DIAGNOSTICO DE LA CUENCA RIO MAYO DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CAUCA

FUNDAMBIENTE

SAN JUAN DE PASTO 2017

Tabla de contenido

1. Conformación del Consejo de Cuenca 41

1.1. El Consejo de cuenca 41

1.2. Funciones de los consejeros 41

1.3. Metodología para el acompañamiento al proceso de elección del consejo de cuenca 43

1.4. Estado del arte del Consejo de Cuenca de la cuenca del Río Mayo 43

1.5. Propuesta de Conformación y/o Reconformacion de Consejo De Cuenca Rio Mayo. 45

1.6. Estructura organizativa del Consejo de Cuenca 47

1.6.1. Estatutos del consejo de cuenca 53

2. Caracterización de la Cuenca Hidrografica 54

2.1. Caracterización Basica 54

2.2. Caracterizacion FisicoBiotica 55

2.2.1. Clima. 55

2.2.2. Geologia 118

2.2.3. Hidrogeologia 138

2.2.4. Hidrografía 193

2.2.5. Morfometría 207

2.2.6. Pendientes 213

2.2.7. Hidrología 216

2.2.8. Calidad del Agua. 299

2.2.9. Geomorfología 388

2.2.10. Capacidad de Uso de las Tierras 412

2.2.11. Cobertura y Usos de La Tierra 471

2.2.12. Caracterización de vegetación, flora y fauna 562

2.2.13. Identificación de áreas y ecosistemas estratégicos 706

2.3. Caracterización Socioeconómica y Cultural 731

2.3.1. Dinámica Poblacional. 731

2.3.2. Indicadores demográficos.....750
2.3.3. Sitios de esparcimiento y recreación. 754
2.3.4. Servicios Sociales Básicos.. 755
2.3.5. Informe de tamaño predial asociado a presión demográfica para la cuenca Río Mayo. 771
2.3.6. Condiciones de vida 807
2.3.7. Seguridad Alimentaria. 810
2.3.8. Seguridad y Convivencia.. 812
2.3.9. Sistema Cultural 816
2.3.10. Sistema economico 847
2.4. Caracterización Político Administrativa 884
2.4.1. Oferta Institucional.....884
2.4.2. Instrumentos de planificación y administración de recursos naturales definidos y/o implementados en la Cuenca Del Rio Mayo.....893
2.5. Caracterización Funcional de la Cuenca 899
2.5.1. Clasificación de Asentamientos Urbanos.....899
2.5.2. Índice de centralidad. 904
2.5.3. Relaciones Urbano – Rural – Regional en la Cuenca Mayo. 909
2.5.4. Competitividad.....914
2.5.5. Transporte y Accesibilidad Socieconómica.....915
2.6. Caracterización De Las Condiciones Del Riesgo 929
2.6.1. Introducción.....930
2.6.2. Caracterización histórica de amenazas y eventos amenazantes 931
2.6.3. Identificación, clasificación y caracterización de fenómenos amenazantes y evaluación de la amenaza.....952
3. Análisis Situacional.....1061
3.1. Analisis de Potencialidades, Limitantes y Condicionamientos.....1061

3.1.1. Capacidad de uso de las tierras 1061
3.1.2. Hidrología 1062
3.1.3. Biodiversidad 1063
3.1.4. Socioeconómico 1064
3.1.5. Cultural 1067
3.1.6. Político 1067
3.2. Conflictos por Uso y Manejo de los Recursos Naturales 1069
3.2.1. Conflictos por uso de la tierra.: 1069
3.2.2. Conflictos por uso del recurso hídrico. 1074
3.2.3. Conflictos por pérdida de la cobertura en ecosistemas estratégicos. 1074
3.2.4. Análisis de Territorios Funcionales.. 1076
4. Sintesis Ambiental 1079
4.1. Priorización de Problemas y Conflictos 1079
4.2. Consolidación Línea Base de Indicadores 1082
4.3.1. Componente Físico Biótico 1082
4.3.2. Componente Socioeconómico 1110
Bibliografía 1119
Anexos 1130

Lista de Tablas

Tabla 1. Integrantes del Consejo de cuenca, según su conformación original. 44
Tabla 2. Listado de consejeros y junta directiva del consejo de cuenca del Río Mayo 51
Tabla 3. Estaciones en cada zona de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo 57
Tabla 4. Parámetros y extensión series de cada estación 59
Tabla 5. Valores Medios Mensuales Multianuales Precipitación Rio Mayo 60
Tabla 6. Valores Medios Mensuales Multianuales Precipitación Rio Mayo 62
Tabla 7. Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Alta 68
Tabla 8. Medios mensuales Multianuales de Brillo Solar Zona Alta Cuenca Rio Mayo 69
Tabla 9. Medios mensuales multianuales de Evaporación Zona Alta 70
Tabla 10. Medios mensuales multianuales de Precipitación Zona Media 72
Tabla 11. Mensuales multianuales Temperatura Zona Media estación CO Taminango 73
Tabla 12. Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Media 74
Tabla 13. Medios Mensuales multianuales de Brillo Solar Zona Media Rio Mayo 76
Tabla 14. Medios mensuales multianuales de Evaporación Zona Media 77
Tabla 15. Medios mensuales multianuales de Precipitación Zona Baja 78
Tabla 16. Medios mensuales multianuales de Temperatura Zona Baja 80
Tabla 17. Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Baja 82
Tabla 18. Medios mensuales multianuales de Brillo Solar Zona Baja 83
Tabla 19. Medios mensuales multianuales de Evaporación Zona Baja 84
Tabla 20. El Clima por Zonas en la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo 85
Tabla 21. Descriptores Índice de Aridez (1) 89
Tabla 22. Descriptores Índice Aridez (2) 90
Tabla 23. Índice de Martonne = Índice de Aridez 91
Tabla 24. Radiación Extraterrestre 96
Tabla 25. Calculo ETP Thornthwite Zona Alta 97
Tabla 26. Calculo Índice de Aridez Zona Alta 97
Tabla 27. Calculo ETP Thornthwite Zona Media 98
Tabla 28. Calculo Índice de Aridez Zona Media 98
Tabla 29. Calculo ETP Thornthwite Zona Baja 99
Tabla 30. Calculo Índice de Aridez Zona Bajo 99
Tabla 31. Distribución del Cociente de correlación horaria 101
Tabla 32. Valores IDF Estación PM La Cruz para 120 minutos 102

Tabla 33. Valores IDF Estación PM Hidromayo Campamento para 120 minutos 103
Tabla 34. Valores IDF Estación CO Mercaderes Zona Baja 104
Tabla 35. Balance Hídrico Zona Alta Cuenca Rio Mayo 107
Tabla 36. Balance Hídrico Zona Media Cuenca Rio Mayo 108
Tabla 37. Balance Hídrico Zona Baja Rio Mayo 108
Tabla 38. Balance Hídrico Sub Cuenca Cañada de Taminango 110
Tabla 39. Balance Hídrico Sub Cuenca cañada Seca o los Alisos 110
Tabla 40. Balance Hídrico Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo No. 4 110
Tabla 41. Balance Hídrico Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo Alto 111
Tabla 42. Balance Hídrico Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo No. 1 111
Tabla 43. Balance Hídrico Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo No.2 111
Tabla 44. Balance Hídrico Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo No.5 112
Tabla 45. Balance Hídrico Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo No.3 112
Tabla 46. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Charguayaco 112
Tabla 47. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada El Mesón 113
Tabla 48. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada El Rincón 113
Tabla 49. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada La Alpujarra 113
Tabla 50. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada La Fragua 114
Tabla 51. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Los Molinos 114
Tabla 52. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Quiebra Camilla 114
Tabla 53. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada San Gerardo 115
Tabla 54. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada San Mateo 115
Tabla 55. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Santa Ana 115
Tabla 56. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Las Cañadas 116
Tabla 57. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Bateros 116
Tabla 58. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada De Cusillo 116
Tabla 59. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Del Purgatorio 117
Tabla 60. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Guayaquil 117
Tabla 61. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Honda 117
Tabla 62. Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Las Palmas 118
Tabla 63. Balance Hídrico Sub Cuenca Rio Tajumbina 118
Tabla 64. Resultados SEV No. 1 146
Tabla 65. Resultados SEV No. 2 148
Tabla 66. Resultados SEV No. 3 150

Tabla 67. Resultados SEV No. 4 152
Tabla 68. Resultados SEV No. 5 154
Tabla 69. Resultados SEV No. 6 156
Tabla 70. Resultados SEV No. 7 158
Tabla 71. Resultados SEV No. 8 160
Tabla 72. Coordenadas SEV No. 9, 10, 11 y 12 163
Tabla 73. Resultados SEV No. 13 164
Tabla 74. Resultados SEV No. 14 166
Tabla 75. Resultados SEV No. 15 168
Tabla 76. Resultados SEV No. 16 170
Tabla 77. Resultados SEV No. 17 172
Tabla 78. Resultados SEV No. 18 174
Tabla 79. Resultados SEV No. 19 176
Tabla 80. Resultados SEV No. 20 178
Tabla 81. Resultados SEV No. 21 al 30..... 180
Tabla 82. Orden de elegibilidad del SEV como mejor prospecto para explotación de agua subterránea. Cuenca del rio Mayo..... 181
Tabla 83. Áreas Departamentos Cuenca Hidrográfica Río Mayo..... 198
Tabla 84. Áreas Municipios Cuenca Hidrográfica Río Mayo 198
Tabla 85.Ubicación y características de las estaciones de la Cuenca del Rio Mayo..... 199
Tabla 86. Factores Morfométricos de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo..... 202
Tabla 87. Densidad de Drenaje de la Cuenca del Rio Mayo y sus Sub Cuencas 203
Tabla 88. Descripción de fórmulas empíricas para el cálculo de tiempos de concentración 204
Tabla 89. Tiempos de concentración de las cuencas del Río Mayo..... 205
Tabla 90. Parámetros Morfométricos Cuenca Rio Mayo..... 210
Tabla 91. Parámetros Morfométricos Sub Cuencas Rio Mayo (1) 211
Tabla 92. Parámetros Morfométricos Sub Cuencas Rio Mayo (2) 212
Tabla 93. Calculo Pendientes Medias de las Sub Cuencas del Rio Mayo 213
Tabla 94. Rangos de Pendientes según IGAC 214
Tabla 95. Prueba homogeneidad valores máximos mensuales caudales Mayo – La Cañada . 219
Tabla 96. Prueba homogeneidad valores máximos mensuales niveles Estación Mayo – La Cañada 221
Tabla 97. Caudales medios mensuales multianuales Mayo – La Cañada 222
Tabla 98. Caudales máximos mensuales multianuales Mayo – La Cañada..... 223

Tabla 99. Caudales mínimos mensuales multianuales Mayo - La Cañada 224
Tabla 100. Coeficientes de escorrentía método racional 226
Tabla 101. Distribución de sub Cuencas por estaciones Meteorológicas..... 227
Tabla 102. Calculo de área y coeficiente de escorrentía método racional 228
Tabla 103. Intensidades Precipitación por Zonas 229
Tabla 104. Calculo de Caudales por el Método Racional 230
Tabla 105. Resumen Caudales Sub Cuencas Rio Mayo Método Racional..... 231
Tabla 106. Determinación de las CN del método S.C.S. 235
Tabla 107. Abstracciones o pérdidas por cada Sub Cuenca y Precipitación efectiva 236
Tabla 108. Caudales máx. Instantáneos Sub Cuenca Cañada De Taminango..... 244
Tabla 109. Resumen caudales máximos instantáneos Sub Cuencas..... 244
Tabla 110. Caudales medios Sub Cuenca Cañada de Taminango..... 246
Tabla 111. Caudales máximos Sub Cuenca Cañada de Taminago 246
Tabla 112. Caudales mínimos Sub Cuenca CAÑADA DE TAMINANGO..... 247
Tabla 113. Resumen caudales med, máx. y min de Sub Cuenca CAÑADA DE TAMINANGO 247
Tabla 114. Caudales Sub Cuenca Cañada Seca o Los Alisos..... 248
Tabla 115. Caudales Sub Cuencas Rio Mayo por el método SCS..... 249
Tabla 116. Oferta hídrica total del Río Mayo 251
Tabla 117. Disponibilidad hídrica del Río Mayo 252
Tabla 118. Oferta hidria superficial total Cañada de Taminango..... 253
Tabla 119. Disponibilidad hídrica Cañada de Taminango 253
Tabla 120. Oferta hídrica superficial total Cañada Seca o Los Alisios 253
Tabla 121. Disponibilidad hídrica Cañada Seca o Los Alisios..... 254
Tabla 122. Oferta hídrica superficial total Ctes Directas Rio Mayo No. 4 254
Tabla 123. Disponibilidad hídrica Ctes Directas Rio Mayo No. 4 254
Tabla 124. Oferta hídrica superficial total Ctes Directas Rio Mayo Alto 255
Tabla 125. Disponibilidad hídrica Ctes Directas Rio Mayo Alto..... 255
Tabla 126. Oferta hídrica superficial total Ctes Directas Rio Mayo No. 1 255
Tabla 127. Disponibilidad hídrica Ctes Directas Rio Mayo No. 1 256
Tabla 128. Oferta hídrica superficial total Ctes Directas Rio Mayo No. 2 256
Tabla 129. Disponibilidad hídrica Cte Directas Rio Mayo No. 2 256
Tabla 130. Oferta hídrica superficial total Ctes Directas Rio Mayo No. 5 257
Tabla 131. Disponibilidad hídrica Ctes Directas Rio Mayo No. 5 257
Tabla 132. Oferta hídrica superficial total Ctes Directas Rio Mayo No. 3 257

Tabla 133. Disponibilidad hídrica Ctes Directas Rio Mayo No. 3 257
Tabla 134. Oferta hídrica superficial total Quebrada Charguayaco 258
Tabla 135. Disponibilidad hídrica Quebrada Charguayaco 258
Tabla 136. Oferta hídrica superficial total Quebrada El Mesón 258
Tabla 137. Disponibilidad hídrica Sistema Quebrada El Mesón 258
Tabla 138. Oferta Hídrica Quebrada El Rincón 259
Tabla 139. Disponibilidad hídrica Quebrada El Rincón 259
Tabla 140. Oferta Hídrica Quebrada La Alpujarra 259
Tabla 141. Disponibilidad Hídrica Quebrada Alpujarra 259
Tabla 142. Oferta Hídrica Quebrada La Fragua 260
Tabla 143. Disponibilidad Hídrica Quebrada La Fragua 260
Tabla 144. Oferta Hídrica Quebrada Los Molinos 260
Tabla 145. Disponibilidad Hídrica Quebrada Los Molinos 260
Tabla 146. Oferta Hídrica Quebrada Quiebra Camilla 261
Tabla 147. Disponibilidad Hídrica Quebrada Quiebra Camilla 261
Tabla 148. Oferta Hídrica Quebrada San Gerardo 261
Tabla 149. Disponibilidad Hídrica Quebrada San Gerardo 261
Tabla 150. Oferta Hídrica Quebrada San Mateo 262
Tabla 151. Disponibilidad Hídrica Quebrada San Mateo 262
Tabla 152. Oferta Hídrica Quebrada Santa Ana 262
Tabla 153. Disponibilidad Hídrica Quebrada Santa Ana 262
Tabla 154. Oferta Hídrica Quebrada Las Cañadas 263
Tabla 155. Disponibilidad Hídrica Quebrada Las Cañadas 263
Tabla 156. Oferta Hídrica Quebrada Bateros 263
Tabla 157. Disponibilidad Hídrica Quebrada Bateros 263
Tabla 158. Oferta Hídrica Quebrada de Cusillo 264
Tabla 159. Disponibilidad Hídrica Quebrada de Cusillo 264
Tabla 160. Oferta Hídrica Quebrada Del Purgatorio 264
Tabla 161. Disponibilidad Hídrica Quebrada Del Purgatorio 264
Tabla 162. Oferta Hídrica Quebrada Guayaquil 265
Tabla 163. Disponibilidad Hídrica Quebrada Guayaquil 265
Tabla 164. Oferta Hídrica Quebrada Honda 265
Tabla 165. Disponibilidad Hídrica Quebrada Honda 265
Tabla 166. Oferta Hídrica Quebrada Las Palmas 266

Tabla 167. Disponibilidad Hídrica Quebrada Las Palmas 266
Tabla 168. Oferta Hídrica Rio Tajumbina 266
Tabla 169. Disponibilidad Hídrica Rio Tajumbina 266
Tabla 170. Dotación de agua por habitante 268
Tabla 171. Calculo Demanda de uso Doméstico - DUD 269
Tabla 172. Consumos Industriales 270
Tabla 173. Calculo demanda uso industrial - DUI 270
Tabla 174. Consumo del trabajador en las Industrias 271
Tabla 175. Calculo DUI trabajador 271
Tabla 176. Consumo mínimo en comercios 272
Tabla 177. Consumo para uso escolar 272
Tabla 178. Consumo Institucional 272
Tabla 179. Consumo hoteles 273
Tabla 180. Consumo para fines públicos 273
Tabla 181. Cálculo demanda sector servicios DUS 273
Tabla 182. DUA Demanda de agua uso Agrícola 274
Tabla 183. DU Demanda de agua uso Pecuario 277
Tabla 184. Análisis de frecuencias de caudales máximos Cuenca Hidrografica Rio Mayo 278
Tabla 185. Análisis de frecuencias de niveles máximos Rio Mayo 279
Tabla 186. Estimación caudales Cuencas Zona Hidrográfica Río Mayo por método scs 281
Tabla 187 Punto No. 1. Río Mayo 292
Tabla 188 Punto No. 2. Río Tajumbina 293
Tabla 189. Punto No. 3. Quebrada Los Molinos 294
Tabla 190. Punto No. 4. Río Mayo 295
Tabla 191. Punto No. 5. Quebrada La Fragua 296
Tabla 192. Punto No. 6. Río Mayo 297
Tabla 193Georeferenciacion puntos de aforo 298
Tabla 194. Comportamiento Caudal máximo en seis periodos de retorno 299
Tabla 195. Redes de monitoreo cuenca hidrográfica rio Mayo 300
Tabla 196. Estación Hidrológica La Cañada en el area de influencia 300
Tabla 197. Regitro valores medios estación La Cañada 301
Tabla 198. Registro Máximos Mensuales Estación La Cañada (Caudal m3/S) 302
Tabla 199. Registro Mínimos Mensuales Estación La Cañada (caudal m3/S) 303
Tabla 200. Estación Hidrológica Universidad en el area de influencia 304

Tabla 201. Medios Mensuales Multianuales Caudales m3/S (1965-2014). 304
Tabla 202. Máximos Mensuales Multianuales Caudales m3/S (1965-2014). 305
Tabla 203. Minimos Mensuales Multianuales Caudales m3/S (1965-2014). 306
Tabla 204. Estación Hidrológica Universidad en el area de influencia 307
Tabla 205. Medios Mensuales Multianuales Caudales m3/S (1995-2014). 308
Tabla 206. Máximos Mensuales Multianuales Caudales m3/S (1995-2014). 309
Tabla 207. Inventario de Vertimientos Municipio de San Pablo 313
Tabla 208. Inventario de vertimientos Municipio de Colon Génova. 315
Tabla 209. Inventario de vertimientos Municipio de San Pedro de Cartago 316
Tabla 210. Inventario de vertimientos Municipio de La Unión 316
Tabla 211. Inventario de vertimientos Municipio de Belén. 318
Tabla 212. Inventario de vertimientos Municipio de La Cruz y San Pablo. 321
Tabla 213. Inventario de vertimientos Municipio de la Cruz 322
Tabla 214. Coordenadas de los puntos de monitoreo 324
Tabla 215. Métodos utilizados para la determinación de los parámetros fisicoquímicos 330
Tabla 216. Datos de temperatura ambiente. 336
Tabla 217. Medición en Campo Punte Río Mayo vía vereda San Gerardo, municipio de La Cruz. 336
Tabla 218. Medición en Campo Aguas Arriba, puente Río Mayo via alcorregimiento de Briceño municipio de San Pablo. 336
Tabla 219. Medición en Campo Aguas Abajo, puente Río Mayo via alcorregimiento de Briceño municipio de San Pablo. 336
Tabla 220. Medición en Campo Aguas Arriba, Rio Mayo municipio de San Pablo. 337
Tabla 221. Medición en Campo Aguas Abajo, Río Mayo municipio de San Pablo. 337
Tabla 222. Medición en Campo Río Mayo vereda El Peligro, municipio de La Unión 337
Tabla 223. Medición en Campo Aguas Arriba, municipio de Taminango. 337
Tabla 224. Medición en Campo Aguas Abajo, municipio de Taminango. 337
Tabla 225. Punte Río Mayo vía vereda San Gerardo (La Cruz). 338
Tabla 226. Aguas arriba, puente Río Mayo via alcorregimiento de Briceño (San Pablo). 338
Tabla 227. Aguas abajo, puente Río Mayo via alcorregimiento de Briceño (San Pablo). 339
Tabla 228. Aguas arriba Río Mayo (San Pablo). 339
Tabla 229. Aguas abajo Río Mayo (San Pablo) 340
Tabla 230. Vereda el Peligro (La Unión). 340
Tabla 231. Resultados Aguas arriba Río Mayo (Taminango). 341

Tabla 232. Resultados aguas abajo Río Mayo (Taminango) 341
Tabla 233. Parámetros Físico-químicos y microbiológicos de descargas puntuales muestreos Abril 342
Tabla 234. Concentraciones de los vertimientos Sub-cuenca Río Mayo 343
Tabla 235. Estimación de cargas contaminantes 343
Tabla 236. Factores de contaminación en agua y suelos asociados al manejo y disposición final de residuos sólidos 362
Tabla 237. Clasificación Calidad De Agua Según el ICA 367
Tabla 238. Pesos Relativos Por Cada Parámetro ICA 368
Tabla 239. ICA punto muestreo No 1. 370
Tabla 240. ICA punto muestreo No 2. 370
Tabla 241. ICA punto muestreo No 3. 371
Tabla 242. ICA punto muestreo No 4. 371
Tabla 243. ICA punto muestreo No 5. 372
Tabla 244. ICA punto muestreo No 6. 372
Tabla 245. ICA punto muestreo No 7. 373
Tabla 246. ICA punto muestreo No 8. 373
Tabla 247. ICA rio Mayo cause principal. 374
Tabla 248. Oferta hídrica neta 376
Tabla 249. Descriptores Índice de Regulación Hídrica (IUA) 377
Tabla 250. Concentraciones actuales de los vertimientos de la cenca río mayo 380
Tabla 251. Estimación de cargas 380
Tabla 252. Estimación de cargas 381
Tabla 253. Categorías y descriptores de presión, clasificados de acuerdo con los percentiles asignados a las cargas (ton/año) 382
Tabla 254. Estimación IACAL Punto 1 382
Tabla 255. Estimación IACAL Punto 2 383
Tabla 256. Estimación IACAL Punto 3 383
Tabla 257. Estimación IACAL Punto 4 384
Tabla 258. Estimación IACAL Punto 5 384
Tabla 259. Estimación IACAL Punto 6 385
Tabla 260. Estimación IACAL Punto 7 385
Tabla 261. Estimación IACAL Punto 8 386
Tabla 262. Categoría y descriptor del IACAL 386

Tabla 263. Categoría y descriptor del IACAL de la Cuenca del Río Mayo 387
Tabla 264. Áreas de las coberturas de la tierra en la cuenca del Rio Mayo 474
Tabla 265. Tipos de cobertura priorizados para el muestreo de EER 490
Tabla 266. Coordenadas geográficas de las parcelas muestreadas 490
Tabla 267. Número de parcelas y área muestreada 495
Tabla 268. Estandarización para el índice de Diversidad. 499
Tabla 269. Escala de Estratificación. 500
Tabla 270. Composición Florística Cobertura de Bosque Denso en Bosques Altoandinos 501
Tabla 271. Composición Florística Cobertura de Bosque Denso en Bosques Secos 503
Tabla 272. Composición Florística Cobertura de Bosque Ripario. 504
Tabla 273. Composición Florística Cobertura de Bosque Fragmentado. 506
Tabla 274. Composición Florística Cobertura de Bosque Fragmentado. 507
Tabla 275. Composición Florística Cobertura de Herbazal Denso 509
Tabla 276. Familias más representativas de las Coberturas en la Cuenca del Río Mayo 510
Tabla 277. Índice de Valor de Importancia para la Cobertura de Bosque Denso (Altoandino) . 514
Tabla 278. Índice de Valor de Importancia para la Cobertura de Bosque Denso (Bosque Seco) 517
Tabla 279. Índice de Valor de Importancia para la Cobertura de Bosque Ripario 519
Tabla 280. Índice de Valor de Importancia para la Cobertura de Bosque Fragmentado 523
Tabla 281. Índice de Valor de Importancia para la Cobertura de Arbustal. 526
Tabla 282. Índices de diversidad para la Cobertura de Bosque Denso (Altoandino) 532
Tabla 283. Índices de diversidad para la Cobertura de Bosque Denso (Bosque Seco) 533
Tabla 284. Índices de diversidad para la Cobertura de Bosque Ripario 534
Tabla 285. Índice de Jaccard para la Cobertura de Bosque Ripario 535
Tabla 286. Índices de diversidad para la Cobertura de Bosque Fragmentado 536
Tabla 287. Índice de Jaccard para la Cobertura de Bosque Fragmentado 537
Tabla 288. Índices de diversidad para la Cobertura de Arbustal 538
Tabla 289. Índice de Jaccard para la Cobertura de Arbustal 539
Tabla 290. Índices de diversidad para la Cobertura de Herbazal Denso 540
Tabla 291. Índice de Jaccard para la Cobertura de Herbazal Denso 541
Tabla 292. Categorías para evaluación de amenazas 542
Tabla 293. Lista de especies bajo alguna categoría de amenaza en la Cuenca del río Mayo. 544
Tabla 294. Especies endémicas de la Cuenca del río Mayo 544
Tabla 295. Parámetros de Captura 545

Tabla 296. Calificación del Indicador de Tasa de Cambio en la cuenca del rio Mayo 549
Tabla 297. Calificación Índice de Vegetación Remanente 550
Tabla 298. Calificación de Vegetación Remanente en la cuenca del rio Mayo 551
Tabla 299. Calificación IF 553
Tabla 300. Calificación del Índice de Fragmentación en la cuenca del rio Mayo..... 554
Tabla 301. Calificación del Índice de Presión Demográfica en la cuenca del rio Mayo 556
Tabla 302. Matriz de calificación del Índice de Ambiente Critico..... 557
Tabla 303. Calificación del ambiente critico en la cuenca del rio Mayo..... 558
Tabla 304. Calificación del estado actual de las coberturas naturales de la tierra 559
Tabla 305. Calificación del estado actual de las coberturas naturales en la cuenca del rio Mayo 560
Tabla 306. Áreas restauradas en las cuencas abastecedoras del rio Mayo..... 561
Tabla 307. Composicion Florística de las Zonas de Vida PS-A, bh - M y bh –MB 568
Tabla 308. Ordenes, Familias y Especies de Flora de la zona de Vida Páramo Sub Andino ... 576
Tabla 309. Estratificación Florística De La Zona de Vida P- SA 578
Tabla 310. Flora Presente en el Páramo Sub Andino 580
Tabla 311. Variables fitosociológicas combinadas de las especies encontradas en P-SA..... 581
Tabla 312. Ordenes, Familias y Especies de Aves de la Zona de Vida Páramo Sub Andino... 582
Tabla 313. Especies de Aves Presentes en P-SA, Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 584
Tabla 314. Ordenes, familias y especies de Mamíferos de la zona de Vida Páramo Sub Andino 585
Tabla 315. Especies de Mamíferos presentes en P-SA ubicadas en alguna categoría UICN 2017 586
Tabla 316. Ordenes, Familias y Especies de Anfibios de la Zona de Vida Páramo Sub Andino 588
Tabla 317. Especies de Anfibios Presentes en P-SA ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 588
Tabla 318. Ordenes, Familias y Especies de Flora de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano 594
Tabla 319. Estratificación Florística de la Zona de Vida bh – M..... 596
Tabla 320. Riqueza y Abundancia de la Flora Presente en el Páramo Sub Andino 598
Tabla 321. Variables Fitosociológicas Combinadas de las Especies Encontradas en bh – M.. 600

Tabla 322. Ordenes, Familias y Especies de Aves de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano 603
Tabla 323. Especies de Aves presentes en bh - M ubicadas en alguna categoría UICN 2017 605
Tabla 324. Ordenes, Familias y Especies de Mamíferos de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano 608
Tabla 325. Especies de Mamíferos presentes en bh - M ubicadas en alguna categoría UICN 2017 609
Tabla 326. Ordenes, Familias y Especies de Anfibios de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano 611
Tabla 327. Especies de Anfibios presentes en bh - M ubicadas en alguna categoría UICN 2017 612
Tabla 328. Ordenes, Familias y Especies de Flora de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo 617
Tabla 329. Estratificación Florística de la Zona de Vida bh – MB 620
Tabla 330. Flora Presente en el bh – Mb 622
Tabla 331. Variables fitosociológicas combinadas de las especies encontradas en bh – MB 624
Tabla 332. Ordenes, Familias y Especies de Aves de la zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo 627
Tabla 333. Especies de Aves presentes en bh - MB ubicadas en alguna categoría UICN 2017 628
Tabla 334. Ordenes, Familias y Especies de Mamíferos de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo 630
Tabla 335. Especies de Mamíferos Presentes en bh - MB Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 632
Tabla 336. Ordenes, Familias y Especies de Mamíferos de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo 633
Tabla 337. Especies de Anfibios presentes en bh - Mb ubicadas en alguna categoría UICN 2017 634
Tabla 338. Composición Florística de la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) 641
Tabla 339. Ordenes, Familias y Especies de Flora de la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) 647
Tabla 340. Estratificación Florística y Categoría de Amenaza – Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) 648

Tabla 341. Riqueza y Abundancia de la Flora Presente en el Bosque Húmedo Premo (bh-PM) 651
Tabla 342. Variables Fitosociológicas de las Especies Encontradas en el Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) 652
Tabla 343. Ordenes, Familias y Especies de Aves de la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) 654
Tabla 344. Especies de Aves Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 656
Tabla 345. Ordenes, Familias y Especies de Mamíferos de la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) 659
Tabla 346. Especies de Mamíferos Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 661
Tabla 347. Ordenes, Familias y Especies de Anfibios de la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) 662
Tabla 348. Especies de Anfibios Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 663
Tabla 349. Ordenes, Familias y Especies de Reptiles de la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) 664
Tabla 350. Especies de Reptiles Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 665
Tabla 351. Composición Florística de la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T).... 671
Tabla 352. Ordenes, Familias y Especies de Flora de la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) 676
Tabla 353. Estratificación Florística y Categoría de Amenaza – Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) 677
Tabla 354. Riqueza y Abundancia de la Flora Presente en el Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) 678
Tabla 355. Variables Fitosociológicas de las Especies Encontradas en el Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) 679
Tabla 356. Ordenes, Familias y Especies de Aves de la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) 680
Tabla 357. Especies de Aves Presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 685

Tabla 358. Ordenes, Familias y Especies de Mamíferos de la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) 688
Tabla 359. Especies de Mamíferos Presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 690
Tabla 360. Ordenes, Familias y Especies de Anfibios de la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) 692
Tabla 361. Especies de Anfibios Presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 693
Tabla 362. Ordenes, Familias y Especies de Reptiles de la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) 694
Tabla 363. Especies de Reptiles presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 694
Tabla 364. Listado de la Fauna Ictica de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo. 699
Tabla 365. Predios adquiridos por los municipios para conservación 2010- 2015 713
Tabla 366. Porcentaje de ecosistemas estratégicos presentes en la cuenca del rio Mayo. 721
Tabla 367. Población por zonas según censo 2005 con proyección 2017. 731
Tabla 368. Consolidado de la Población por sexo según municipios de la cuenca. 740
Tabla 369. Distribución porcentual de la Población según rangos de edad cuenca 745
Tabla 370. Crecimiento poblacional DANE Proyección 2020 750
Tabla 371. Nacimientos por Área, Según Municipio de residencia de la Madre y Tasa de Reproducción Nacional 751
Tabla 372. Tasa de mortalidad infantil por municipio y Esperanza de vida Nacional 751
Tabla 373. Número de hogares por municipio 752
Tabla 374. Lugares de ecoturismo 754
Tabla 375. Establecimientos educativos 756
Tabla 376. Tasa de cobertura educación en los municipios de la cuenca Rio Mayo 756
Tabla 377. Tasa de Analfabetismo en la cuenca del rio Mayo 758
Tabla 378. Número de empresas prestadoras de servicios de salud 759
Tabla 379. Mortalidad y vacunación. 761
Tabla 380. Número de afiliados según régimen de salud 762
Tabla 381. Vivienda según el tipo cuenca Rio Mayo 763
Tabla 382. Material de construcción de Vivienda 764
Tabla 383. Material de pisos de las viviendas 765
Tabla 384. Cobertura acueducto 766

Tabla 385. Cobertura acueducto 767
Tabla 386. Cobertura Alcantarillado 768
Tabla 387. Cobertura Aseo 769
Tabla 388 Electrificación 771
Tabla 389. Relación predial Municipios de la cuenca Vs total Departamental 772
Tabla 390. Relación predial municipal por sectores 773
Tabla 391. Relación urbano rural por municipio 773
Tabla 392. Porcentaje de participación predial por zona en los municipios de la cuenca 774
Tabla 393. *Avalúo total a nivel municipal para la cuenca* 776
Tabla 394. Relación del avaluó catastral por regiones a nivel municipal 778
Tabla 395. Valores división predial multitemporal por zona a nivel municipal 781
Tabla 396. valores avalúos catastrales multitemporal por zona a nivel municipal 781
Tabla 397. Tasa de crecimiento por variable de análisis a nivel municipal 782
Tabla 398. relación predial cuenca vs municipios 785
Tabla 399. Numero de predios rurales por municipio en la cuenca 786
Tabla 400. Numero de predios urbanos por municipio en la cuenca 786
Tabla 401. División predial por cabecera y centro poblado en la cuenca 787
Tabla 402. Distribución predial por rango de áreas en la cuenca 790
Tabla 403. Distribución predial por rango de área y municipio en la cuenca 791
Tabla 404. Predios a nombre de las administraciones municipales 793
Tabla 405. Áreas protegidas en la cuenca 794
Tabla 406. Predios de intersección en las áreas de conservación 796
Tabla 407. Numero de predios por tipo de uso del suelo 798
Tabla 408. Distribución de predios agropecuarios por municipio 798
Tabla 409. Necesidades Básicas Insatisfechas Municipales 808
Tabla 410. Coeficiente de Gini Cauca y Nariño 809
Tabla 411. Cambios en el Gini de propietarios en los departamentos Cauca, Nariño y cercanos. 2000-2009 810
Tabla 412. Calificación del Indicador seguridad alimentaria. 811
Tabla 413. Seguridad Alimentaria 812
Tabla 414 Número de homicidios 815
Tabla 415. Indicadores de delitos y número de desplazados 816
Tabla 416. Patrimonios y fiestas culturales propios de los municipios de la cuenca 817
Tabla 417. Numero de predios según tipo de suelo 849

Tabla 418. Porcentaje de predios según uso del suelo.....851
Tabla 419. Porcentaje de predios según uso del suelo por municipio.....851
Tabla 420. Predios según extensión de Unidad Agrícola Familiar 852
Tabla 421. Productos agrícolas de la cuenca por municipio 854
Tabla 422. Producción de bovinos.....857
Tabla 423. Tipo de explotación bovina 857
Tabla 424. Datos de producción porcina 858
Tabla 425. Datos de producción otras especies 859
Tabla 426. Datos de producción avícola.....860
Tabla 427. Datos de producción cunicola y cuyicola.....862
Tabla 428. Participación municipal en la producción cuyicola departamental de Nariño.....863
Tabla 429. Datos de producción acuícola.....865
Tabla 430. Datos de producción apícola.....866
Tabla 431. Número de establecimientos industriales o manufactureros en el área urbana.....868
Tabla 432. Número de establecimientos industriales o manufactureros en el área rural.....869
Tabla 433. Número de establecimientos por actividad del sector terciario en el área urbana ..870
Tabla 434. Número de establecimientos por actividad del sector terciario en el área rural 871
Tabla 435. Número de explotaciones mineras.....872
Tabla 436. Macroproyectos municipios de Belén y Colón Génova. 875
Tabla 437. Macroproyectos municipio de Florencia.....878
Tabla 438. Macroproyectos municipios de La Cruz y La Unión 879
Tabla 439. Macroproyectos municipios de San Lorenzo y San Pablo.....880
Tabla 440. Macroproyectos municipio de Taminango.....882
Tabla 441. Asociación/Corporación O Cooperativa 889
Tabla 442. Instrumentos de planificación.....896
Tabla 443. Variables de condiciones específicas 900
Tabla 444. Inventario de funciones por municipio.....902
Tabla 445. Índice de centralidad.....904
Tabla 446. Nivel Jerárquico por municipios 906
Tabla 447. Bocatomas municipales.....914
Tabla 448. Aporte PIB Municipal al Departamento. 915
Tabla 449. Vías nacionales que atraviesan a la Cuenca Rio Mayo.....916
Tabla 450. Red vial secundaria 917
Tabla 451. Red vial secundaria: Conectividad red terciaria.....918

Tabla 452. Red vial secundaria: Servicios de transporte.....923
Tabla 453. Red vial terciaria municipal 924
Tabla 454. Red vial terciaria INVÍAS.....926
Tabla 455. Indicadores de gestión del riesgo 929
Tabla 456. Registro de Eventos 935
Tabla 457. Registro de Eventos 936
Tabla 458. Eventos amenazantes 937
Tabla 459. Ocurrencia Eventos Amenazantes.....938
Tabla 460. Ocurrencia Movimientos en Masa.....939
Tabla 461. Ocurrencia de Incendios Forestales.....939
Tabla 462. Programación de Talleres de Participación Comunitaria.....948
Tabla 463. Priorización de Eventos Amenazantes.....950
Tabla 464. Priorización de Amenazas 951
Tabla 465. Número de Reportes por Año 952
Tabla 466. Distribución de unidades morfogenicas en la cuenca 954
Tabla 467. Susceptibilidad a inundaciones por proceso morfodinamico 955
Tabla 468. Áreas y porcentajes de susceptibilidad a inundación 956
Tabla 469. las zonas y porcentajes de susceptibilidad 958
Tabla 470. Area de cada nivel de susceptibilidad en la cuenca 960
Tabla 471. Diferencias de cotas entre los puntos GPS y los datos del MDS 967
Tabla 472. Caudales Generados Método Racional Para Diferentes Periodos De Retorno (Mt3) 969
Tabla 473 Datos de salida para cada sección transversal. 981
Tabla 474. Áreas y zonas de amenaza por inundación en un periodo de retorno de 100 años982
Tabla 475. Clasificación tipos Movimientos en Masa.....996
Tabla 476. Estado Eventos Movimientos en Masa 1003
Tabla 477. Porcentaje de Unidades Geológicas con Movimientos en Masa 1005
Tabla 478. Porcentaje de Unidades Geomorfológicas con Movimientos en Masa 1007
Tabla 479. Porcentaje de Cobertura de La Tierra con Movimientos en Masa. 1008
Tabla 480. Porcentaje de Tipos de Pendiente con Movimientos en Masa 1009
Tabla 481. Susceptibilidad a Movimientos en Masa 1012
Tabla 482. Susceptibilidad a Movimientos en Masa 1013
Tabla 483. Factores para la Elaboración de los Escenarios 1013
Tabla 484. Elementos de Análisis Escenario uno (1).....1018

Tabla 485. Escenario 1. Porcentaje de Amenazas. 1018
Tabla 486. Elementos de Análisis Escenario dos (2), tres (3) y cuatro (4). 1019
Tabla 487. Escenario 2. Porcentaje de Amenazas. 1019
Tabla 488. Escenario 3. Porcentaje de Amenazas. 1020
Tabla 489. Escenario 4. Porcentaje de Amenazas 1021
Tabla 490. Elementos de Análisis Escenario cinco (5), seis (6) y siete (7). 1022
Tabla 491. Escenario 5. Porcentaje de Amenazas. 1023
Tabla 492. Escenario 6. Porcentaje de Amenazas. 1023
Tabla 493. Escenario 7. Porcentaje de Amenazas. 1024
Tabla 494. Escenario 8. Porcentaje de Amenazas. 1027
Tabla 495. Categorías del Índice de Variabilidad 1031
Tabla 496. Índice de Variabilidad 1031
Tabla 497. Relaciones Para Categorizar el Índice Morfométrico 1033
Tabla 498. Categorías Índice Morfométrico de Torrencialidad 1033
Tabla 499. Índice Morfométrico Torrencialidad 1034
Tabla 500. Clasificación índice de vulnerabilidad frente a eventos torrenciales (IVET). 1036
Tabla 501. Índice de Vulnerabilidad a Eventos Torrenciales (IVET) 1036
Tabla 502. Tipos de Pendiente 1039
Tabla 503. Categorización de la Amenaza 1041
Tabla 504. Porcentajes de Amenaza por Avenidas Torrenciales en Geoformas Priorizadas. 1041
Tabla 505. Valoración Variables Climáticas. 1056
Tabla 506. Valoración Pendiente 1057
Tabla 507. Valoración Distancia a la Vía. 1058
Tabla 508. Potencialidades y limitantes de la capacidad de uso de las tierras 1061
Tabla 509. Potencialidades y limitantes de la hidrología 1062
Tabla 510. Potencialidades y limitantes de la biodiversidad 1063
Tabla 511. Potencialidades y limitantes socioeconómicas 1064
Tabla 512. Potencialidades y limitantes Culturales 1067
Tabla 513. Potencialidades y limitantes políticas 1067
Tabla 514. Áreas de subutilización leve por municipio 1070
Tabla 515. Áreas de subutilización moderada por municipio 1070
Tabla 516. Áreas de subutilización ligera por municipio 1070
Tabla 517. Áreas de utilización moderada por municipio 1071
Tabla 518. Áreas de utilización severa por municipio 1072

Tabla 519. Áreas sin conflicto en el uso y aprovechamiento del suelo 1072
Tabla 520. Categorías de conflicto por perdida de cobertura..... 1075
Tabla 521. Síntesis de análisis de territorios funcionales..... 1076

Lista de Figuras

Figura 1. Invitación Publica CORPONARIÑO Convocatoria Conformación Consejo de Cuenca Río Mayo 49
Figura 2. Invitación Publica CRC Convocatoria Conformación Consejo de Cuenca Río Mayo 50
Figura 3. Mapa Topografía Base 54
Figura 4. Mapa División Político-Administrativa 55
Figura 5. División de la Cuenca Hidrográfica Rio Mayo en Zonas 56
Figura 6. Mapa Red Estaciones Meteorológicas 58
Figura 7. Medios mensuales multianuales Precipitación Cuenca Rio Mayo 61
Figura 8. Medios mensuales multianuales Precipitación Zona Alta Cuenca Rio Mayo 62
Figura 9. Medios mensuales multianuales de Precipitación Estación Sibundoy 63
Figura 10. Medios mensuales multianuales de Precipitación Estación Michoacán 63
Figura 11. Medios mensuales multianuales de Precipitación Estación Los Milagros 64
Figura 12. Medios mensuales multianuales de Precipitación Estación San Bernardo 64
Figura 13. Medios mensuales multianuales de Precipitación Estación La Cruz 65
Figura 14. Medios mensuales multianuales de Precipitación Zona Alta Cuenca Rio Mayo 65
Figura 15. Medios mensuales multianuales de Temperatura Zona Alta 66
Figura 16. Mensuales multianuales de Temperatura Estación San Bernardo 67
Figura 17. Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Alta 68
Figura 18. Medios mensuales multianuales de Brillo Solar Zona Alta 70
Figura 19. Medios mensuales multianuales de Evaporación Zona Alta 70
Figura 20. Medios mensuales multianuales de Precipitación Zona Media 71
Figura 21. Medios mensuales multianuales de Precipitación Estación Hidromayo Campamento 72
Figura 22. Medios mensuales multianuales de Temperatura Zona Media 73
Figura 23. Mensuales multianuales de Temperatura Estación CO Taminango 74
Figura 24. Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Media 75
Figura 25. Mensuales multianuales de Humeada Relativa Zona Media 75
Figura 26. Medios mensuales multianuales de Brillo Solar Zona Media 76
Figura 27. Medios mensuales multianuales de Evaporación Zona Media 77
Figura 28. Mediaos mensuales multianuales de Precipitación Zona Baja 79
Figura 29. Medios mensuales multianuales de Temperatura Zona Baja 80
Figura 30. Mensuales multianuales de Temperatura Zona Baja 81

Figura 31. Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Baja 81
Figura 32. Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Baja 82
Figura 33. Medios mensuales multianuales de Brillo Solar Zona Baja 83
Figura 34. Medios mensuales multianuales de Evaporación Zona Baja 84
Figura 35. Mapa Isoyetas multianual de Humedad Relativa 85
Figura 36. Mapa Isotermas multianuales 86
Figura 37. Mapa Curvas de evaporación multianuales Cuenca Rio Mayo 87
Figura 38. Curvas de Humedad Relativa multianuales Cuenca Rio Mayo 88
Figura 39. Mapa Clima de la Cuenca Río Mayo según zonificación de Caldas Lang 88
Figura 40. Mapa Índice de Aridez según Martonne Cuenca Rio Mayo 92
Figura 41. Mapa Comportamiento de ETR de la Cuenca Rio Mayo 95
Figura 42. Curva IDF Estación La Cruz Zona Alta Cuenca Rio Mayo 102
Figura 43.Curva IDF Estación Hidromayo Campamento Zona Media 103
Figura 44. Curva IDF Estación Mercaderes Zona Baja 104
Figura 45. Mapa Unidades Geológicas 120
Figura 46. Ubicación del acuífero PM3 Cauca Patía 141
Figura 47. Terrameter de fabricación nacional hidrosytem 143
Figura 48. Perfil SEV No.1 147
Figura 49. Perfil SEV No.2 149
Figura 50. Perfil SEV No.3 151
Figura 51. Perfil SEV No.4 153
Figura 52. Perfil SEV No.5 155
Figura 53. Perfil SEV No.6 157
Figura 54. Perfil SEV No.7 159
Figura 55. Perfil SEV No.8 161
Figura 56. Perfil SEV No.9,10,11,12 162
Figura 57. Perfil SEV No.13 165
Figura 58. Perfil SEV No.14 167
Figura 59. Perfil SEV No.15 169
Figura 60. Perfil SEV No.16 171
Figura 61. Perfil SEV No.17 173
Figura 62. Perfil SEV No.18 175
Figura 63. Perfil SEV No.19 177
Figura 64. Perfil SEV No.20 179

Figura 65. Mapa de pluviosidad media anual en mm/año 183
Figura 66. Mapa de recarga hídrica según formula de Cheeturvedi (Shiha y Sharman, 1988) 184
Figura 67. Mapa de recarga hídrica según formula de Sehegal (1973) 185
Figura 68. Mapa de temperatura en función de la topografía y la altitud °C. 186
Figura 69. Recarga hídrica según Turc 187
Figura 70. Características del terreno 188
Figura 71. Escurrimiento Superficial 189
Figura 72. Cambio de Humedad 190
Figura 73. Recarga Hídrica Final 190
Figura 74. Mapa Zonas de protección de recarga hidrica 193
Figura 75. Estructura POMCAs 196
Figura 76. Mapa base de la Cuenca Hidrográfica Rio Mayo 197
Figura 77. Participación por Departamentos Cuenca Hidrográfica Rio Mayo 199
Figura 78. Mapa Sub Cuencas Afluentes de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo 200
Figura 79. Patrones de drenaje Cuenca Rio Mayo 201
Figura 80. Mapa de pendiente 215
Figura 81. Caudales medios Estación Mayo - La Cañada 222
Figura 82. Caudales máximos Mayo – La Cañada 223
Figura 83. Caudales mínimos Mayo 224
Figura 84. Distribución caudal Su Cuenca CAÑADA DE TAMINANGO 248
Figura 85. Caudales SCS Su Cuenca CAÑADA SECA o LOS ALISOS 249
Figura 86. Curva de Frecuencias de Caudales Máximos Rio Mayo 279
Figura 87. Curvas de Frecuencias de Niveles Máximos Rio Mayo 280
Figura 88. Caudales mensuales Multianuales estación La Cañada 301
Figura 89. Caudales mensuales Multianuales estación La Cañada 302
Figura 90. Caudales mensuales Multianuales estación La Cañada 303
Figura 91. Caudales mensuales Multianuales estación Universidad 305
Figura 92. Caudales mensuales Multianuales estación Universidad 306
Figura 93. Caudales mensuales Multianuales estación Universidad 307
Figura 94. Caudales mensuales Multianuales estación Puente Fierro 308
Figura 95. Caudales mensuales Multianuales estación Puente Fierro 309
Figura 96. Perfil variación de pH 345
Figura 97. Perfil variación de temperatura 347
Figura 98. Perfil variación de Oxígeno Disuelto 348

Figura 99. Perfil variación de conductividad 349
Figura 100. Perfil variación de DBO 350
Figura 101. Perfil variación de DQO 351
Figura 102. Perfil variación de turbiedad 352
Figura 103. Perfil variación de SST 354
Figura 104. Perfil variación de fosforo total 355
Figura 105. Perfil variación de nitritos 356
Figura 106. Perfil variación de nitratos 357
Figura 107. Perfil variación de nitrógeno amoniacal 358
Figura 108. Perfil variación de nitrógeno total 359
Figura 109. Perfil variación de coliformes fecales 360
Figura 110. Perfil variación de Ecoli 361
Figura 111. Mapa de Índice de calidad del agua 374
Figura 112. ICA cause principal rio mayo 375
Figura 113. Mapa Indice de Uso del Agua 378
Figura 114. Mapa Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL) 387
Figura 115. Mapa Unidades Geomorfológicas 407
Figura 116.Mapa Usos del suelo 415
Figura 117. Mapa capacidad uso de suelo 424
Figura 118. Mapa unidades de suelo 471
Figura 119. Mapa cobertura y uso del suelo 2016 473
Figura 120. Composición Florística Cobertura de Bosque Denso (Bosque Altoandino) 502
Figura 121. Composición Florística Cobertura de Bosque Denso (Bosque Seco) 503
Figura 122. Composición Florística Cobertura de Bosque Ripario 505
Figura 123. Composición Florística Cobertura de Bosque Fragmentado 507
Figura 124. Composición Florística Cobertura de Arbustal 508
Figura 125. Composición Florística Cobertura de Herbazal Denso 510
Figura 126. Distribución de alturas en la Cobertura de Bosque Denso (Altoandino) 513
Figura 127. Perfil vegetación Cobertura de Bosque Denso (Altoandino) 515
Figura 128. Distribución de alturas en la Cobertura de Bosque Denso (Bosque Seco) 516
Figura 129. Perfil Vegetación Cobertura Bosque Denso (Bosque Seco) 518
Figura 130. Distribución de alturas en la Cobertura de Bosque Ripario. 518
Figura 131. Perfil Vegetación Cobertura de Bosque Ripario 521
Figura 132. Distribución de alturas en la Cobertura de Bosque Fragmentado. 522

Figura 133. Perfil Vegetación Cobertura de Bosque Fragmentado 524
Figura 134. Distribución de alturas en la Cobertura de Arbustal. 525
Figura 135. Perfil Vegetación Cobertura de Arbustal 527
Figura 136. Perfil Vegetación Cobertura de Herbazal Denso 528
Figura 137. Índice de Simpson para la Cobertura de Bosque Denso (Altoandino) 532
Figura 138. Índice de Simpson para la Cobertura de Bosque Denso (Bosque Seco) 533
Figura 139. Índice de Simpson para la Cobertura de Bosque Ripario 534
Figura 140. Índice de Jaccard para la Cobertura de Bosque Ripario 535
Figura 141. Índice de Simpson para la Cobertura de Bosque Ripario 536
Figura 142. Índice de Jaccard para la Cobertura de Bosque Ripario 537
Figura 143. Índice de Simpson para la Cobertura de Arbustal 538
Figura 144. Índice de Jaccard para la Cobertura de Arbustal 539
Figura 145. Índice de Simpson para la Cobertura de Herbazal Denso 540
Figura 146. Índice de Jaccard para la Cobertura de Arbustal 541
Figura 147. Mapa de cobertura y uso del suelo de la cuenca del Rio Mayo escala 1:25.000 2006 - 2016 546
Figura 148. Mapa Índice de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales 549
Figura 149. Mapa de Vegetación Remanente 552
Figura 150. Mapa Índice de fragmentación 554
Figura 151. Mapa del Índice de Presión Demográfica 556
Figura 152. Mapa del Índice de ambiente critico 558
Figura 153. Mapa del estado actual de las coberturas naturales 560
Figura 154. Mapa Zonas de vida de la cuenca hidrográfica del río Mayo 562
Figura 155. Zona de Vida Páramo Sub Andino (P-SA) de la Cuenca del Río Mayo 566
Figura 156. Distribución Porcentual de las Especies de Aves Presentes en P-SA Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 584
Figura 157. Distribución porcentual de las especies de Mamíferos presentes en P-SA ubicadas en alguna categoría UICN 2017 587
Figura 158. Distribución porcentual de las especies de Anfibios presentes en P-SA ubicadas en alguna categoría UICN 2017 589
Figura 159. Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Páramo Sub Andino de acuerdo con la Temporalidad 590
Figura 160. Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de Páramo Sub Andino de acuerdo con la Abundancia 591

Figura 161. Especies de Fauna observados por los encuestados en la zona de vida Páramo Sub Andino de acuerdo con el Aprecio / Uso 591
Figura 162. Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Páramo Sub Andino de acuerdo con la Afectación 592
Figura 163. Zona de Vida Bosque Humedo Montano (bh - M) de la Cuenca del Río Mayo 593
Figura 164. Distribución porcentual de las especies de Aves presentes en bh - M ubicadas en alguna categoría UICN 2017 606
Figura 165. Distribución porcentual de las especies de Mamíferos presentes en bh - M ubicadas en alguna categoría UICN 2017 610
Figura 166. Distribución Porcentual de las Especies de Anfibios Presentes en bh - M Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 612
Figura 167. Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Bosque Húmedo Montano de acuerdo con la Temporalidad 613
Figura 168. Especies de Fauna Observados por los Ecuestados en la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano de acuerdo con la Abundancia 614
Figura 169. Especies de Fauna Observados por los Encuestados en el Bosque Húmedo Montano de acuerdo con el Aprecio/Uso 615
Figura 170. Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Bosque Húmedo Montano de acuerdo con la Afectación 615
Figura 171. Zona de Vida Bosque Humedo Montano Bajo (bh-MB) de la Cuenca del Río Mayo 616
Figura 172. Distribución porcentual de las especies de Mamíferos presentes en bh - Mb ubicadas en alguna categoría UICN 2017 633
Figura 173. Distribución porcentual de las especies de Anfibios presentes en bh - MB ubicadas en alguna categoría UICN 2017 634
Figura 174. Especies de Fauna observados por los encuestados en la zona de vida Bosque Humedo Montano bajo de acuerdo a la Temporalidad 635
Figura 175. Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Bosque Humedo Montano Bajo de acuerdo a la Abundancia 636
Figura 176. Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Bosque Humedo Montano Bajo de acuerdo con el Aprecio/Uso 636
Figura 177. Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Bosque Humedo Montano Bajo de acuerdo a la Afectación 637

Figura 178. Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo 640
Figura 179. Distribución Porcentual de las Especies de Aves Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 658
Figura 180. Distribución Porcentual de las especies de Mamíferos Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 661
Figura 181. Distribución Porcentual de las Especies de Anfibios Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 663
Figura 182. Distribución Porcentual de las Especies de Reptiles Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 665
Figura 183. Especies de Fauna Observados por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) de acuerdo con la Temporalidad 666
Figura 184. Especies de Fauna observados por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) de acuerdo con la Abundancia 667
Figura 185. Especies de Fauna Observadas por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) de Acuerdo al Aprecio/Uso 668
Figura 186. Especies de Fauna Observadas por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) de acuerdo a la Afectación 669
Figura 187. Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo. 670
Figura 188. Distribución Porcentual de las Especies de Aves Presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 688
Figura 189. Distribución Porcentual de las Especies de Mamíferos Presentes en Bosque Muy Seco tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 691
Figura 190. Distribución Porcentual de las Especies de Anfibios Presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 693
Figura 191. Distribución Porcentual de las Especies de Anfibios Presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017 695
Figura 192. Especies de Fauna Observados por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) de Acuerdo a la Temporalidad 696
Figura 193. Especies de Fauna Observados por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) de acuerdo a la Abundancia 697
Figura 194. Especies de Fauna observados por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) de acuerdo al Aprecio/Uso 697

Figura 195. Especies de Fauna observados por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) de acuerdo con la Afectación.....698
Figura 196. Resultados sobre el municipio donde los encuestados han pescado.....700
Figura 197. Especies encuntradas en los municipios según las encuestas aplicadas 700
Figura 198. Tamaño aproximado de los peces.....701
Figura 199. Cual fue la última vez que realizo una captura.....702
Figura 200. Ha observado en sus últimas capturas que los peces han disminuido.....702
Figura 201. Peces que han disminuido en las fuentes hídricas de la Cuenca del Río Mayo....703
Figura 202. Mapa de áreas protegidas de orden nacional y regional.....707
Figura 203. Mapa predios adquiridos por los municipios en el área de la cuenca del Rio Mayo para protección.....719
Figura 204. Mapa de ecosistemas estratégicos cuenca rio Mayo.....720
Figura 205. Mapa Población por municipios a 2017 732
Figura 206. Población por zonas según censo 2005 (Proyección 2017).....733
Figura 207. Tasa de crecimiento poblacional.....734
Figura 208. Número de habitantes por cabecera municipal 735
Figura 209. Número de habitantes por sector rural municipal.....736
Figura 210. Mapa Población total por municipios pertenecientes a la cuenca 737
Figura 211. Porcentaje de la población existente por municipios de la cuenca Rio Mayo 2017. 738
Figura 212. Pirámide poblacional de los municipios de la cuenca 2017.....739
Figura 213. Pirámide poblacional de la cuenca 2017.....740
Figura 214. Población por sexo en la cuenca 742
Figura 215. Mapa Población femenina por sección censal de la cuenca 743
Figura 216. Mapa Población masculina por sección censal de la cuenca.....744
Figura 217. Relación de población según rangos de edad 745
Figura 218. Población en edad escolar en la cuenca 2017.....747
Figura 219. Porcentaje de la población en edad de trabajar por municipio 2017 748
Figura 220. Población en edad de trabajar según rangos de edad y genero cuenca 2017 749
Figura 221. Población adulta mayor según rango de edad y genero cuenca 2017 750
Figura 222. Mapa Turismo ecológico y religioso.....755
Figura 223. Tasa de analfabetismo en la cuenca en los municipios de la cuenca 758
Figura 224. Régimen de salud según número de afiliados, 2017 762
Figura 225. Vivienda según el tipo por municipios de la cuenca.....764

Figura 226. Relación predial por sector a nivel municipal 774
Figura 227. Distribución poblacional a nivel municipal por sectores 775
Figura 228. Mapa Relación predial municipal por sectores 776
Figura 229. Avalúo catastral a nivel municipal para la cuenca 777
Figura 230. Relación avalúo urbano rural a nivel municipal 779
Figura 231. Avalúos por sectores nivel municipal 780
Figura 232. Tasa de crecimiento división predial por municipio 783
Figura 233. Tasa de crecimiento avalúo catastral por municipio 784
Figura 234. Relación predial cuenca vs municipios 785
Figura 235. Mapa División predial en la cuenca 789
Figura 236. Mapa Relación predial por área en la cuenca 791
Figura 237. Predios a nombre de las administraciones municipales 794
Figura 238. Áreas protegidas en la cuenca 795
Figura 239. Predios de intersección en las áreas de conservación 797
Figura 240. Predios según la clasificación de suelos productivos 800
Figura 241. Mapa Zonas Relativamente Homogéneas 802
Figura 242. Mapa unidad agrícola familiar minima 804
Figura 243. Mapa unidad agrícola familiar maxima 806
Figura 244. Necesidades Básicas Insatisfechas NBI 809
Figura 245. Usos del suelo 850
Figura 246. Mapa Infraestructura asociada al desarrollo y macroproyectos 875
Figura 247. Registro de eventos amenazantes 935
Figura 248. Porcentajes de Eventos amenazantes por Municipio 936
Figura 249. Eventos amenazantes 937
Figura 250. Ocurrencia Eventos Amenazantes 938
Figura 251. Ocurrencia Movimientos en Masa por porcentaje 939
Figura 252. Ocurrencia a Incendios Forestales 940
Figura 253. Eventos Sísmicos Registrados por RSNC. 941
Figura 254. Eventos de Inundaciones (color amarillo) y Avenidas Torrenciales (color naranja). 942
Figura 255. Eventos de Incendios Forestales. 943
Figura 256. Eventos Movimientos en Masa. 944
Figura 257. Mapa proceso morfodinamico 955
Figura 258. Mapa susceptibilidad a inundaciones por proceso morfodinamico 955

Figura 259. Susceptibilidad a inundaciones.....957
Figura 260. Áreas afectadas y susceptibles a fenómenos.....958
Figura 261. Áreas de susceptibilidad a inundaciones.....959
Figura 262 Detalle de zonas inundables a escala 1: 25.000.....961
Figura 263 Detalle del trabajo de georeferenciacion.....962
Figura 264 Ortofoto puente sobre el rio Mayo limite Nariño, Cauca.....963
Figura 265 Puntos geodésicos en campo y generados, San Pablo 2.....963
Figura 266 Detalle de la topografía final. Planta y Secciones.....964
Figura 267. Ortofotomosaico puente sobre el rio Mayo, frontera entre Cauca y Nariño.....965
Figura 268. Rio Mayo, Salida Oeste del casco urbano de San Pablo.....965
Figura 269. MDS La Cruz, puntos de control en negro.....966
Figura 270. Obtención de las geometrías necesarias para insertar datos al HEC RAS. Zona salida San Pablo.....967
Figura 271. Secciones obtenidas con el HEC Geo RAS y ventana de obtención de secciones 3D. 968
Figura 272. Detalle del ingreso de los datos y estructura del proyecto para la sección de San Pablo 2 entrada este del casco urbano.....968
Figura 273. Configuración de periodos de retorno.....970
Figura 274. Área inundada, resultado del procesamiento en HEC RAS.....971
Figura 275. Secciones inundadas en corte trasversal.....971
Figura 276. Detalle de los datos obtenidos en HEC RAS e importados al Arc GIS.....972
Figura 277. Zona inundada puente Remolino.....972
Figura 278. Zona inundada salida San Pablo.....973
Figura 279. Zona inundada Entrada San Pablo.....973
Figura 280. Zona inundada Salida Belén.....974
Figura 281. Zona inundada caserío Tajumbina.....974
Figura 282 Detalle de zona de inundación generada a través de la topografía, San Pablo 2...975
Figura 283 Detalle de la topografía usada para el estudio detallado, San Pablo 2.....976
Figura 284 Detalle de zona inundada, zona Belén.....976
Figura 285 Topografía detallada para el estudio de Belén.....977
Figura 286 Zona de inundación San Pablo 1.....977
Figura 287 Detalle de la topografía levantada para efectos del análisis detallado.....978
Figura 288 Zona de inundación Tajumbina.....978
Figura 289 Detalle de topografía levantada para el estudio Tajumbina.....979

Figura 290 Zona de inundación Remolino Puente Mayo 979
Figura 291 Topografía detallada zona Remolino, Puente Mayo. 980
Figura 292 Sección trasversal con líneas de inundación a diferentes tiempos de retorno..... 980
Figura 293. Zonas de amenaza por inundación en un periodo de retorno de 100 años..... 982
Figura 294. Partes que conforman un movimiento en masa. 983
Figura 295. Proceso de deterioro de un movimiento en masa. 985
Figura 296. Caída de bloques por gravedad en roca fracturada. 987
Figura 297. Procesos de Deterioro 987
Figura 298. Volteo o Inclinación de Materiales Residuales. 988
Figura 299. Esquema proceso Reptación. 988
Figura 300. Deslizamiento en suelos blandos 989
Figura 301. Deslizamiento Rotacional 990
Figura 302. Deslizamiento de Traslación 991
Figura 303. Esquema de un Esparcimiento Lateral. 992
Figura 304. Esquema de una Avalancha 993
Figura 305. Tipos de Movimientos en Masa. 996
Figura 306. MDT Río Mayo. 1002
Figura 307. Eventos Movimientos en Masa Río Mayo. 1003
Figura 308. Estado de Eventos Movimientos en Masa. 1004
Figura 309. Unidades Geológicas Cuenca Río Mayo. 1005
Figura 310. Susceptibilidad a MM por Unidades Geológicas 1006
Figura 311. Susceptibilidad a MM por Unidades Geomorfológicas. 1006
Figura 312. Tipos de Cobertura Vegetal. 1008
Figura 313. Susceptibilidad a MM por Uso del Suelo 1009
Figura 314. Tipos de Pendiente Cuenca Río Mayo 1010
Figura 315. Susceptibilidad a MM por Pendiente 1010
Figura 316. Calificación de Susceptibilidad a MM por Pendiente 1011
Figura 317. Susceptibilidad a Movimientos en Masa 1012
Figura 318. Categorización Amenaza Precipitación Baja. 1014
Figura 319. Categorización Amenaza Precipitación Media 1014
Figura 320. Categorización Amenaza Precipitación Alta 1015
Figura 321. Mapa Amenaza Sísmica 1016
Figura 322. Elementos expuestos. 1017
Figura 323. Escenario 1. Susceptibilidad MM y Amenaza Sísmica. 1018

Figura 324. Escenario 2. Susceptibilidad MM y Precipitación Media. 1020
Figura 325. Escenario 3. Susceptibilidad y Precipitación Baja. 1021
Figura 326. Escenario 4. Susceptibilidad y Precipitación Alta. 1022
Figura 327. Escenario 5. Susceptibilidad, Sismicidad y Precipitación Media. 1023
Figura 328. Escenario 6. Susceptibilidad, Sismicidad y Precipitación Baja 1024
Figura 329. Escenario 7. Susceptibilidad, Sismicidad y Precipitación Alta. 1025
Figura 330. Elementos expuestos. 1026
Figura 331. Mapa Escenario 8. Amenaza Final a Movimientos en Masa 1027
Figura 332. Índice de Variabilidad 1032
Figura 333. Morfométrico de Vulnerabilidad 1036
Figura 334. Vulnerabilidad a Eventos Torrenciales (IVET) 1038
Figura 335. Tipos de Pendiente Cuenca Río Mayo. 1039
Figura 336. Geomorfología – Procesos Morfodinámicos Cuenca Río Mayo 1040
Figura 337. Geomorfología de origen Fluvial, Aluvial, Coluvial y Diluvial. 1040
Figura 338. Mapa Categorización Susceptibilidad a Eventos Torrenciales 1041
Figura 339. Mapa Amenaza por Avenidas Torrenciales en Áreas Priorizadas 1042
Figura 340. Amenaza por Avenidas Torrenciales 1043
Figura 341. Eventos de Avenidas Torrenciales 1044
Figura 342. Eventos Amenazantes Quebrada Mocondino – Belén. 1045
Figura 343. Esquema de trabajo amenaza por incendios forestales 1054
Figura 344. Ponderación Variables Climáticas. 1056
Figura 345. Pendiente en Porcentaje 1057
Figura 346. Distancia a Vías 1059
Figura 347. Mapa Amenaza a incendios forestales 1060
Figura 348. Conflicto de uso del suelo 1073
Figura 349. Mapa de conflicto por perdida de cobertura 1075

Lista de Fotografías

Fotografía 1. Registro Fotográfico Reunión Conformación y elección junta directiva Consejo de Cuenca Río Mayo.....52
Fotografía 2. Secuencia de lodolitas y limolitas, de color gris a negro, del Conjunto Kv, en cercanía de la población del Carmen, Municipio de San Lorenzo. 123
Fotografía 3. Arenisca conglomerática de la Formación Esmita, en Cercanías de San Pablo. 127
Fotografía 4. Cascada sobre secuencia de roca conglomerática de Formación Esmita, vía San Pablo a la vereda Campo Bello. 128
Fotografía 5. Aspecto moteado del pórfido de composición andesita, en la vía La Cañada a Villanueva.....129
Fotografía 6. Secuencia de flujos de lodo y piroclastos (Qflp) en la Vía San Pablo- La Cruz...133
Fotografía 7. Aforo Punto No. 1. Río Mayo.....293
Fotografía 8 Aforo Punto No. 2. Río Tajumbina.....294
Fotografía 9. Aforo Punto No. 3. Quebrada Los Molinos 295
Fotografía 10. Aforo Punto No. 4. Río Mayo.....296
Fotografía 11Aforo Punto No. 5. Quebrada La Fragua 297
Fotografía 12. Aforo Punto No. 6. Río Mayo.....298
Fotografía 13. Extracción minera artesanal. 310
Fotografía 14. Punto puente Vereda San Gerardo muestreo aguas arriba 331
Fotografía 15. Punto puente Virgen del Mayo vía corregimiento de Briceño.....332
Fotografía 16. Municipio de San Pablo Aguas Abajo 333
Fotografía 17. Muestreo punto Sector Peligro aguas abajo cuenca Rio Mayo.....334
Fotografía 18. Frontera Departamentos de Cauca y Nariño 335
Fotografía 19. San Pablo – La Cruz: Tomada desde N 1008111 – E 676311 Morfología de valle aluvial formado por el Río Mayo. Depósitos aluviales en las riberas del río.....396
Fotografía 20. Tomada desde N 1008510 – E 676494 Morfología de profundo valle en Vé formado por el Río Mayo. Cubierta vegetal natural. Alta pendiente, y alta estabilidad en las laderas....396
Fotografía 21. Volcán Doña Juana (Foto del Convenio 110/2009 Corponariño- CONIF).....400
Fotografía 22. Paisaje de montaña, Vía San Pablo – La Cruz: Tomada desde N 1007405 – E 676445. Morfología de lomas redondeadas, cubiertas de vegetación natural. Alta estabilidad. 409
Fotografía 23. Panorámica altiplanicie, en clima frío húmedo, en la que se destacan diversos niveles de mesas, con disecciones y separadas por taludes escarpados. Río Tajumbina,

corregimiento de Briceño, municipio de San Pablo. (Fotografía: M. Aponte, 1994; IGAC. 2009.). 410
Fotografía 24. Paisaje de Valle, vía al municipio La Cruz, vereda El Chilcal. Amplio valle de morfología plana, cubierto de vegetación. Alta estabilidad. 411
Fotografía 25. Casco Urbano Municipio de la Unión 475
Fotografía 26. Cultivos de café, Municipio de la Unión 477
Fotografía 27. Pastos Limpios, Belén Nariño 478
Fotografía 28. Pastos Enmalezados, La Cruz Nariño 479
Fotografía 29. Mosaico de Pastos y Cultivos, La Cruz 480
Fotografía 30. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Municipio de San Pablo. 481
Fotografía 31. Mosaico de pastos y espacios naturales, Municipio de Colon Génova 482
Fotografía 32. Mosaico de Cultivos y espacios naturales 483
Fotografía 33. Bosque Denso, La Cruz, Vereda Alto de Ledezmas 484
Fotografía 34. Cobertura de Bosque Fragmentado 484
Fotografía 35. Cobertura de Bosque Ripario 485
Fotografía 36. Cobertura de Arbustal, San Lorenzo 486
Fotografía 37. Rio Mercaderes 488
Fotografía 38. Muestreo en parcelas establecidas. 496
Fotografía 39. Cobertura de Bosque Denso (Altoandino) 515
Fotografía 40. Cobertura de Bosque Denso (Bosque seco) 517
Fotografía 41. Cobertura de Bosque Ripario 520
Fotografía 42. Cobertura de Bosque Fragmentado 524
Fotografía 43. Cobertura de Arbustal 526
Fotografía 44. Herbazal denso 528
Fotografía 45. Panorámica de la cobertura de la Vegetación del Páramo Sub Andino 575
Fotografía 46. Excremento de oso andino (Tremarctos ornatus) en medio de hojarasca en Páramo Sub Andino 587
Fotografía 47. Pristimantis w-nigrum (Izquierda) Pristimantis unistrigatus (Derecha) 589
Fotografía 48. Buteo platypterus 604
Fotografía 49. Panorámica del Bosque Humedo Montano Bajo (Izquierda), Dosel del Bosque Húmedo Montano Bajo (Derecha) 626
Fotografía 50. Huella de venado Mazama rufina 631
Fotografía 51. Taller sobre fauna silvestre con niños de la escuela San Gerardo (La Cruz-Nariño) 638

Fotografía 52. Paisajes Representativos de la Zona de Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) que hace parte de la Cuenca del Río Mayo. Abajo derecha: Dosel del bh-PM 639
Fotografía 53. Zona de Muestreo de la Vegetación en el bh-PM - Reserva Natural Alto Dalmacia, Municipio de San Lorenzo 647
Fotografía 54. Vegetación del Bosque Húmedo Premontano – Clavija sp. 650
Fotografía 55. Toma de datos fitosociológicos en campo en el bh-PM 652
Fotografía 56. Cuevas de Dasypus novemcinctus (armadillo) - Reserva Natural Alto Dalmacia (Los Pinos – San Lorenzo) 660
Fotografía 57. Vegetación Característica del Bosque Muy seco Tropical (bms-T) 676
Fotografía 58. Aves observadas en la Zona de Vida de Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) .. 684
Fotografía 59. Ejemplar del genero Chaetostoma 704
Fotografía 60. Ejemplares del genero Brycon 705
Fotografía 61. Ejemplar del genero Trichomycterus 705
Fotografía 62. PNN Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel 708
Fotografía 63. PNN – Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel 710
Fotografía 64. Panorámica del Municipio de Belén 819
Fotografía 65. Panorámica de Colon Génova 821
Fotografía 66. Panorámica del Municipio de La Cruz 823
Fotografía 67. Panorámica Municipio La Unión 826
Fotografía 68. Panorámica Municipio de San Lorenzo 830
Fotografía 69. Panorámica de San Pablo 833
Fotografía 70. Municipio de San Pedro de Cartago 835
Fotografía 71. Panorámica de Taminango 838
Fotografía 72. Panorámica de Florencia 840
Fotografía 73. Panorámica de Mercaderes 843
Fotografía 74. Taller de identificación de amenazas 933
Fotografía 75. Socialización Corponariño – Seccional Norte (La Unión) 946
Fotografía 76. Socialización Colón (Génova) 946
Fotografía 77. Cartografía Social Municipio La Cruz 947
Fotografía 78. Socialización Belén. 948
Fotografía 79. Socialización La Unión. 950
Fotografía 80. Movimiento Reptación, Vereda El Salado, Municipio de La Cruz 989
Fotografía 81 Movimiento Traslacional, Vereda Tajumbina, Municipio La Cruz. 991
Fotografía 82. Pastoreo Intensivo, Municipio de Belén 998

Fotografía 83. Movimiento Reptación, Municipio de Colón 998
Fotografía 84. Movimiento en Masa en Vía a Santa Cecilia..... 999
Fotografía 85. Movimiento en Masa Vía Higuerones - La Unión. 999
Fotografía 86. Movimiento en Masa Vía Florencia – San Pablo..... 1000
Fotografía 87. Entorno, Quebrada Mocondino..... 1045
Fotografía 88. Flujo de Detritos Quebrada Mocondino 1046
Fotografía 89. Deslizamiento Compuesto Quebrada Mocondino..... 1047
Fotografía 90. Deslizamiento Traslacional Quebrada Mocondino..... 1047
Fotografía 91. Eventos Quebrada Mocondino 1048
Fotografía 92. Fisura Corona de Deslizamiento Quebrada Mocondino..... 1049
Fotografía 93. Entorno Centro Poblado El Salado..... 1050
Fotografía 94. Movimiento Rotacional Borde Quebrada La Palma 1050
Fotografía 95. Movimiento Traslacional Quebrada La Palma. 1051
Fotografía 96. Cantidad de Movimientos parte media Quebrada La Palma..... 1052
Fotografía 97. Eventos Quebrada Las Palmas. 1053

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1. Índice de Aridez 89
Ecuación 2. Índice de Aridez 89
Ecuación 3. Índice de Martonne 90
Ecuación 4. Índice de aridez anual 90
Ecuación 5. Índice de aridez mensual 91
Ecuación 6. Evapotranspiración Real (mm) 93
Ecuación 7. Evapotranspiración Potencial sin corregir 93
Ecuación 8. Índice de calor mensual 94
Ecuación 9. Índice de calor anual 94
Ecuación 10. Coeficiente exponencial 94
Ecuación 11. Corrección de la Evapotranspiración 94
Ecuación 12. Evapotranspiración Real media anual (mm) 94
Ecuación 13. Evapotranspiración Potencial 1 95
Ecuación 14. Evapotranspiración Potencial 2 96
Ecuación 15. Radiación solar global incidente del mes considerado expresada en cal/cm2/día 96
Ecuación 16. Intensidad 100
Ecuación 17. Intensidad de lluvia de diseño 101
Ecuación 18. Balance hidrológico 105
Ecuación 19. Balance de agua en la Atmósfera 106
Ecuación 20. Balance en la colmna de suelo 106
Ecuación 21. Caudal o Escorrentia 107
Ecuación 22. Disponibilidad Hídrica 107
Ecuación 23. Cheeturvedi (Shiha y Sharman, 1988) 182
Ecuación 24. Sehegal (1973) 182
Ecuación 25. Tutc (1954) 183
Ecuación 26. Recarga potencial 188
Ecuación 27. Sistema de indexación GOD 192
Ecuación 28. Densidad de drenaje 203
Ecuación 29. Ancho promedio 208
Ecuación 30. Factor Forma (Ancho parcial) 208
Ecuación 31. Factor Forma (Area de la cuenca) 208
Ecuación 32. Coeficiente de compacidad 209

Ecuación 33. Pendiente media del cauce principal 209
Ecuación 34. Pendiente media de la cuenca % 213
Ecuación 35. Descarga máxima de diseño 225
Ecuación 36. Precipitación efectiva 232
Ecuación 37. Demanda Hídrica 267
Ecuación 38. Demanda de agua para uso doméstico 268
Ecuación 39. Demanda de agua para uso industrial 269
Ecuación 40. Demanda de agua para el sector servicios 272
Ecuación 41. Demanda de agua para el sector agrícola 276
Ecuación 42. Demanda de agua para uso pecuario 276
Ecuación 43. Calculo del ICA 369
Ecuación 44. Índice De Uso Del Agua Superficial (Iua) 376
Ecuación 45. Densidad 498
Ecuación 46. Densidad Relativa 498
Ecuación 47. Área Basal 498
Ecuación 48. Área Basal Relativa 498
Ecuación 49. Índice de Valor de Importancia 498
Ecuación 50. *Frecuencia Relativa* 499
Ecuación 51. Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales 547
Ecuación 52. Índice de Vegetación Remanente 550
Ecuación 53. Índice de Fragmentación 553
Ecuación 54. Indicie de Presión demográfica 555
Ecuación 55. Crecimiento poblacional 555
Ecuación 56. porcentaje de áreas restauradas en las cuencas abastecedoras 561
Ecuación 57. Porcentaje de áreas protegidas del SINAP 709
Ecuación 58. Porcentaje de área de ecosistemas estratégicos 721
Ecuación 59. Tasa de crecimiento predial 781
Ecuación 60. Seguridad Alimentaria 811
Ecuación 61. Índice de Variabilidad 1030
Ecuación 62. Amenaza por incendios 1059

1. Conformación del Consejo de Cuenca

1.1. El Consejo de cuenca

El Consejo de cuenca “Es la instancia consultiva y representativa de todos los actores que viven y desarrollan actividades dentro de la cuenca hidrográfica”. Artículo 48, Decreto 1640 de 2012. En este sentido, la función principal del Consejo es el de consolidar los aportes de las instancias base de participación y concertar el POMCA en sus diferentes etapas, y se constituye en un espacio en el que confluyen los diferentes actores e intereses representados en la cuenca.

En el Consejo de Cuenca, las comunidades en general a través de sus representantes pueden participar aportando a “la generación de conciencia, la educación y el estímulo sobre la gestión de los recursos naturales de la cuenca, y la promoción del intercambio de información”, según indica el Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos.

1.2. Funciones de los consejeros

1. Aportar información disponible sobre la situación general de la cuenca.
2. Participar en las fases del Plan de Ordenación de la cuenca de conformidad con los lineamientos que defina el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
3. Servir de espacio de consulta en las diferentes fases del proceso de ordenación y manejo de la cuenca, con énfasis en la fase prospectiva.
4. Servir de canal para la presentación de recomendaciones y observaciones en las diferentes fases del proceso de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica declarada en ordenación, por parte de las personas naturales y jurídicas asentadas en la misma.
5. Divulgar permanentemente con sus respectivas comunidades o sectores a quienes representan, los avances en las fases del proceso de ordenación y manejo de la cuenca.
6. Proponer mecanismos de financiación de los programas, proyectos y actividades definidos en la fase de formulación del plan.
7. Hacer acompañamiento a la ejecución del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca.
8. Elaborar su propio reglamento en un plazo de tres (3) meses contados a partir de su instalación.

9. Contribuir con alternativas de solución en los procesos de manejo de conflictos en relación con la formulación o ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrográfica y de la administración de los recursos naturales renovables de dicha cuenca.

1.3. Metodología para el acompañamiento al proceso de elección del consejo de cuenca

En esta parte de la metodología, y en consideración a que durante la fase de aprestamiento se avanza en la información preparatoria del sentido y proyección de este órgano. Se contempla para la fase de diagnóstico la creación de espacios de formación y de acceso a la información, que acompañen la convocatoria y el proceso de elección del Consejo de Cuenca, en los marcos legales y teóricos que se han establecido anteriormente.

Su objetivo principal es motivar la conformación del Consejo de Cuenca, con especial énfasis en que los actores se informen y obtengan competencias que les permitan asumir las labores consultivas con las herramientas técnicas necesarias. Los espacios de encuentro formativos con los actores inscritos al proceso de selección del Consejo de Cuenca están listados a continuación:

- Acompañamiento en proceso de convocatoria para la elección del Consejo: labores de divulgación e información por múltiples medios para garantizar una convocatoria nutrida en la inscripción de los actores de la cuenca.
- Socialización a los actores inscritos, de informes de aprestamiento: ejercicio para contextualizar los actores sobre la información existente y la faltante en la cuenca, análisis de situación inicial, inventario de problemas, conflictos y potencialidades.
- Involucramiento en los talleres participativos sobre mecanismos de participación ciudadana en procesos ambientales y sobre instrumentos de planificación regional y territorial, con énfasis en POMCAS.
- Taller interactivo sobre gestión integral del riesgo, pieza clave en la planificación del POMCA.

1.4. Estado del arte del Consejo de Cuenca de la cuenca del Río Mayo

De acuerdo, al POMCA Rio Mayo otro de los órganos que forman parte de la estructura orgánica del POMCA, es el Consejo de Cuenca. Para el proceso de elección de sus miembros y la conformación del mismo, la Comisión Técnica llevó a cabo reuniones de acercamiento con los dinamizadores, donde inicialmente enfatizó en la importancia de la articulación regional y temática del POMCA río Mayo, luego del cual se procedió a la designación de los Consejeros quienes actuarán como un órgano consultivo y de gestión, reflejando de esta manera una dinámica social activa en toda la región en procura de la consecución de los objetivos propuestos.

El Consejo de Cuenca se oficializó mediante Acuerdo No. 003 de octubre 22 de 2008, por medio del cual se crea y se reglamentan sus funciones y, aprobado por la Comisión Conjunta.

El Consejo de Cuenca quedó conformado por 17 integrantes representativos de los diferentes sectores sociales e institucionales provenientes de los 10 municipios de la Cuenca.

Tabla 1. *Integrantes del Consejo de cuenca, según su conformación original.*

No	SECTOR	INTEGRANTES
2	Alcaldes	Alexander Realpe Rubio (municipio de Mercaderes (delegado Astul Robles, jefe de planeación)
1	Representante Organizaciones Prestadoras de Servicios Acueducto y Alcantarillado	Adriana Lasso Samboni - Municipio San Pablo
1	INCODER	Gestión Comisión Conjunta
1	CEDENAR - Zona Norte	Carlos Efrén Muñoz
1	Sector Educativo	Fabio Oriol Muñoz Palacios – Municipio La Cruz
1	Organizaciones agroecológicas Juveniles	Segundo Teodoro Gil López - Municipio Colón
1	Sector Paneleros	Marco Aurelio Cerón Trullo - Municipio Florencia
1	Sector Cafetero	Melquiced Córdoba - Municipio de La
1	Sector Frutícola	Gabino Cifuentes - Municipio Cartago
1	Asociaciones Campesinos	Fernando Bolaños - Municipio Belén
1	Asociaciones agroambientales	Henry Castillo - Municipio Taminango
1	Organizaciones de J.A.C.	Gerardo Carlos Moran - Municipio La
1	Organizaciones de Mujeres	Carmen Rosa Córdoba - Municipio San
1	Sector Ecoturístico	Azael Bravo Ordoñez - Municipio La
1	Distritos de Riego	Manuel Villada (Taminango)
1	Sector Ganadero	Eveiro Díaz. Municipio Mercaderes
TOTAL: 17		

Según el informe final de la Fundación, del total de los 17 miembros, sólo tres actores se lograron contactar, el señor Melquiced Córdoba (municipio de la Unión), por el sector cafetero, Gabino Cifuentes, por el sector frutícola. En palabras de los señores Melquiced y Gabino, el inconveniente para contactarlos radica en que gran parte de los miembros son campesinos que se dedican a actividades propias de su oficio y se han desligado de las actividades propias de consejeros del

Consejo de Cuenca, además fue imposible comunicarse porque los números de celular o teléfono que registraron, ya no funciona o está fuera de servicio; se tiene conocimiento de que el Consejo arriba descrito funcionó mientras CORPONARIÑO le hizo acompañamiento técnico y financiero.

1.5. Propuesta de Conformación y/o Reconformación de Consejo De Cuenca Rio Mayo.

Para hacer efectiva la conformación del consejo de cuenca en el marco de la Actualización del POMCA de la cuenca hidrográfica del río Mayo, se ha diseñado una línea metodológica que comprende el protocolo de conformación anteriormente mencionado que define que es un consejo de cuenca, su utilidad social, su estructura orgánica y se indica los criterios bases para definir sus integrantes, y se ha tenido en cuenta el POMCA Rio Mayo 2008 para la posterior implementación a través del procedimiento legal al que haya lugar.

Las fases de aprestamiento y de diagnóstico logran consolidar el Consejo de Cuenca como el órgano fundamental para ejercer la intercomunicación entre las entidades competentes (Corporaciones Ambientales, Alcaldías, Organismos encargados de la Gestión del Riesgo) con las Empresas, Asociaciones Productivas, Campesinas y el universo de actores clave.

A continuación, se describen pasos fundamentales a seguir para la conformación e institucionalización del órgano consultivo en el proceso de ordenación.

En la fase de aprestamiento se avanzó con la identificación de actores clave de los diferentes sectores.

- Identificación de actores, caracterización y vinculación al proceso de ordenación de la cuenca.

Mediante actividades grupales en las cuales se sensibilizará sobre la importancia de la ordenación para las comunidades asentadas en la cuenca. En estas reuniones se socializarán los alcances del plan de ordenamiento y manejo de cuenca. Se empezará una serie de actividades que permitan tomar conciencia a los actores de la cuenca de la importancia de su participación en el proceso, además ha sido una instancia “semillero” de los posibles representantes al Consejo de Cuenca y de las propuestas o posiciones de los actores en cada fase.

- Establecimiento de perfiles de actores comprometidos en la Cuenca

La caracterización y especialización de actores realizada en la fase de aprestamiento permitió establecer un perfil de los actores con un mayor grado de compromiso en relación con el proceso de ordenación. Los resultados de este análisis permiten tomar medidas tendientes a la profundización de la vocación participativa de los actores. De otra parte, se precisaron algunas personas claves dentro de la base de datos de contactos inicial, como posibles actores miembros del Consejo a conformar.

En la fase de diagnóstico fue prioridad finalizar el proceso de conformación del Consejo de Cuenca.

A través de diferentes mecanismos para buscar la comunicación de los consejeros de cuenca del POMCA del año 2008 teniendo en cuenta que no había un medio para su localización, como visita a la zona de residencia, llamada (a JAC, lideres o personas que sabían de su destino), de los 17 integrantes, los Consejeros Gabino Cifuentes de San Pedro de Cartago, Fernando Bolaños de Belén, Manuel Villada de Taminango, manifestaron que desean continuar como integrantes del consejo de cuenca los demás argumentaron que por motivos de Salud, falta de tiempo, otros no viven en la zona, ya no se encuentran en los cargos de la institución que representaban, por lo que deciden no continuar como consejeros de cuenca del Rio Mayo; una vez agotado este proceso y teniendo en cuenta lo anterior se continuara con el avance en la convocatoria para reconformar el consejo de cuenca actual de acuerdo con la Resolución 0509 de 2013 o la norma que la modifique o sustituya.

Para el caso de elección de instituciones de educación superior

Las instituciones de educación superior que aspiren a participar en la elección del representante ante el Consejo de Cuenca allegarán la documentación mediante la cual se acredite el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Certificado de existencia y representación legal.
- Informe sobre proyectos o actividades desarrolladas en la cuenca.
- Original o copia del documento en el cual conste la designación del candidato.

Fecha límite de recepción de documentos: hasta el día 28 de junio de 2017 fecha de convocatoria para la conformación y elección de representantes del consejo de cuenca.

Para el caso de elecciones del representante de las entidades territoriales. El representante de los departamentos y de los municipios será elegido por ellos mismos. Para tal efecto, la Corporación, según el caso, oficiará a los municipios y departamentos respectivamente, con el fin de que elijan sus representantes ante el consejo de cuenca. La elección constara en un acta cuya copia reposara en el expediente contentivo de la documentación del plan de ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica.

Un objetivo de esta actividad de participación es la legitimización para la toma de decisiones frente a la identificación de problemas y necesidades, para lograr su integración en la definición de las políticas, programas o proyectos de desarrollo de cada municipio con área de influencia en la cuenca.

Ya definido el Consejo de cuenca, este organismo será instancia consultiva de las siguientes etapas del Plan de Ordenación de la Cuenca del río Mayo.

1.6. Estructura organizativa del Consejo de Cuenca

En la estructura organizativa del consejo de cuenca se propone que se adecúe a partir de las dinámicas propias que se generen al interior del consejo y a partir de las propuestas de sus actores y pobladores.

Según lo establece el Decreto 1640 del 2 de agosto de 2012. El Artículo 30 del Decreto, destaca que “la estrategia de participación deberá identificar las personas naturales y jurídicas, públicas y privadas, así como las comunidades étnicas que estén asentadas en la respectiva cuenca hidrográfica y definir el proceso de conformación de los Consejos de Cuenca”. Por su parte, la Resolución 0509 del 21 de mayo de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible reglamenta quienes lo integran:

1. Comunidades indígenas tradicionalmente asentadas en la cuenca.
2. Comunidades negras asentadas en la cuenca que hayan venido ocupando tierras baldías en zonas rurales ribereñas de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción y hayan conformado su consejo comunitario de conformidad con la Ley 70 de 1993.
3. Organizaciones que asocien o agremien campesinos.
4. Organizaciones que asocien o agremien sectores productivos
5. Personas prestadoras de servicios de acueducto y alcantarillado.
6. Organizaciones no gubernamentales cuyo objeto exclusivo sea la protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables
7. Las Juntas de Acción Comunal
8. Instituciones de educación superior
9. Municipios con jurisdicción en la cuenca
10. Departamentos con jurisdicción en la cuenca
11. Los demás que resulten del análisis de actores.

Este Consejo deberá ser constituido por máximo tres (3) representantes de los siguientes sectores de la sociedad, para el caso de los numerales 1 y 2 anteriormente expuestos (Comunidades indígenas tradicionalmente asentadas en la cuenca Comunidades negras asentadas en la cuenca que hayan venido ocupando tierras baldías en zonas rurales ribereñas de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción y hayan conformado su consejo comunitario de conformidad con la Ley 70 de 1993) en la cuenca del Rio Mayo se hace una excepción de acuerdo a la certificación N. 0419 del 2017 del Ministerio del Interior en la cual se certifica que no existe presencia de estas comunidades en la cuenca. Ver
Anexo 1. *Así mismo, el período de sus miembros es de cuatro años, contados a partir de su instalación.*

La secretaría deberá ser ejercida por quien escoja el Consejo de Cuenca y se rotará como lo indique el reglamento interno, en el cual estarán definidas también las funciones.

Para la conformación del Consejo de Cuenca del Rio Mayo, se eligieron a los consejeros, en los espacios de socialización y talleres de capacitación desarrollados por parte del equipo de profesionales, en los diferentes municipios, donde se identificaron del grupo de actores sociales a las personas interesadas en participar activamente como consejeros, de este ejercicio se logró

consolidar el listado oficial de Consejeros de la Cuenca del Río Mayo, para posteriormente realizar la Convocatoria de Conformación de Representantes del consejo de cuenca mediante invitación pública a través del Diario del Sur y páginas Web de las Corporaciones Autónomas Regionales de Nariño (CORPONARIÑO) y Cauca (CRC), quienes mediante resolución No. 716 de 15 de Junio del 2017, declaran el ajuste del plan de ordenación y manejo de la sub zona hidrográfica del río Mayo (SZH) (5203). Ver *Anexo 2*. Aquellos interesados en postularse como representantes ante el Consejo de Cuenca hicieron llegar los requisitos de documentación legal, experiencia, delegación y designación como candidatos, los cuales se compilaron y se hicieron llegar en archivo digital a CORPONARIÑO.

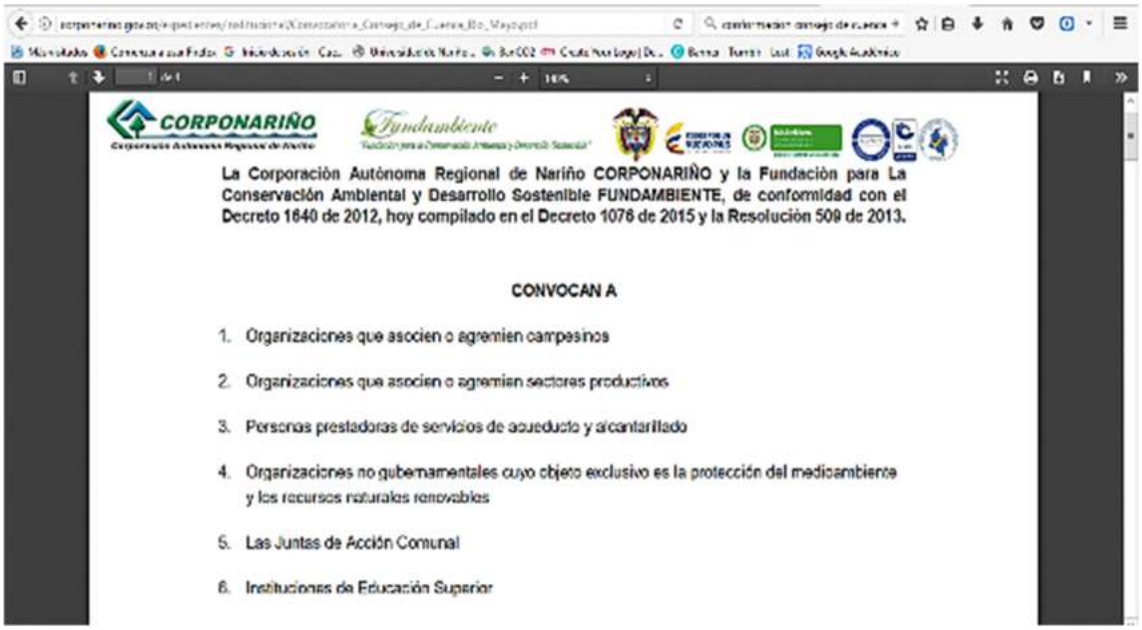


Figura 1. *Invitación Publica CORPONARIÑO Convocatoria Conformación Consejo de Cuenca Río Mayo*



Figura 2. *Invitación Publica CRC Convocatoria Conformación Consejo de Cuenca Río Mayo*

La fecha establecida para la reunión de conformación del consejo de cuenca del Rio Mayo, fue en el municipio de La Unión Nariño el día 28 de junio a partir de las 9:00 a.m. evento en el cual se llevó a cabo la elección de Presidente, Secretario y Suplentes constituyéndose en la primera reunión del consejo, para lo cual se organizaron mesas de trabajo a través de las cuales los consejeros que previamente hicieron llegar la documentación de requisitos pertinentes y se postularon para elección, una vez efectuada la votación, se consolidó el CONSEJO DE CUENCA DEL RIO MAYO con sus respectivos representantes (Presidente, Secretario y suplentes) anexo a continuación:

Tabla 2. *Listado de consejeros y junta directiva del consejo de cuenca del Río Mayo*

N.	MUNICIPIO	NOMBRES	ENTIDAD Y/O SECTOR	CARGO
1	La Unión	Jaime Vilamar	FABISCOL	**Presidente**
2	San Pablo	María Duby Ordoñez Cerón	Comité del Territorio Campesino	**Presidente Suplente**
3	La Unión	Francisco García Toro	EMLAUNION	**Secretario**
4	Mercaderes	Sigifredo Díaz	UMATA/M Ambiente	**Secretario Suplente**
5	Cartago	Gabino Cifuentes	Sector Frutícola	Consejero
6	Cartago	José Libardo Benavides	G Riesgo Alcaldía	Consejero
7	S. Lorenzo	Camilo Delgado	Alcaldía (Sec. Gob.)	Consejero
8	La Unión	Jesús Humberto Yela	Asociación LA VEGA	Consejero
9	La Unión	Albeiro Díaz	Sec. Agricultura Alcaldia	Consejero
10	La Unión	Francisco López	Org. Agrosolidaria	Consejero
11	La Union	Luis Alfonso Sánchez	JAC	Consejero
12	La Union	Wilson Fredy Burbano	JAC	Consejero
13	La Unión	María clementina Narváez	Asociación Agro-productiva, Agrobosques	Consejero
14	La Unión	Marino Gómez	Grupo Asociativo	Consejero
15	Colon	Bellamary bravo Muñoz	Escuela Agroambiental	Consejero
16	Colon	Ferney Gamboa	Concejal	Consejero
17	Colon	Marino García Martinez	Concejal	Consejero
18	Colon	Bolivar urbano	JAC	Consejero
19	La Cruz	Leonardo Molina	Comité Agrario	Consejero
20	La Cruz	Andres Ordoñez	Alcaldía	Consejero
21	La Cruz	Alfonso Arellano	Alcaldía	Consejero
22	Taminango	Hernán Erazo	Defensa Civil	Consejero
23	Taminango	Allende Eber Eraso	Asocart	Consejero
24	San Pablo	Dalis Javenis Muñoz	EMSANPABLO	Consejero
25	Belén	Raúl Zuñiga	ASOAGROBELEN	Consejero
26	Belén	Fernando Bolaños	Asociación Campesinos	Consejero
27	Belén	Ángela Ruiz	UMATA	Consejero
28	Belén	Nery Serafín Ordoñez	JAC	Consejero
29	Belén	Mónica Lucero Tescual Diaz	Asociacion YulianCueros	Consejero
30	La Cruz	Fabio Rosero	Corponariño la cruz	Consejero
31	Mercaderes	Ulber Castillo Días	ASOAGRAR	Consejero
32	Pasto	Jorge Fernando Navia	Universidad de Nariño UDENAR	Consejero
33	Florencia	Segundo Fabio Ordoñez	Medio Ambiente	Consejero

La conformación del consejo de cuenca se evidencia en acta N.001, Conformación Consejo de Cuenca río Mayo. Ver *Anexo 3*. La cual se leyó al finalizar la asamblea dando a conocer el desarrollo del orden del día y resultados del proceso de elección de representantes, avalada a través de las firmas de los asistentes a la reunión de convocatoria.



Fotografía 1. *Registro Fotográfico Reunión Conformación y elección junta directiva Consejo de Cuenca Río Mayo*

El Consejo de Cuenca se regirá para su funcionamiento por lo dispuesto en el capítulo V del Decreto 1640 de 2012, el reglamento interno y lo siguiente:

En su primera sesión se debe elegir al presidente y secretario con sus respectivos suplentes mediante el conteo de la mitad más uno de los votos de los asistentes.

En el reglamento interno se definen los aspectos relativos a: las sesiones, quórum, y en general sobre el funcionamiento del consejo de cuenca.

Siguiendo los anteriores parámetros el consejo de cuenca debe contar con una mínima estructura organizativa. Esta se irá enriqueciendo y concretando a partir de las decisiones y dinámicas propias del consejo.

Se debe tener en cuenta, que la operación de los consejos de cuenca implica gastos de logística (transporte, papelería, etc.), en particular, para los representantes de comunidades de base. Una de las primeras decisiones que deben tomar los consejeros es la de cómo pagar los gastos de logística básica. Después, si el consejo o algún actor específico dará apoyos a algún miembro. De acuerdo con esas decisiones quedará claro si el Consejo necesita o no tener tesorería, por ejemplo. Aquí vale la pena recordar que, según el artículo 48 del Decreto 1640 de 2012, la autoridad ambiental competente podrá apoyar los aspectos logísticos y financieros para el funcionamiento del Consejo de Cuenca.

El Consejo de cuenca incide en los procesos de ordenación, así que una vez ha sido elegido consejero, debe saber quiénes lo acompañarán en esta misión y tener claras sus funciones:

1.6.1. Estatutos del consejo de cuenca

Los estatutos del consejo de cuenca fueron establecidos mediante 4 sesiones donde los consejeros con el apoyo de la junta directiva y el personal de Fundambiente deliberaron de forma constructiva para definir el reglamento interno de este Ver Anexo 4.

2. Caracterización de la Cuenca Hidrográfica

2.1. Caracterización Básica

La cuenca del río Mayo, se encuentra localizada en la parte nororiental del Departamento de Nariño y al Sur del Departamento del Cauca, con una extensión total de 87.359,48 ha, enmarcada sobre las siguientes coordenadas planas: 1.027.091,936 y 682.956,883 Nororiente; 973.575,147 y 682.956,883 Noroccidente; 1.027.091,936 y 657.106,579 Suroriente y 973.575,147 y 657.106,579 Suroccidente.

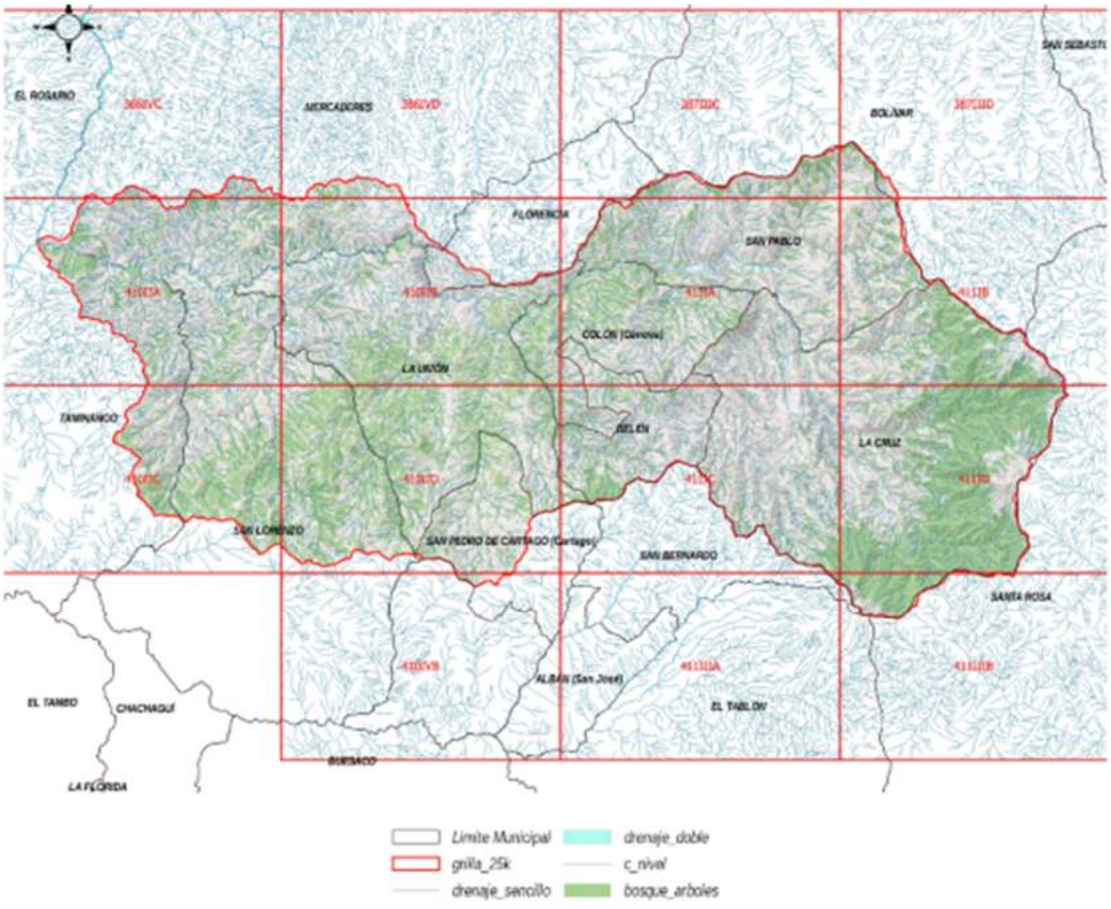


Figura 3. *Mapa Topografía Base*
(Ver Anexo Cartográfico 1)

Para el caso de la división política se delimitó las unidades político-administrativas que hacen parte de la cuenca, con lo cual se obtuvo el Mapa con la división Político Administrativa de la

Cueca Río Mayo, en este se representan los límites departamentales, límites municipales y la localización de centros poblados, este producto tuvo como fuente cartográfica el mapa de división política escala 1:25000 de IGAC.

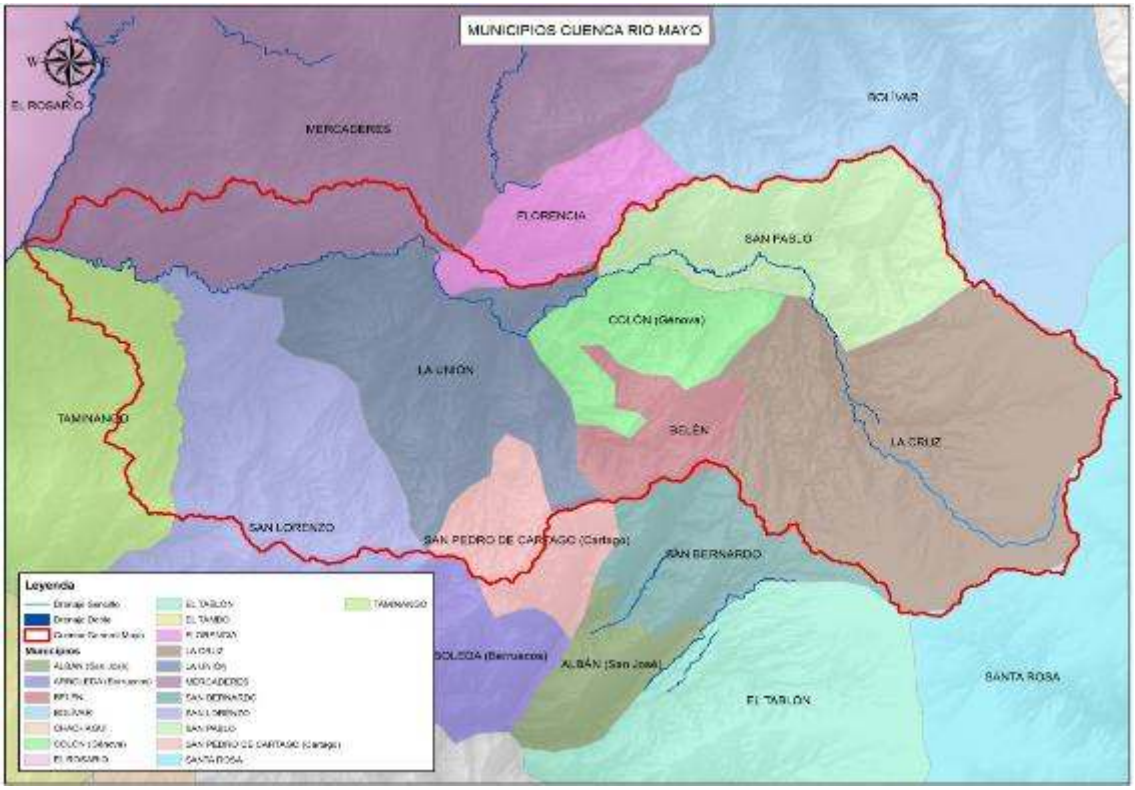


Figura 4. *Mapa División Político-Administrativa*
(Ver Anexo Cartográfico 2)

2.2. Caracterización Fisico-Biotica

2.2.1. Clima. El clima de una zona o área está determinado por la observación del tiempo en un periodo relativamente largo; y se entiende por tiempo la suma total de las condiciones atmosféricas (precipitación, temperatura, presión, vientos, humedad) para un periodo corto y es el estado atmosférico momentáneo.

De acuerdo con lo anterior no se debe confundir el concepto de tiempo con el de clima, que se refiere al estado medio de la atmósfera en un lugar dado, conociéndose después de una larga

serie de observaciones durante diez años como mínimo (OMM) diez años y en general de treinta y cinco años (Ciclo de Bruckner).

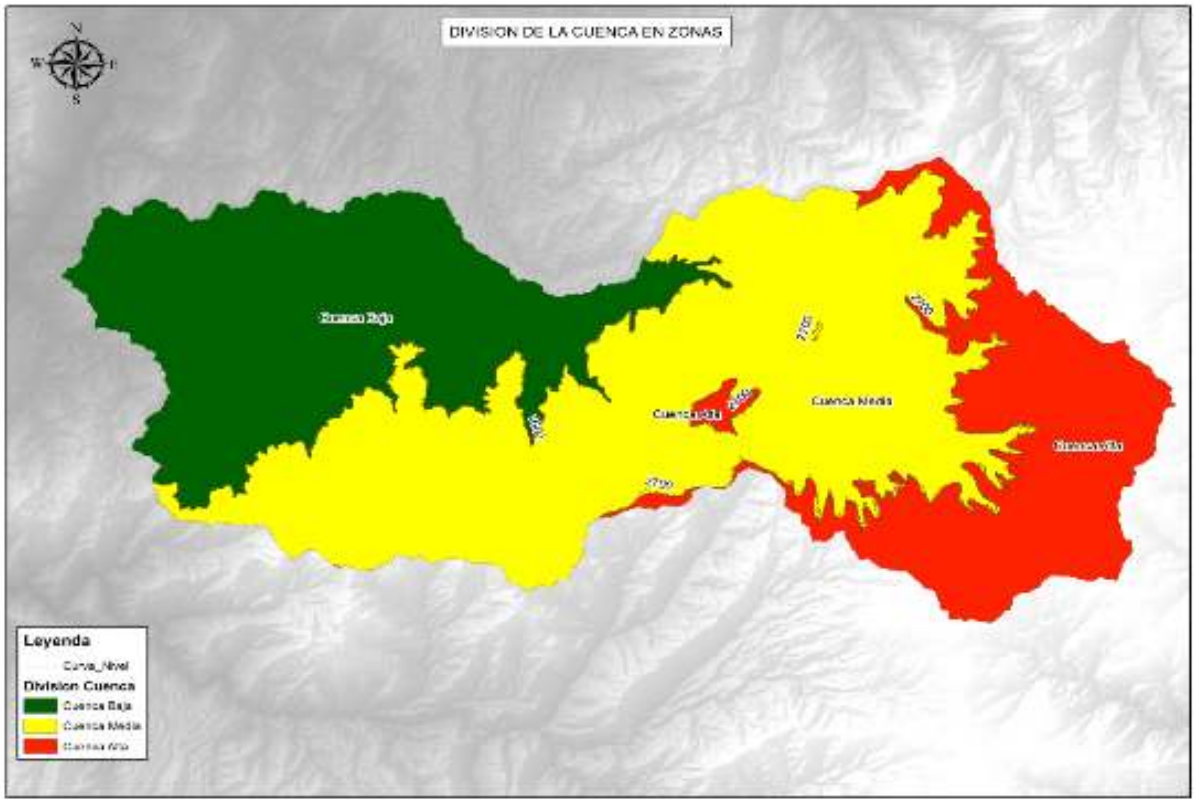


Figura 5. *División de la Cuenca Hidrográfica Rio Mayo en Zonas*

El clima consta de varios elementos que son modificados por factores que finalmente serán las responsables de las características climáticas de un lugar determinado.

Entre los factores determinantes más relevantes que definen el clima de una zona o área, están: movimiento de la tierra, altitud, latitud, corrientes marinas, disposición del relieve, distancia de mares y tierras, etc. Los factores forzantes más nombrados según IDEAM, son los radiactivos y el efecto invernadero.

Se denominan elementos del clima al conjunto de partes o de componentes que definen el clima y que son el resultado de la combinación de fenómenos físicos ocurridos en la capa inferior de la atmósfera (tropósfera) a menos de 11.000 metros de altura. Estos fenómenos interactúan entre sí y son modificados por los factores del clima.

Tabla 3. *Estaciones en cada zona de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo*

Ubicación Estaciones en Cada Zona de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo								
No.	Código	Nombre	Cat.	Tipo	Estado	Corriente	Ubicación	Zona
1	52037010	CAÑADA LA	LG	CON	ACT	MAJO	DENTRO	MEDIA
2	52035020	VIENTO LIBRE	ME	CON	ACT	MAYO	DENTRO	BAJA
3	52045030	SAN BERNARDO	CO	CON	ACT	JUANAMBU	FUERA	ALTA
4	52045040	TAMINANGO	CO	CON	ACT	JUANAMBU	FUERA	MEDIA
5	52035040	VIENTO LIBRE	CP	AUT	ACT	MAYO	DENTRO	BAJA
6	52025010	BOLIVAR	CO	CON	ACT	SAMBINGO	FUERA	BAJA
7	52025030	MERCADERES	CO	CON	FSR	SAMBINGO	FUERA	BAJA
8	52025050	SIERRA LA	CO	CON	ACT	GUACHICONO	FUERA	MEDIA
9	52025020	MILAGROS LOS	CO	CON	ACT	SAMBINGO	FUERA	ALTA
10	47015040	MICHOACAN	CO	CON	ACT	PUTUMAYO	FUERA	ALTA
11	47015030	SIBUNDOY	CO	CON	SUS	PUTUMAYO	FUERA	ALTA
12	52030010	HIDROM. CASA MAQ	PM	CON	SUS	MAYO	DENTRO	MEDIA
13	52030020	PRESA HIDROMAYO	PM	CON	SUS	MAYO	DENTRO	MEDIA
14	52030060	HIDROMAYO CAMP	PM	CON	ACT	MAYO	DENTRO	MEDIA
15	52030080	TAMINANGO	PM	CON	SUS	MAYO	DENTRO	BAJA
16	52030090	CRUZ LA	PM	CON	ACT	MAYO	DENTRO	ALTA
17	52030030	UNION LA	PM	CON	ACT	MAYO	DENTRO	MEDIA
18	52040160	BERRUECOS	PM	CON	ACT	JUANAMBU	FUERA	MEDIA

Los más importantes son los siguientes: radiación solar, temperatura, humedad, evaporación, presión atmosférica, vientos y precipitaciones.

Siguiendo el criterio de división de las Cuencas Hidrográficas en las tres zonas de alta, media y baja y la distribución espacial de las estaciones se analiza el clima en cada una de estas zonas.

Del cuadro anterior se observa que cuatro estaciones están suspendidas, pero sin embargo tienen información suficiente y buena como para tenerla en cuenta en este estudio.

Los parámetros o elementos que definen básicamente el Clima de un área son la precipitación, la temperatura, la humedad relativa y el brillo solar, parámetros que se analizan a continuación para cada zona de la Cuenca.

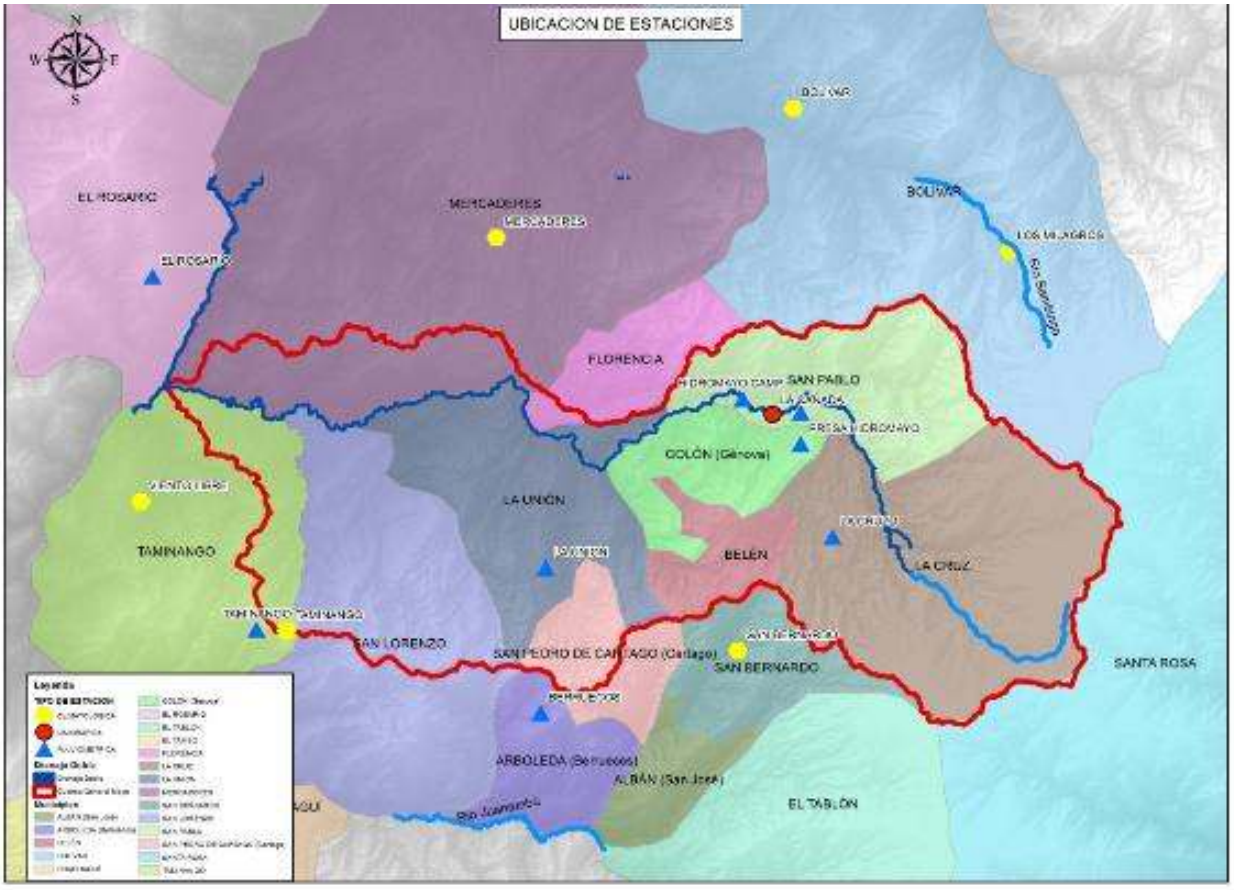


Figura 6. *Mapa Red Estaciones Meteorológicas*

(Ver Anexo Cartográfico 3)

- Precipitación: Es la cantidad de agua meteórica total, líquida o sólida, que cae sobre una superficie determinada.
- Temperatura: Es el resultado de una sensación, por eso se dice que un cuerpo está caliente o frío.
- Humedad relativa: Es el vapor de agua que existe en una masa de aire, que se expresa como un porcentaje de la cantidad total que existiría si el aire estuviera saturado. Por lo tanto, es la relación de la cantidad de vapor de agua existente con la máxima admisible en un volumen determinado de aire, por eso, se expresa en porcentaje.
- Brillo solar: Es la duración en horas de la insolación, es decir, la exposición a los rayos solares durante un día, expresado en horas.

- Evaporación: Es un proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, tras haber adquirido suficiente energía para vencer la tensión superficial.

La *Tabla 4* nos indica el número y que clase de parámetros mide cada estación como también la longitud de la serie de medición de los parámetros en años.

Tabla 4. *Parámetros y extensión series de cada estación*

PARAMETROS Y EXTENSION SERIES DE CADA ESTACION				
CLASE	**CATEGORIA**	**NOMBRE**	**PARAMETROS**	**SERIE (años)**
HID	LG	LA CAÑADA	NIVELES	**55**
			CAUDALES	
MET	ME	VIENTO LIBRE	PRECIPITACION	**29**
			EVAPORACIÓN	
MET	CO	MERCADERES	PRECIPITACIÓN	**45**
			TEMPERATURA	
			HUMEDAD RELATIVA	
			EVAPORACIÓN	
			BRILLO SOLAR	
MET	CO	SAN BERNARD	PRECIPITACIÓN	**44**
			TEMPERATURA	
			HUMEDAD RELATIVA	
			EVAPORACIÓN	
			BRILLO SOLAR	
MET	CO	TAMINANGO	PRECIPITACIÓN	**44**
			TEMPERATURA	
			HUMEDAD RELATIVA	
			EVAPORACIÓN	
			BRILLO SOLAR	
MET	PM	HIDROMAYO	PRECIPITACIÓN	**58**
MET	PM	PRESA HIDRO	PRECIPITACIÓN	**37**
MET	PM	TAMINANGO	PRECIPITACIÓN	**43**
MET	PM	LA CRUZ	PRECIPITACIÓN	**45**
MET	PM	LA UNION	PRECIPITACIÓN	**57**
MET	PM	BERRUECOS	PRECIPITACIÓN	**36**
MET	PM	HIDROMAYO	PRECIPITACION	**20**
MET	CO	BOLIVAR	PRECIPITACIÓN	**44**
			TEMPERATURA	
			HUMEDAD RELATIVA	
			EVAPORACIÓN	
			BRILLO SOLAR	
MET	CO	LA SIERRA	PRECIPITACIÓN	**44**
			TEMPERATURA	
			HUMEDAD RELATIVA	
			EVAPORACIÓN	
			BRILLO SOLAR	
MET	CO	LOS MILAGROS	PRECIPITACIÓN	**43**
			TEMPERATURA	
			HUMEDAD RELATIVA	
			EVAPORACIÓN	
			BRILLO SOLAR	
MET	CO	MICHOACAN	PRECIPITACIÓN	**38**
			TEMPERATURA	
			HUMEDAD RELATIVA	
			EVAPORACIÓN	
			BRILLO SOLAR	
MET	CO	SIBUNDOY	PRECIPITACIÓN	**39**
			TEMPERATURA	
			HUMEDAD RELATIVA	
			EVAPORACIÓN	
			BRILLO SOLAR	

La longitud de las series va desde 20 años hasta los 58 años, lo cual nos indica que se está dentro de la normatividad de la OMM para analizar el clima de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo. Ver Anexo 5.

Si a esto le agregamos la poca instrumentación de estaciones en las Cuencas Hidrográficas, es viable analizar la información teniendo distintas longitudes de series, con buenos resultados.

De las siete (7) estaciones ubicadas dentro de la Cuenca Hidrográfica Rio Mayo, se obtiene una precipitación promedio mensual multianual de 128 mm.

Tabla 5. *Valores Medios Mensuales Multianuales Precipitación Rio Mayo*

Valores Medios Mensuales Multianuales De Precipitación Cuenca Hidrográfica Rio Mayo													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Hidromayo	143,7	139,0	152,2	164,7	114,5	57,5	29,6	32,3	71,2	209,5	248,4	204,5	1.567,1
Tamanango pm	111,6	95,9	141,8	182,7	164,7	74,3	44,6	50,6	95,0	194,7	197,3	142,0	1.495,1
La presa hidromayo	157,3	143,2	172,4	190,3	123,5	47,2	23,1	25,4	77,4	177,0	247,1	185,0	1.568,8
La unión	173,6	167,9	198,2	231,0	189,9	105,2	52,7	49,2	100,2	267,4	319,6	238,5	2.093,4
La cruz	137,6	122,4	141,5	149,4	100,9	37,6	36,9	22,9	49,5	177,6	213,9	189,7	1.379,8
Viento libre me	60,0	55,6	89,9	103,4	82,8	46,3	31,7	21,7	44,8	112,7	122,3	71,9	843,3
Hidromayo casa maq	150,3	164,8	160,3	236,5	128,7	53,0	33,4	32,7	66,8	289,5	285,0	200,9	1.801,9
Promedio	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	1.535,6

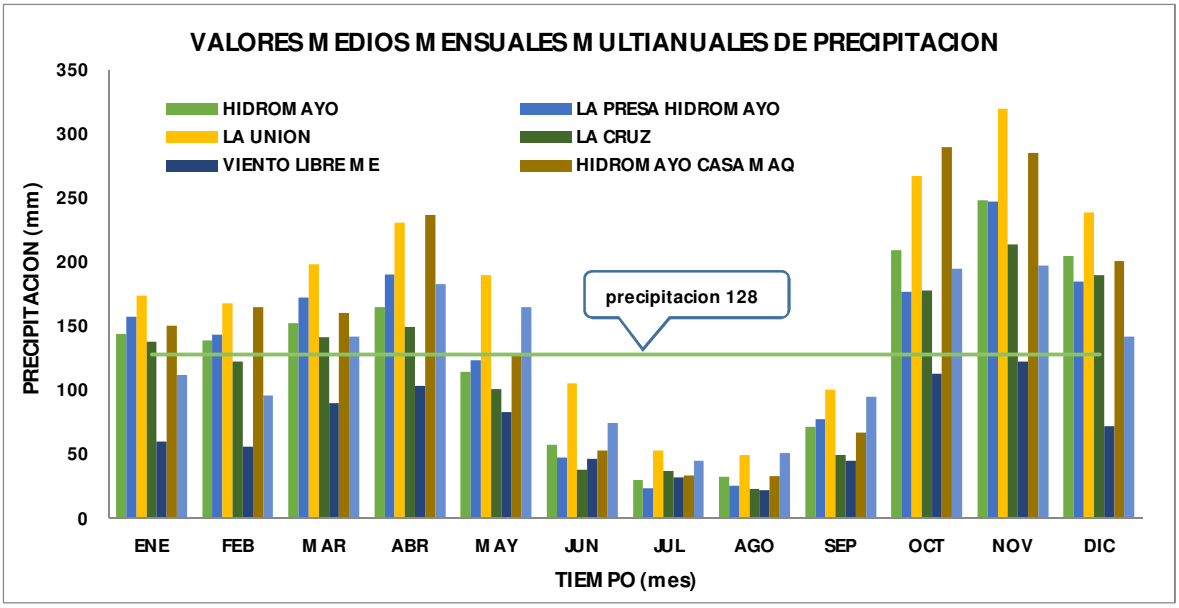


Figura 7. *Medios mensuales multianuales Precipitación Cuenca Rio Mayo*

2.2.1.1. Clima zona alta cuenca hidrográfica rio mayo. En la zona alta hay cinco (5) estaciones meteorológicas, una (1) dentro de la Cuenca Hidrográfica y cuatro (4) fuera. Las cuatro (4) que están fuera son climatológicas y una (1) que está dentro es pluviométrica. Las cinco (5) miden el parámetro de precipitación y las cuatro climatológicas miden, además, temperatura, humedad relativa, evaporación y brillo solar.

La precipitación promedio de esta Zona Alta de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo considerando las cinco (5) estaciones es de 136 mm

Tabla 6. *Valores Medios Mensuales Multianuales Precipitación Rio Mayo*

VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE PRECIPITACION CUENCA HIDROGRAFICA RIO MAYO													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
San Bernardo	203,2	181,5	205,7	212,2	164,1	71,9	53,5	44,5	84,6	235,8	307,3	248,7	2.012,9
Los Milagros	155,7	136,7	150,2	163,1	107,3	44,6	30,0	24,2	54,2	190,8	215,2	192,7	1.464,7
Michoacan	98,3	114,3	137,8	172,7	191,8	204,5	202,1	136,7	113,9	100,8	104,4	110,3	1.687,5
Sibundoy	90,3	94,9	123,0	148,3	178,3	188,9	189,3	138,8	115,5	113,0	107,6	100,4	1.588,1
La cruz	137,6	122,4	141,5	149,4	100,9	37,6	36,9	22,9	49,5	177,6	213,9	189,7	1.379,8
Promedio	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	136,0	1.626,6

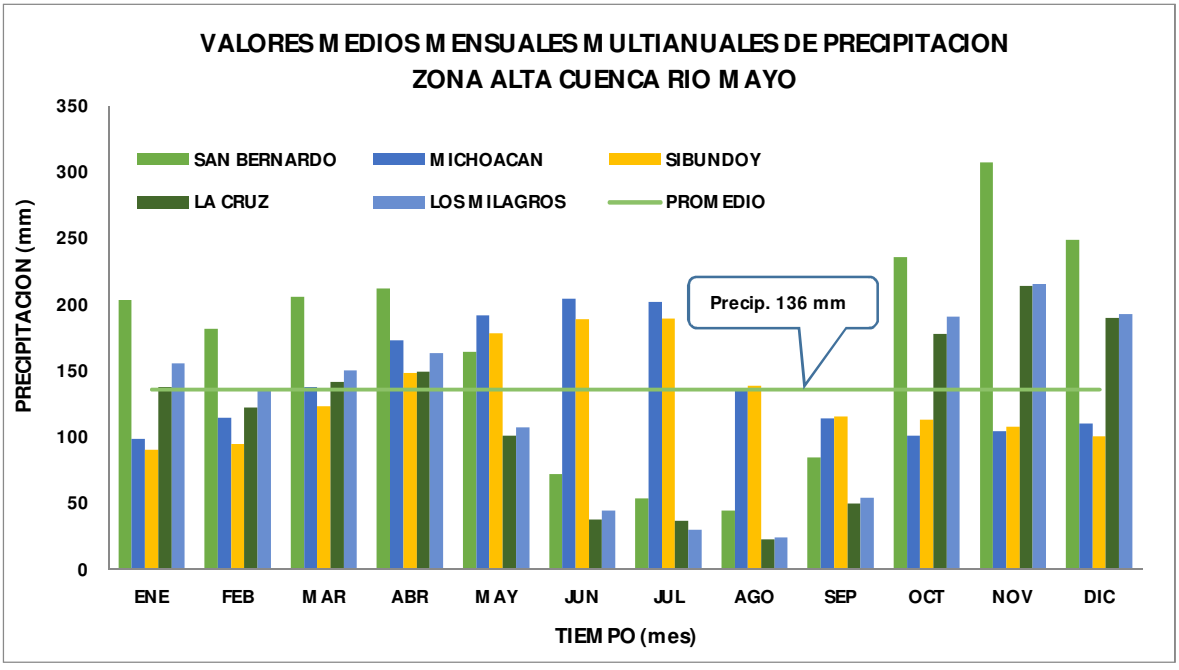


Figura 8. *Medios mensuales multianuales Precipitación Zona Alta Cuenca Rio Mayo*

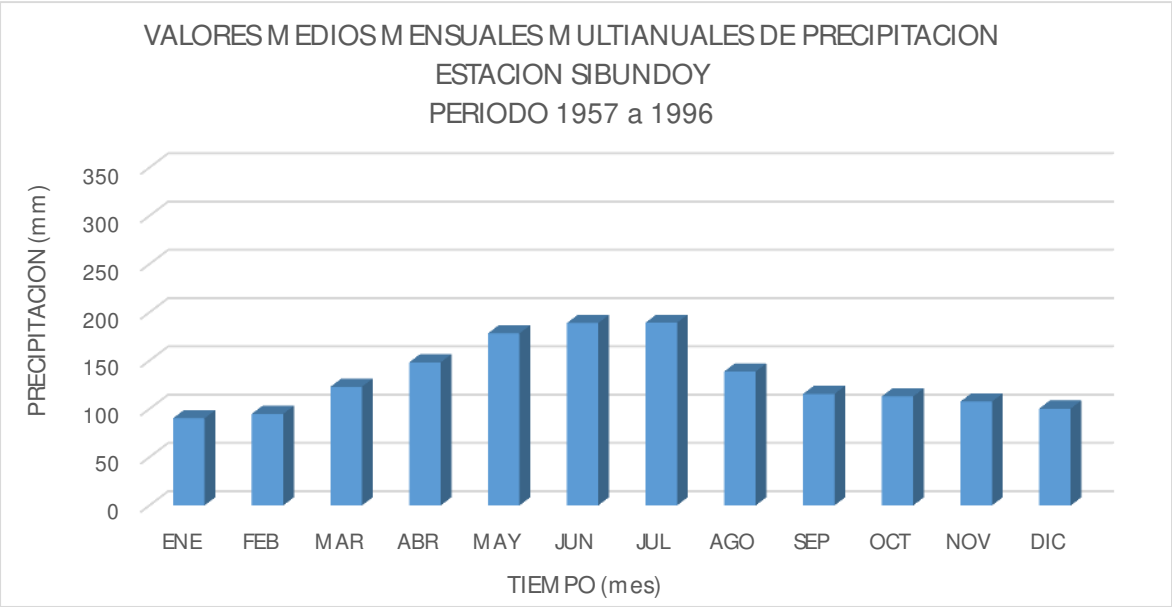


Figura 9. *Medios mensuales multianuales de Precipitación Estación Sibundoy*

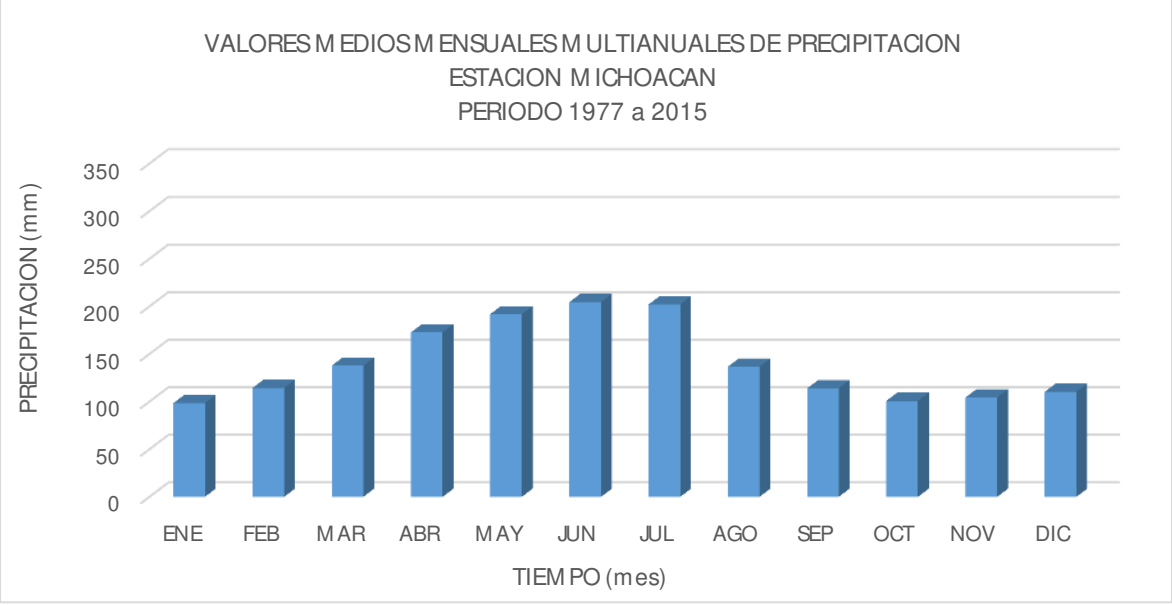


Figura 10. *Medios mensuales multianuales de Precipitación Estación Michoacán*

Pero si observamos el comportamiento de cada estación en los siguientes histogramas, se observa que las estaciones CO Sibundoy y CO Michoacán tienen un comportamiento distinto de las estaciones CO Los Milagros, CO San Bernardo y PM La Cruz, es decir, las dos primer pertenecen a la vertiente del Amazonas con un comportamiento mono modal y las otras tres pertenecen a la Vertiente del Pacífico con un comportamiento bimodal.

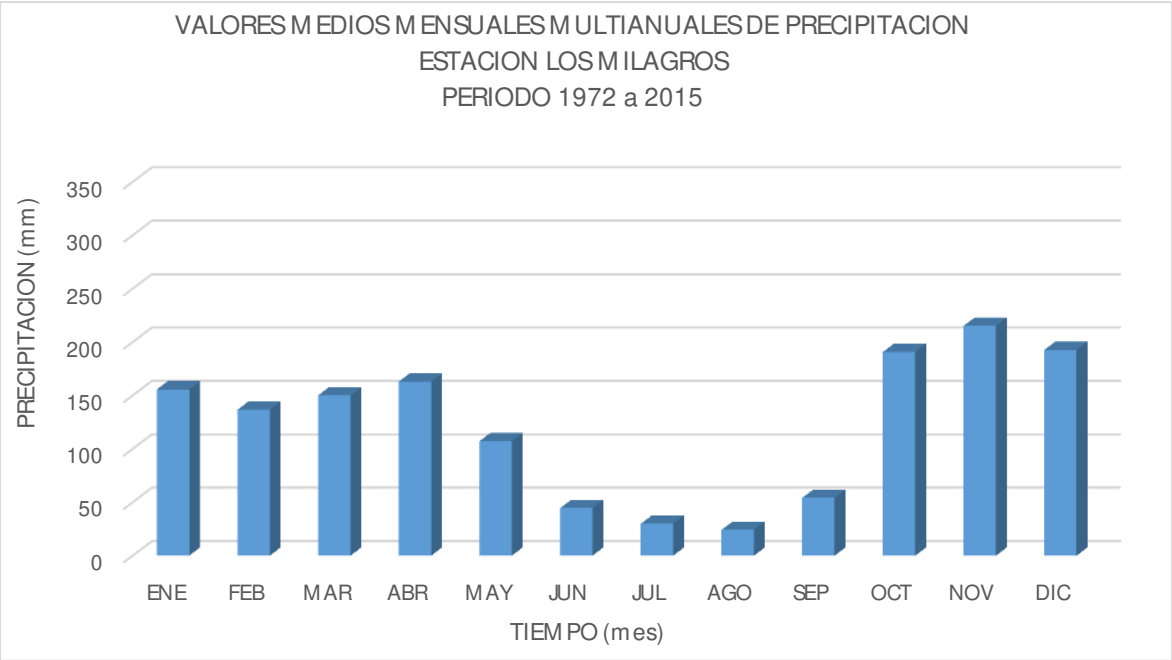


Figura 11. *Medios mensuales multianuales de Precipitación Estación Los Milagros*

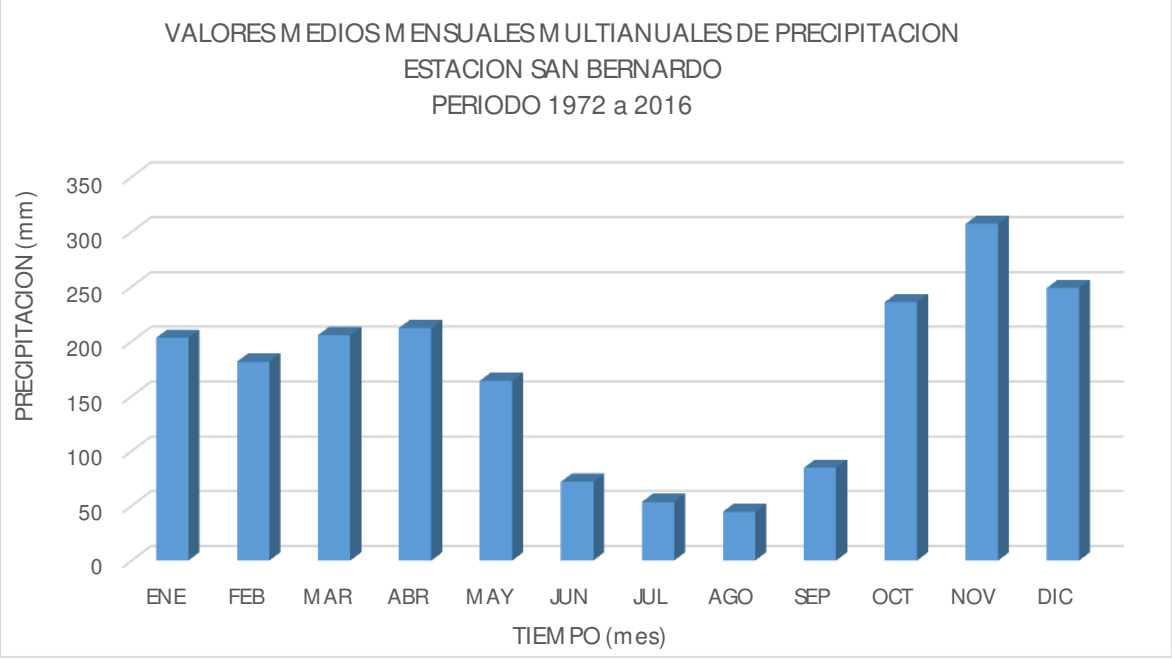


Figura 12. *Medios mensuales multianuales de Precipitación Estación San Bernardo*

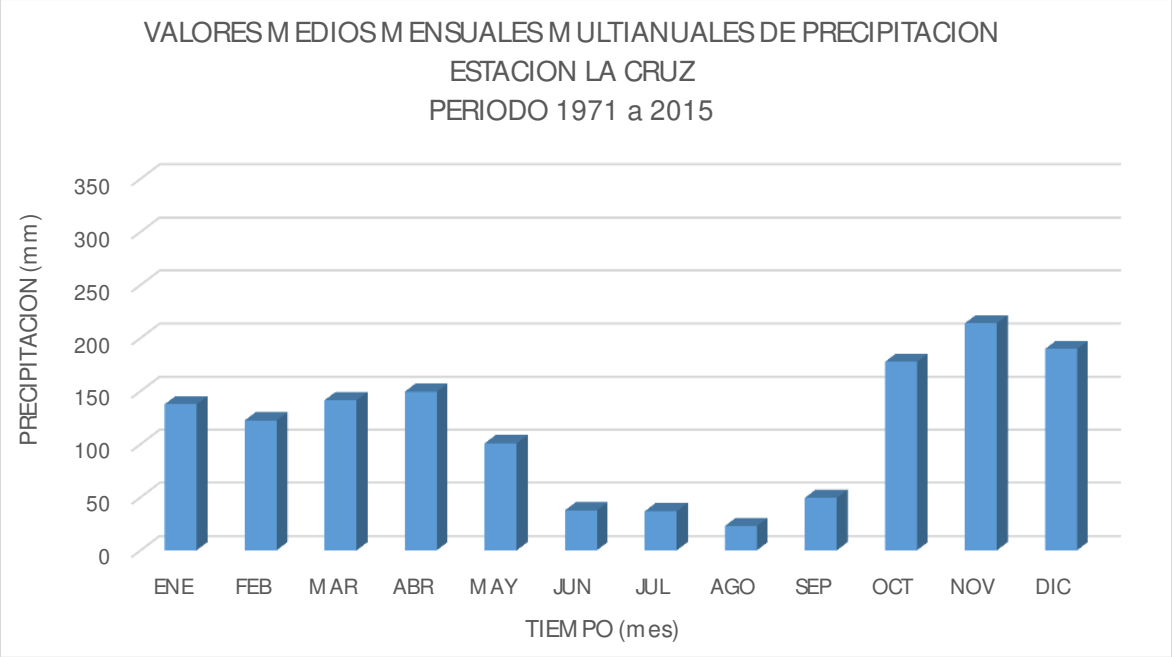


Figura 13. *Medios mensuales multianuales de Precipitación Estación La Cruz*

Por consiguiente, se utilizan estas tres últimas estaciones para el parámetro precipitación y las cuatro estaciones Climatológicas para definir los otros parámetros pues esta información con estaciones fuera de la Cuenca nos permite por medio de polígonos hallar unos promedios más reales.

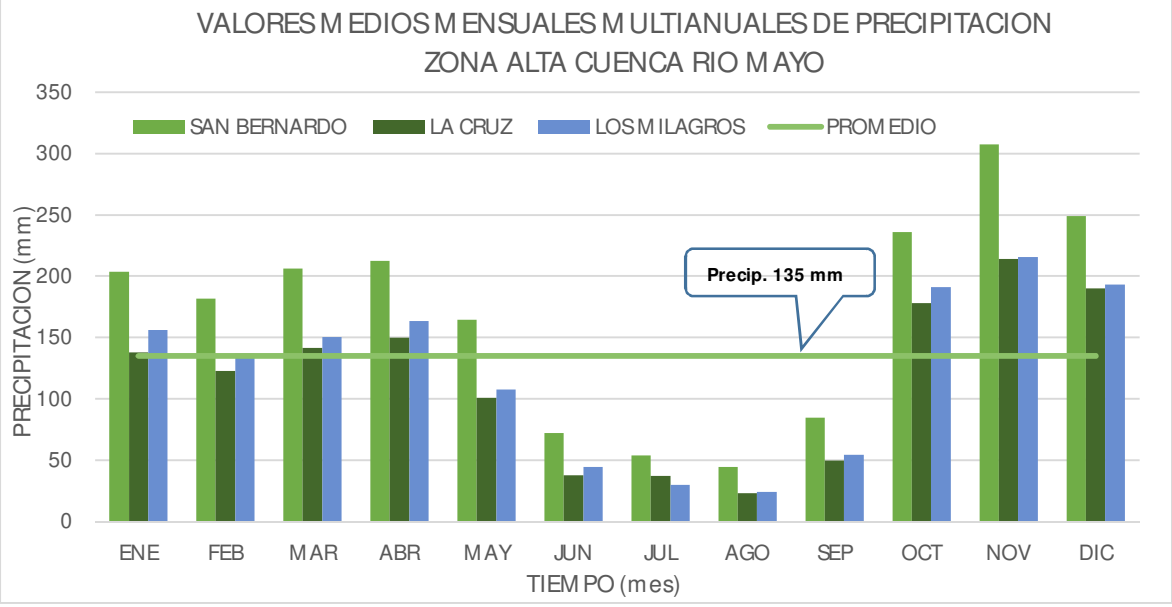


Figura 14. *Medios mensuales multianuales de Precipitación Zona Alta Cuenca Rio Mayo*

2.2.1.1.1. Precipitación. De acuerdo con lo anterior las tres (3) estaciones CO Los Milagros, CO San Bernardo y PM La Cruz que miden este parámetro en la Zona Alta de la Cuenca del Río Mayo, tienen una distribución espacial buena, a pesar de que las dos primeras están fuera de la Cuenca y una PM La Cruz está dentro de la Zona alta.

La precipitación promedio de esta Zona Alta de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo más ajustada a las condiciones hidrográficas de esta área es de 135,0 mm.

El comportamiento bimodal se observa en las *Figura 12*, *Figura 13* y *Figura 14*, con picos altos en los meses de Abril y Noviembre y con un pico bajo en el mes de Agosto.

2.2.1.1.2. Temperatura. Las dos estaciones Climatológicas CO San Bernardo y CO Los Milagros que miden este parámetro, están fuera de la Cuenca Hidrográfica perteneciendo a las Cuencas Juanambú y Sambingo respectivamente; sin embargo, las condiciones topográficas, de relieve y de altitud son muy semejantes a las características de esta Zona Alta del Rio Mayo.

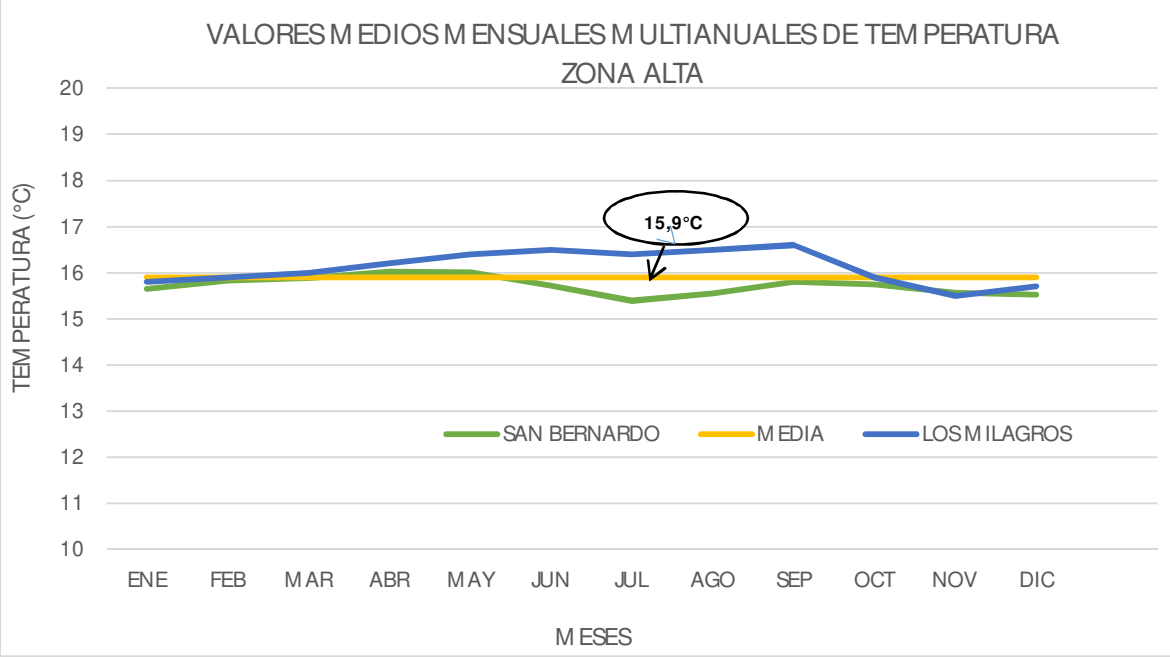


Figura 15. *Medios mensuales multianuales de Temperatura Zona Alta*

Por lo tanto, el comportamiento de la temperatura media observada en la *Figura 15* es bastante homogéneo al principio (enero a mayo) y al final del año (octubre a diciembre), observando un

aumento de temperatura entre 0,4 y 0,5 para la época de verano, es decir de junio a septiembre. La temperatura media promedio es de 15,9°C.

De los registros máximos y mínimos de temperatura en estas dos estaciones, es la estación Climatológica Ordinaria de San Bernardo por su cercanía a la Zona Alta de la Cuenca Rio Mayo la que caracteriza mejor este factor, con una máxima mensual en los meses de Febrero y Marzo de 17,3°C y una temperatura mínima mensual en el mes de Noviembre de 14,1°C, como se ve en la Figura 16.

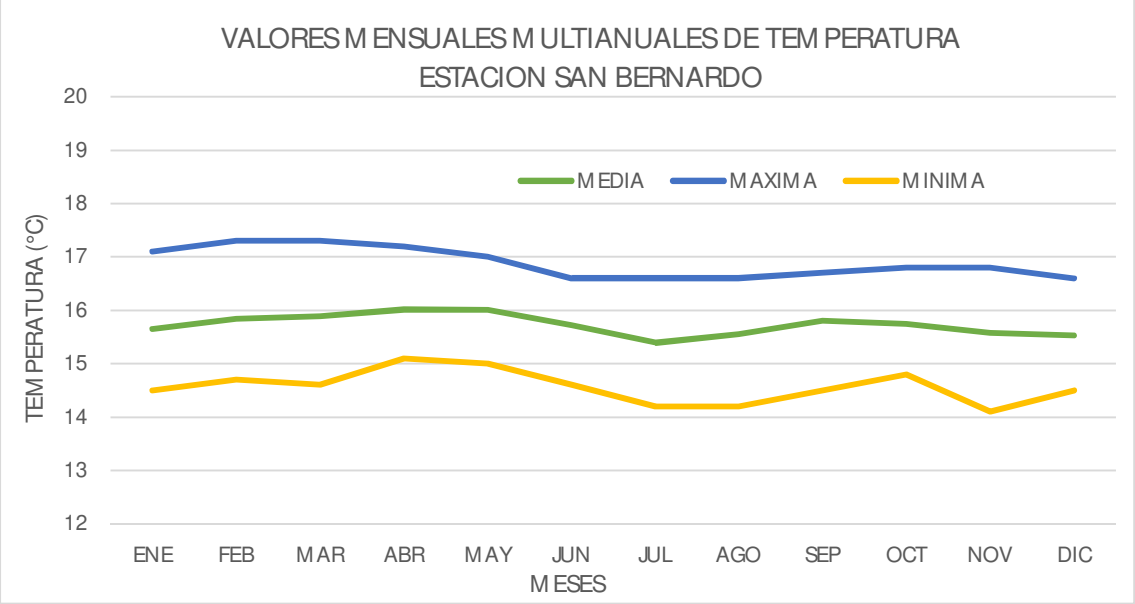


Figura 16. *Mensuales multianuales de Temperatura Estación San Bernardo*

2.2.1.1.3. Humedad Relativa. Este parámetro también se evalúa con la estación CO San Bernardo como se puede apreciar en la figura a continuación.

Tabla 7. *Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Alta*

VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE HUMEDAD RELATIVA ZONA ALTA													
ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
San Bernardo	84,0	85,0	85,0	84,0	81,0	78,0	76,0	76,0	76,0	82,0	86,0	86,0	82,0
Máximo	93,0	93,0	94,0	93,0	92,0	90,0	88,0	88,0	90,0	90,0	90,0	90,0	94,0
Mínimo	73,0	76,0	78,0	78,0	77,0	73,0	69,0	67,0	62,0	73,0	82,0	71,0	62,0
Media	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	

La Humedad Relativa media en esta Zona Alta a través de todos los meses se mueve en un rango mínimo de 76% a 86%, registrando los máximos al principio y al final de cada año y los mínimos entre mayo y octubre, lo que indica que los máximos se dan en la estación de invierno y los mínimos en la estación de verano.

Los diez porcentuales de rango indican que la fluctuación en su valor medio es relativamente grande.

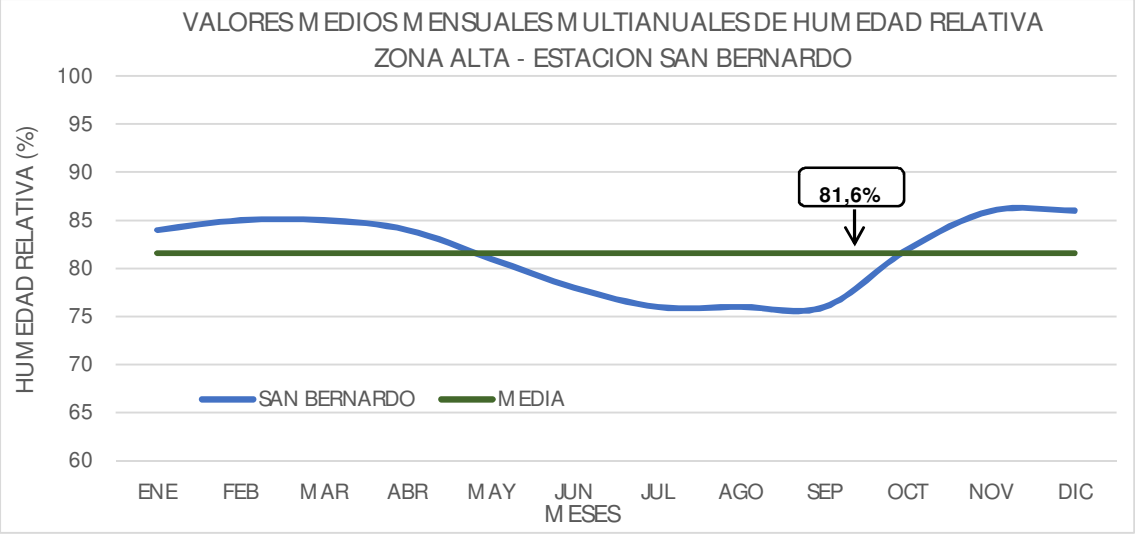


Figura 17. *Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Alta*

El valor medio promedio de la Humedad Relativa en la Zona Alta de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo es de 81,6%.

El valor máximo de Humedad Relativa que se observa es de 94% y el mínimo de 62%.

2.2.1.1.4. Brillo Solar . Consecuentemente con los anteriores parámetros, el Brillo Solar presenta unos mínimos de horas sol al principio y al final de los años y por el contrario el máximo se registra en la mitad del año que corresponde a la estación de verano.

Tabla 8. *Medios mensuales Multianuales de Brillo Solar Zona Alta Cuenca Rio Mayo*

VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE BRILLO SOLAR ZONA ALTA													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
San Bernardo	125,1	99,5	95,7	102,0	113,0	130,1	154,6	159,2	133,2	119,2	99,4	113,0	1443,9
Máximo	174,3	154,0	134,2	128,4	151,7	174,2	188,7	204,7	169,8	180,6	153,1	182,3	204,7
Mínimo	59,9	52,0	61,2	59,4	64,6	93,6	109,5	62,7	81,3	80,7	29,7	42,4	29,7
Media	120,3	120,3	120,3	120,3	120,3	120,3	120,3	120,3	120,3	120,3	120,3	120,3	

En la *Tabla 8* se observa un máximo de horas sol de 204,7 en el mes de agosto y un mínimo de 29,7 en el mes de noviembre.

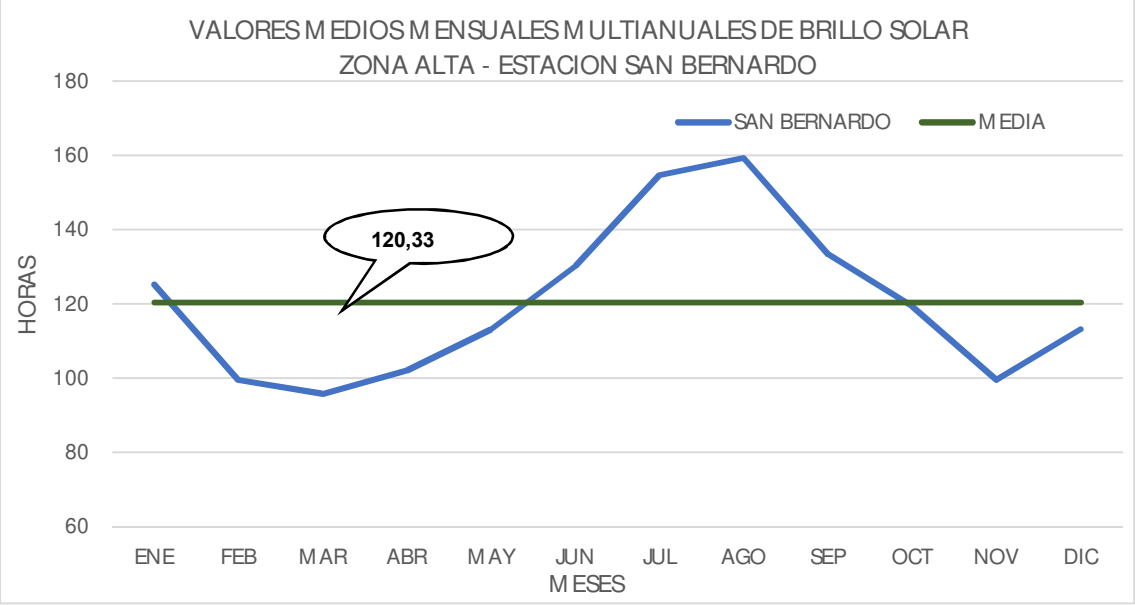


Figura 18. *Medios mensuales multianuales de Brillo Solar Zona Alta*

El valor medio promedio de Horas de Brillo solar es de 120,33 horas sol, como se aprecia en la Figura 18.

2.2.1.1.5. Evaporación. La estación de San Bernardo también caracteriza este parámetro en la Zona Alta de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo.

Tabla 9. *Medios mensuales multianuales de Evaporación Zona Alta*

VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE EVAPORACION ZONA ALTA													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
San Bernardo	84,1	74,8	82,5	80,7	79,9	80,5	89,1	96,7	100,6	95,5	77,8	81,8	1023,9
Máximo	108,6	103,1	103,2	104,8	98,7	104,9	113,6	119,4	174,3	132,1	109,7	122,8	174,3
Mínimo	57,9	47,6	60,9	53,5	54,0	46,9	60,5	66,4	72,4	63,3	38,1	39,6	38,1
Media	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	85,3	

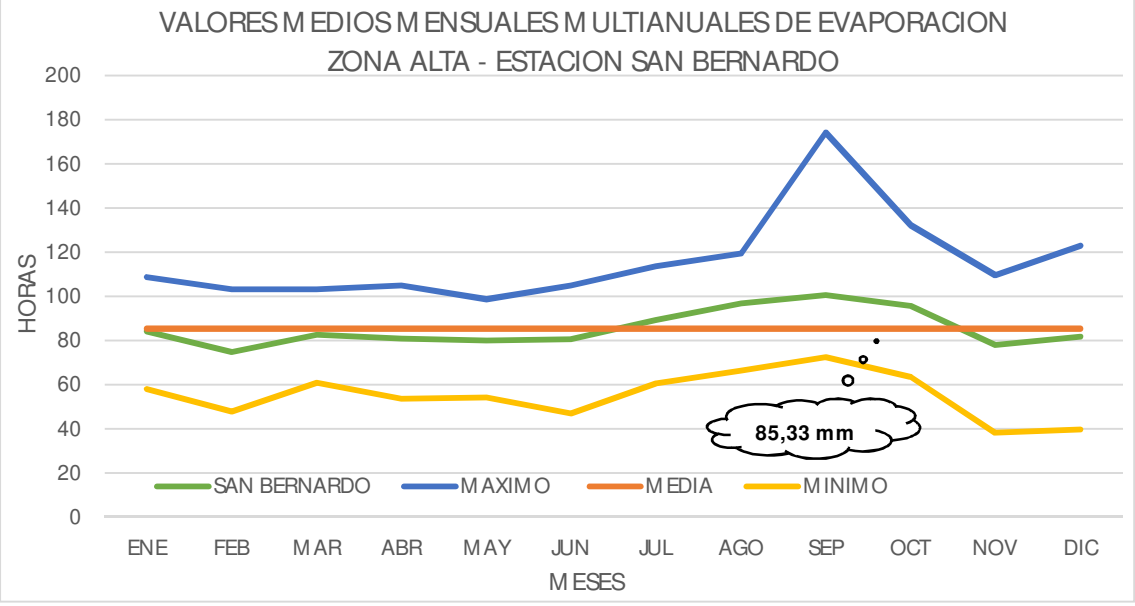


Figura 19. *Medios mensuales multianuales de Evaporación Zona Alta*

En la *Tabla 9* y en la Figura 19 se observa que el valor medio promedio multianual es de 85,33 mm, con un máximo de 100,6 mm y un mínimo de 74,8 mm en los meses de Septiembre y Febrero respectivamente.

2.2.1.2. Clima Zona Media Cuenca Hidrográfica Río Mayo. En esta Zona Media hay siete (7) estaciones meteorológicas, cuatro (4) dentro de la Cuenca Hidrográfica, todas pluviométricas y tres (3) por fuera, dos Climatológicas Ordinarias y una (1) Pluviométrica. Las siete (7) miden el parámetro de precipitación y las dos climatológicas miden, además, temperatura, humedad relativa y brillo solar.

2.2.1.2.1. Precipitación. Sin embargo, para describir la precipitación de la Zona Media de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo se considera solamente tres (3) estaciones, dos (2) pluviométricos ubicadas dentro de la Zona media y una (1) Climatológica Ordinaria ubicada fuera de la Cuenca, ya que tienen una distribución espacial muy buena.

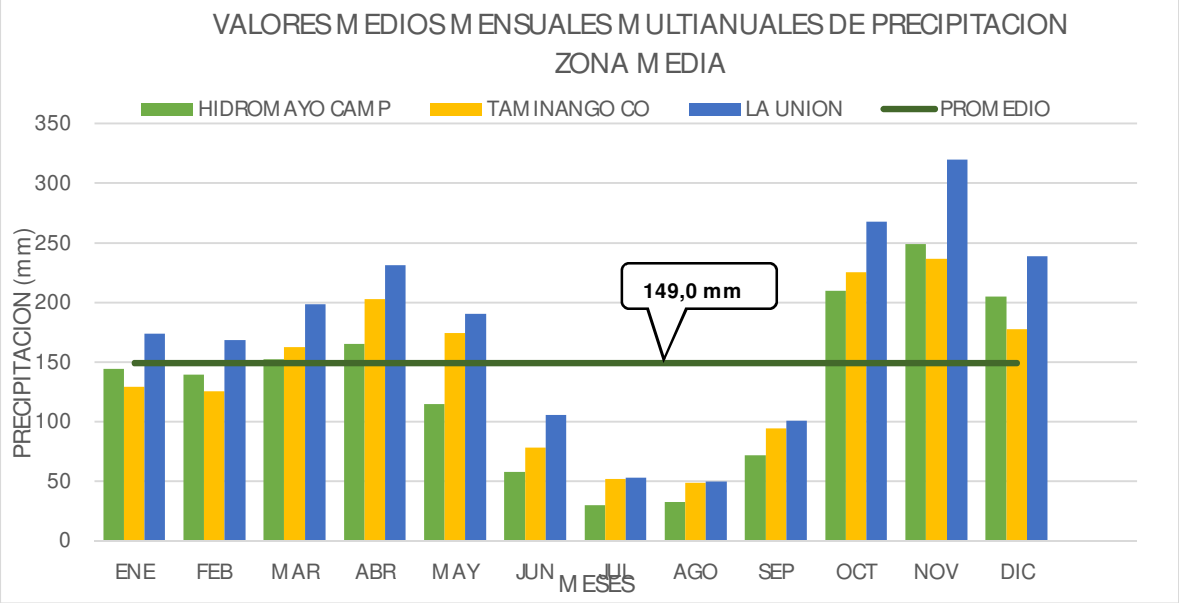


Figura 20. Medios mensuales multianuales de Precipitación Zona Media

La precipitación también es bimodal con dos picos altos en abril y en noviembre. También se puede observar la mayor intensidad de precipitación registrada en la estación Pluviométrica La Unión, ubicada en el costado oriental de la Zona Media de la Cuenca. Figura 20.

Tabla 10. *Medios mensuales multianuales de Precipitación Zona Media*

VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE PRECIPITACION ZONA MEDIA													
Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Hidromayo Camp	143,7	139,0	152,2	164,7	114,5	57,5	29,6	32,3	71,2	209,5	248,4	204,5	1567,1
Taminango Co	128,8	125,4	162,1	202,3	174,0	78,1	51,6	48,6	94,2	225,2	236,1	177,4	1703,8
La Unión	173,6	167,9	198,2	231,0	189,9	105,2	52,7	49,2	100,2	267,4	319,6	238,5	2093,4
Promedio	148,7	144,1	170,8	199,3	159,4	80,3	44,6	43,4	88,5	234,0	268,1	206,8	1788,1
Media	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	

La precipitación media promedia multianual mensual es de 149 mm. La máxima mensual multianual es de 319,6 en el mes de noviembre y en la estación PM La Unión, y el mínimo mensual multianual de 29,6 en el mes de Julio de la estación PM Hidromayo Campamento.

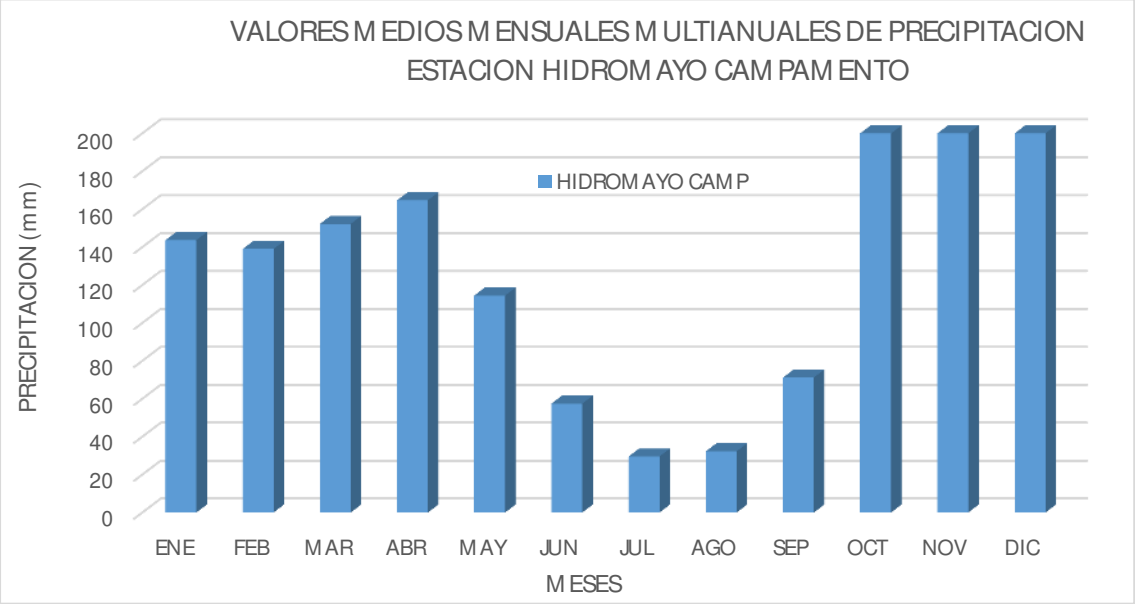


Figura 21. *Medios mensuales multianuales de Precipitación Estación Hidromayo Campamento*

2.2.1.2.2. Temperatura. La estación Climatológica Ordinaria de Taminango que esta fuera de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo, pero que esta adjunta en la Cuenca Hidrográfica del Rio Juanambú, se toma como referencia para medir este parámetro.

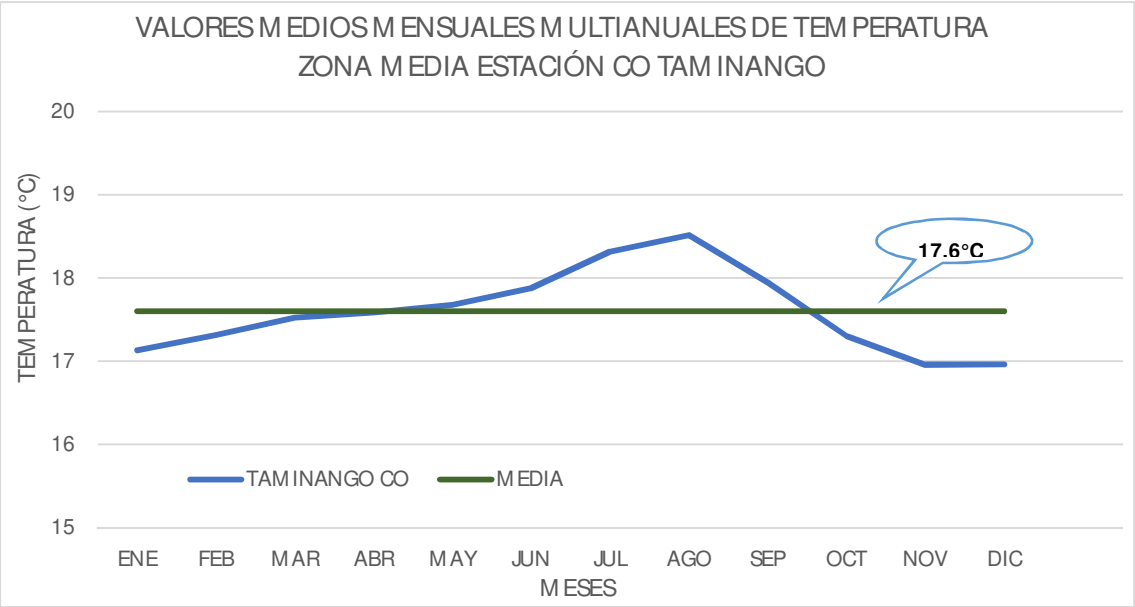


Figura 22. *Medios mensuales multianuales de Temperatura Zona Media*

La temperatura media promedio es de 17,6°C, que equivale a un Clima templado

Tabla 11. *Mensuales multianuales Temperatura Zona Media estación CO Taminango*

VALORES MENSUALES MULTIANUALES DE TEMPERATURA ZONA MEDIA													
Taminango Co	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Medio	17,1	17,3	17,5	17,6	17,7	17,9	18,3	18,5	17,9	17,3	17,0	17,0	17,6
Máximo	19,8	19,6	19,4	19,1	19,2	19,4	20,2	21,0	20,3	18,8	18,1	19,0	18,6
Mínimo	15,4	15,7	16,1	16,6	16,5	16,5	16,9	16,4	16,2	15,9	15,8	15,3	16,3

Las líneas de comportamiento multianual de este parámetro en esta estación durante todo el año presentan una oscilación promedio de 3,4°C entre los valores máximos y mínimos. El máximo multianual es de 21,0°C en el mes de agosto y un valor mínimo multianual de 15,3°C en diciembre.

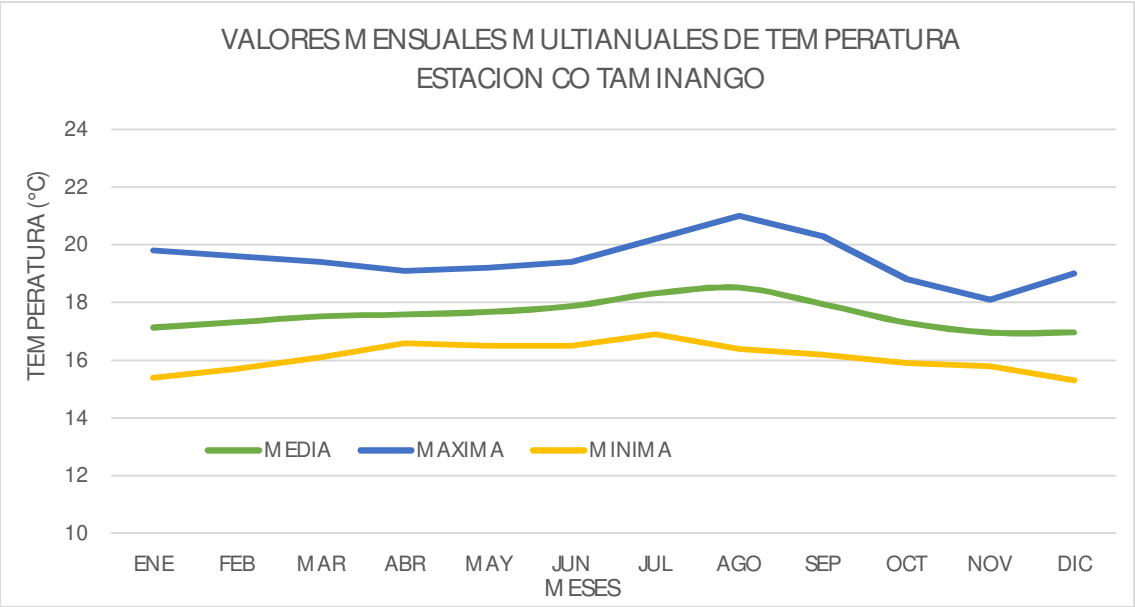


Figura 23. *Mensuales multianuales de Temperatura Estación CO Taminango*

2.2.1.2.3. Humedad Relativa. También la estación CO Taminango mide este parámetro en la Zona Media de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo.

Tabla 12. *Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Media*

VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE HUMEDAD RELATIVA ZONA MEDIA													
Estaciones	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Taminango Co	89,0	89,0	89,0	89,0	88,0	82,0	73,0	70,0	79,0	87,0	91,0	90,0	84,7
Máximo	94,0	95,0	93,0	94,0	94,0	94,0	88,0	88,0	93,0	95,0	96,0	95,0	96,0
Mínimo	79,0	80,0	81,0	82,0	79,0	65,0	58,0	55,0	54,0	78,0	86,0	69,0	54,0
Media	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	84,7	

El valor medio promedio de Humedad Relativa es de 84,7%. Ver Figura 24. El máximo medio promedio es de 91,0% en el mes de noviembre y el mínimo medio promedio es de 70,0% en el mes de agosto.

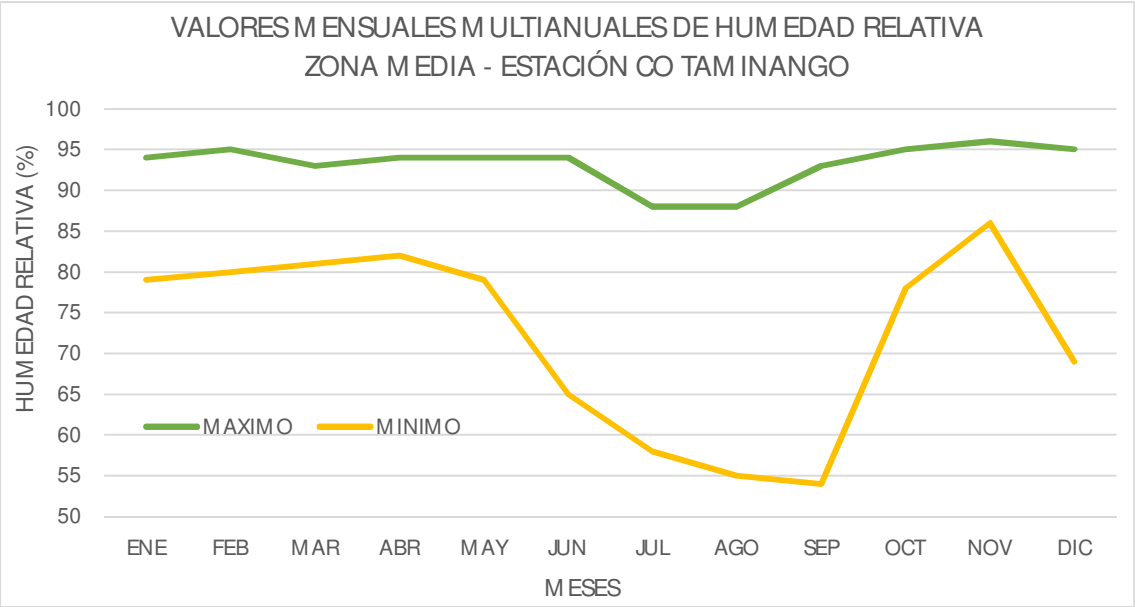


Figura 24. *Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Media*

El valor máximo multianual mensual de Humedad Relativa es de 96% en el mes de noviembre y el mínimo de 54% en el mes de septiembre.

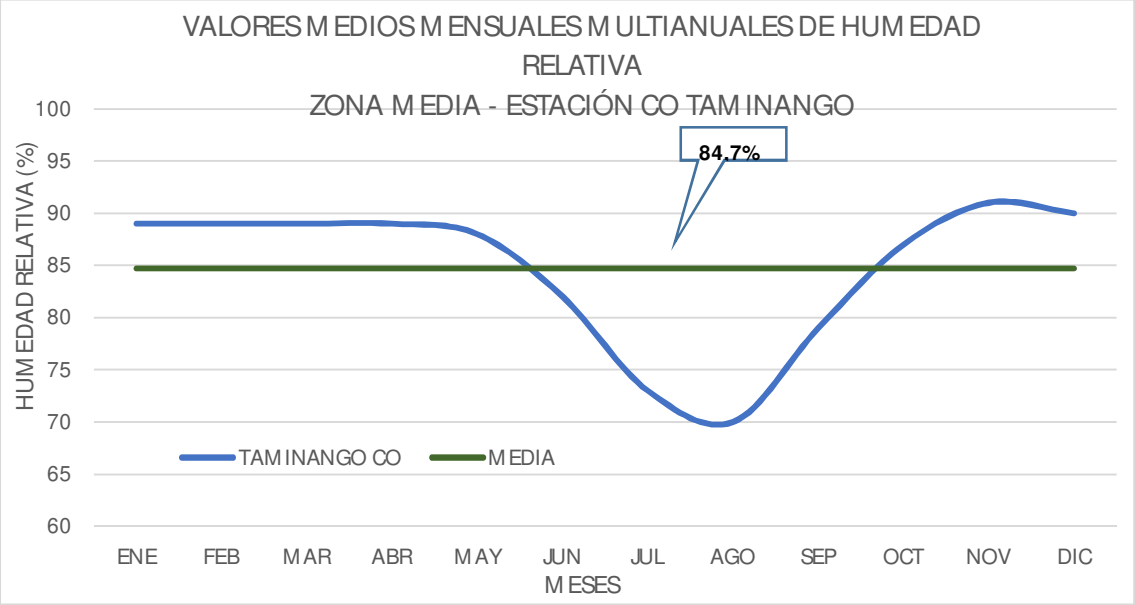


Figura 25. *Mensuales multianuales de Humeada Relativa Zona Media*

2.2.1.2.4. Brillo Solar. Se acude aquí a la estación CO La Sierra que a pesar de estar fuera de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo, pertenece a la Cuenca del Rio Guachicono, tiene características topográficas y de relieve muy parecidas a esta Zona Media del Rio Mayo. La estación CO Taminango no registra este parámetro.

Tabla 13. *Medios Mensuales multianuales de Brillo Solar Zona Media Rio Mayo*

VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE BRILLO SOLAR ZONA MEDIA													
Estaciones	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
La Sierra	136,4	109,8	105,2	99,8	109,3	132,2	159,6	163,8	130,3	108,6	92,9	115,4	1463,3
Máximo	199,7	185,7	183,5	145,5	158,3	193,6	217,2	202,8	192,0	170,4	142,3	235,4	235,4
Mínimo	61,1	50,9	60,6	57,0	64,8	83,1	40,7	88,4	83,9	33,4	35,1	44,9	33,4
Media	121,9	121,9	121,9	121,9	121,9	121,9	121,9	121,9	121,9	121,9	121,9	121,9	

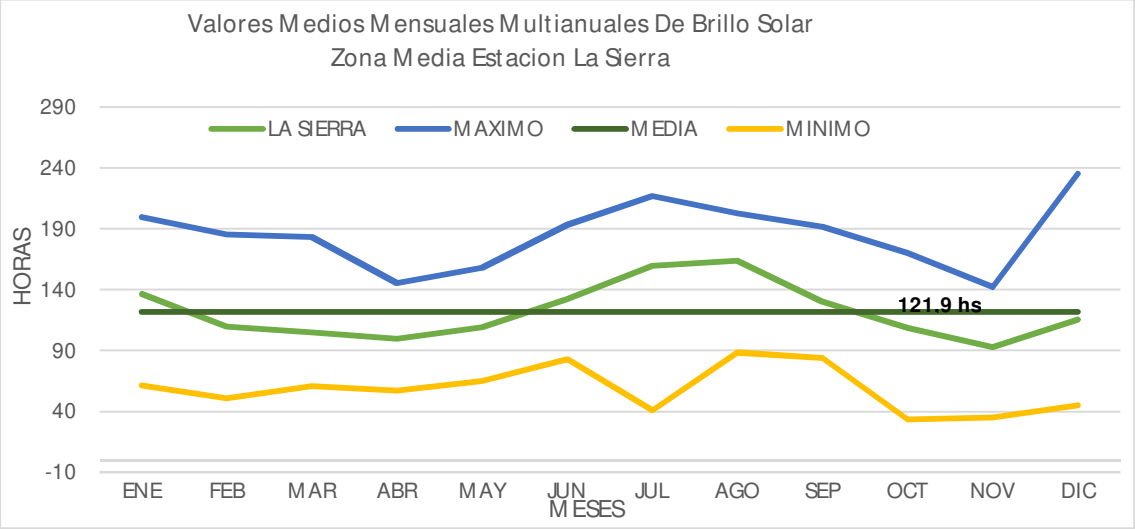


Figura 26. *Medios mensuales multianuales de Brillo Solar Zona Media*

Tal como lo indica la figura 26 el Brillo Solar en la Zona Media de la Zona Hidrográfica del Rio Mayo tiene un comportamiento bastante homogéneo, resaltando un pico alto de los máximos y un pico bajo de los mínimos en el mes de Julio.

El valor medio promedio es de 121,9 Horas Sol, y el récord de valores promedios arroja un máximo promedio de 163,8 en el mes de agosto y un mínimo promedio de 92,9 en el mes de noviembre.

El valor máximo de los máximos se presenta en diciembre con un valor de 235,4 horas sol y un valor mínimo de los mínimos de 33,4 en el mes de octubre

2.2.1.2.5. Evaporación

Tabla 14. *Medios mensuales multianuales de Evaporación Zona Media*

VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE EVAPORACION ZONA MEDIA													
Estaciones	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Taminango	95,7	82,2	94,0	87,5	88,3	89,5	121,1	128,2	112,6	99,3	89,5	87,7	1175,5
Máximo	132,5	113,6	142,3	113,7	113,3	137,4	225,9	190,3	162,5	129,4	111,5	126,1	225,9
Mínimo	52,0	50,5	50,1	40,8	30,2	41,3	39,7	59,9	51,8	47,8	35,2	55,7	30,2
Media	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0

Parámetro caracterizado también por la estación CO Taminango.

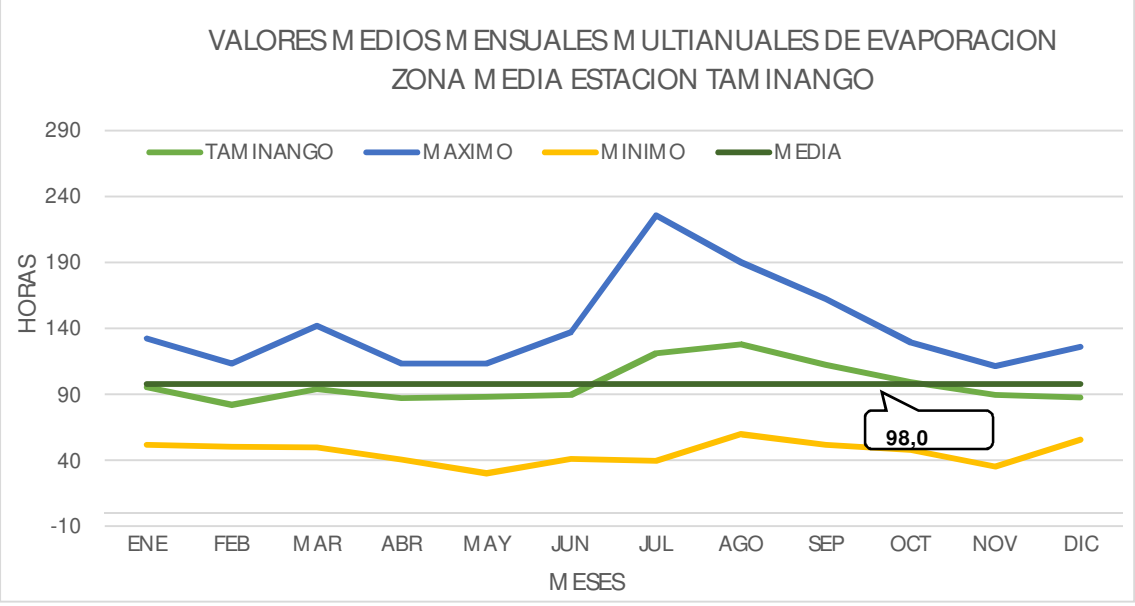


Figura 27. *Medios mensuales multianuales de Evaporación Zona Media*

Sobresalen los siguientes valores: medio promedio multianual mensual de 98,0 mm, con un máximo y mínimo entre los medios de 128,2 mm y 82,2 mm en los meses de agosto y febrero respectivamente.

El valor máximo de los máximos de 225,9 mm en el mes de Julio y el mínimo de los mínimos de 30,2 mm en mayo.

2.2.1.3. Clima Zona Baja Cuenca Hidrográfica Río Mayo. En la Zona Baja hay cuatro (4) estaciones meteorológicas, una (1) Pluviométrica dentro de la Zona Baja de la Cuenca Hidrográfica y tres (3) Climatológicas, una (1) dentro de la Cuenca Hidrográfica y dos (2) Climatológicas fuera de la cuenca del Rio Mayo, pertenecientes a la Cuenca del Rio Sambingo.

2.2.1.3.1. Precipitación

Tabla 15. *Medios mensuales multianuales de Precipitación Zona Baja*

VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE PRECIPITACION ZONA BAJA													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Viento Libre	60,0	55,6	89,9	103,4	82,8	46,3	31,7	21,7	44,8	112,7	122,3	71,9	843,3
Mercaderes	94,7	95	151,9	177,4	142,7	73,4	39,5	43,5	98,9	204,6	206,7	151,9	1480,3
Taminango Pm	111,6	95,9	141,8	182,7	164,7	74,3	44,6	50,6	95	194,7	197,3	142	1495,1
Promedio	88,8	82,2	127,9	154,5	130,1	64,7	38,6	38,6	79,6	170,7	175,4	121,9	1272,9
Media	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	

Sin embargo, para el análisis de la Precipitación se consideran tres estaciones: PM Taminango que está dentro de la Zona, ME Viento Libre dentro de la Cuenca y CO Mercaderes que pertenece a la Cuenca vecina del Rio Sambingo.

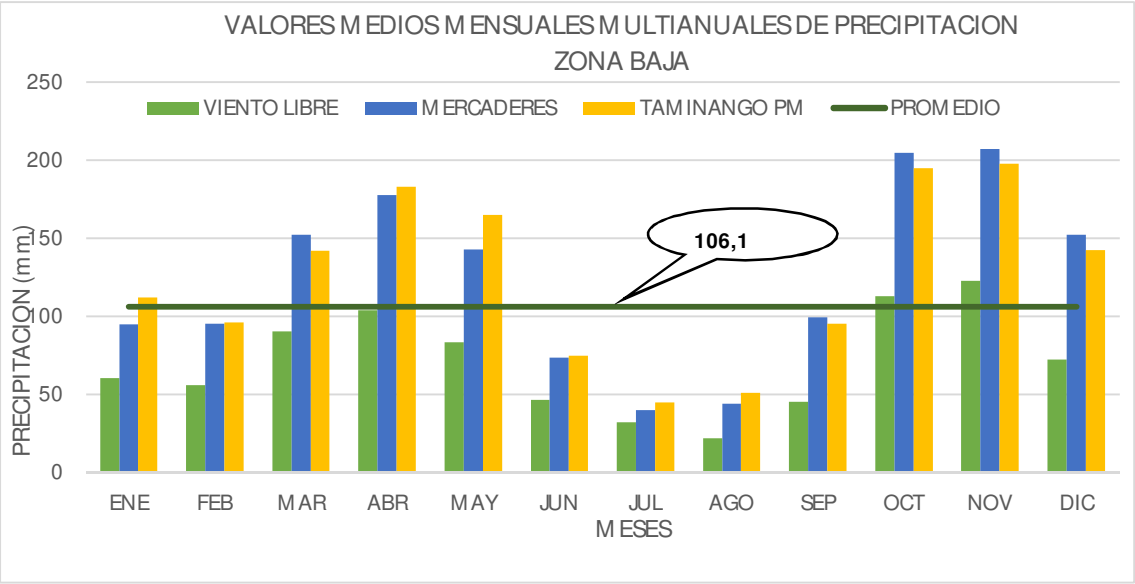


Figura 28. *Mediaos mensuales multianuales de Precipitación Zona Baja*

Se observa en la figura 28 que la precipitación de esta Zona Baja también es bimodal y que presenta picos en abril y en noviembre. El valor promedio de los datos medios mensuales es de 106,1 mm.

2.2.1.3.2. Temperatura. La estación CO Mercaderes da los valores de la temperatura, cuyo valor medio multianual es de 22,8°C. Figura 29.

El máximo promedio de esta Zona con un valor de 23,8°C se registra en el mes de agosto y el valor mínimo promedio de 22,0°C se da en el mes de noviembre. *Tabla 16*.

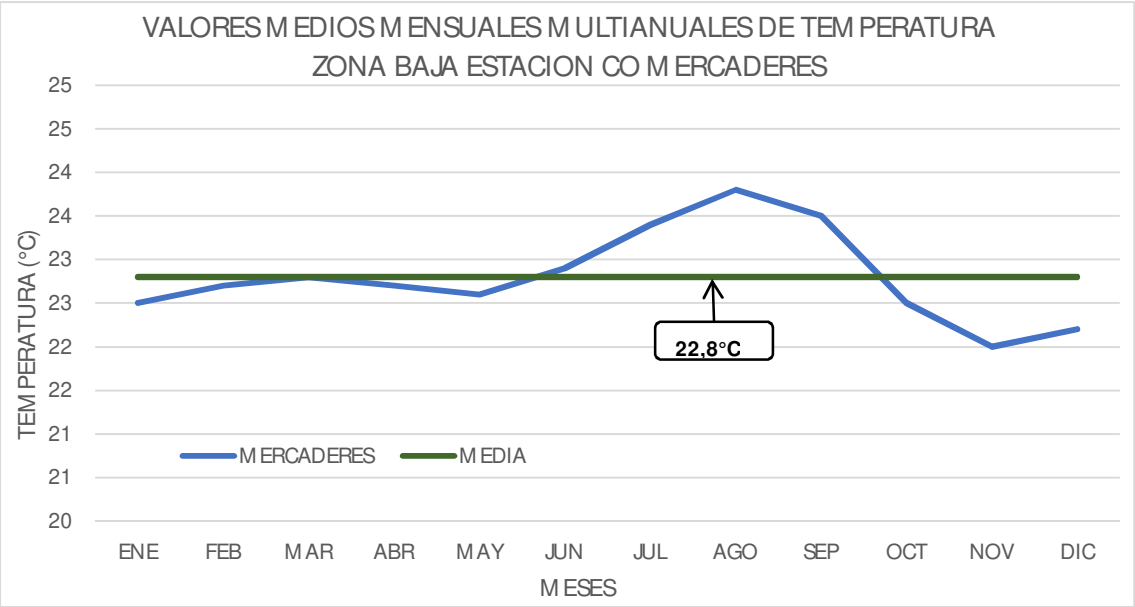


Figura 29. *Medios mensuales multianuales de Temperatura Zona Baja*

Tabla 16. *Medios mensuales multianuales de Temperatura Zona Baja*

VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE TEMPERATURA ZONA BAJA													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Mercaderes	22,5	22,7	22,8	22,7	22,6	22,9	23,4	23,8	23,5	22,5	22,0	22,2	22,8
Max	25,3	25,1	25,0	23,8	24,2	25,2	25,8	25,9	26,0	24,2	23,2	24,8	26,0
Min	20,9	21,0	21,4	21,3	21,2	21,5	21,3	22,0	21,6	21,2	20,8	20,5	20,5

También en la *Tabla 16* se observa un valor máximo de los máximos de 26,0°C en el mes de septiembre y un mínimo entre los mínimos de 20,5°C en el mes de diciembre.

El comportamiento entre los parámetros medio, máximo y mínimo mensual multianual de la Temperatura de la Zona Baja de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo, es bastante parejo durante todo el año.

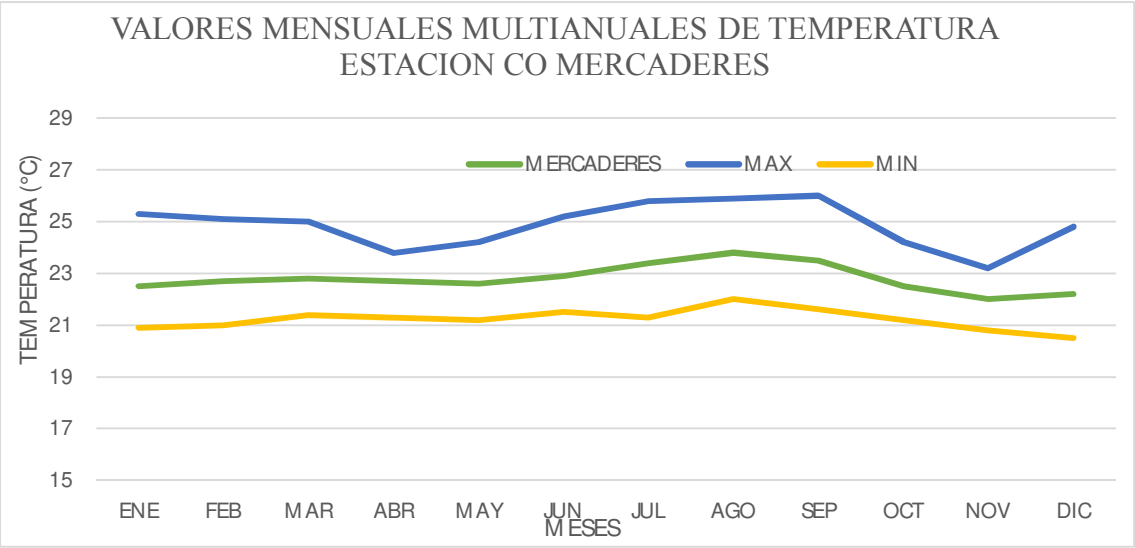


Figura 30. *Mensuales multianuales de Temperatura Zona Baja*

2.2.1.3.3. Humedad Relativa. La estación CO Mercaderes también nos da la información suficiente para analizar las variaciones que presenta la Humedad Relativa en esta Zona Baja de la Cuenca del Rio Mayo.

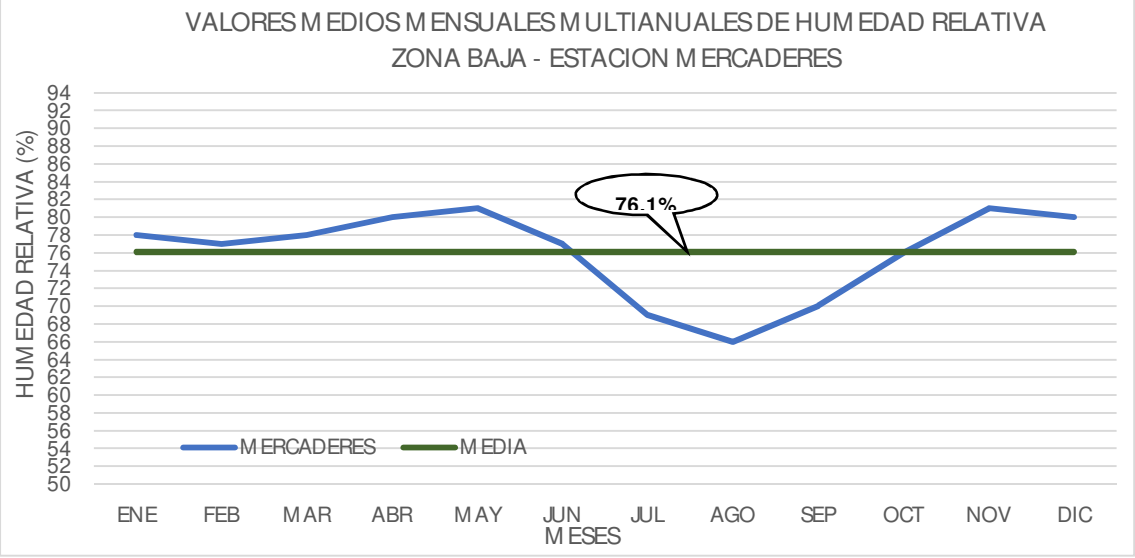


Figura 31. *Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Baja*

El valor medio mensual multianual obtenido de mediciones de Humedad Relativa en la estación CO Mercaderes es de 76,1%. Con un máximo entre los valores medios de 81% en los meses de mayo y noviembre y un mínimo de 66,0% en el mes de agosto.

Tabla 17. *Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Baja*

VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE HUMEDAD RELATIVA ZONA BAJA													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Mercaderes	78,0	77,0	78,0	80,0	81,0	77,0	69,0	66,0	70,0	76,0	81,0	80,0	76,1
Máximo	90,0	90,0	90,0	92,0	90,0	91,0	89,0	77,0	79,0	82,0	86,0	89,0	92,0
Mínimo	67,0	67,0	67,0	75,0	75,0	58,0	53,0	51,0	52,0	69,0	77,0	65,0	51,0
Media	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	76,1	

De la Tabla 17 y de la figura 32 se puede observar que se presenta un máximo de los máximos de 92,0% en el mes de abril y un mínimo de los mínimos de 51,0% en el mes de agosto.

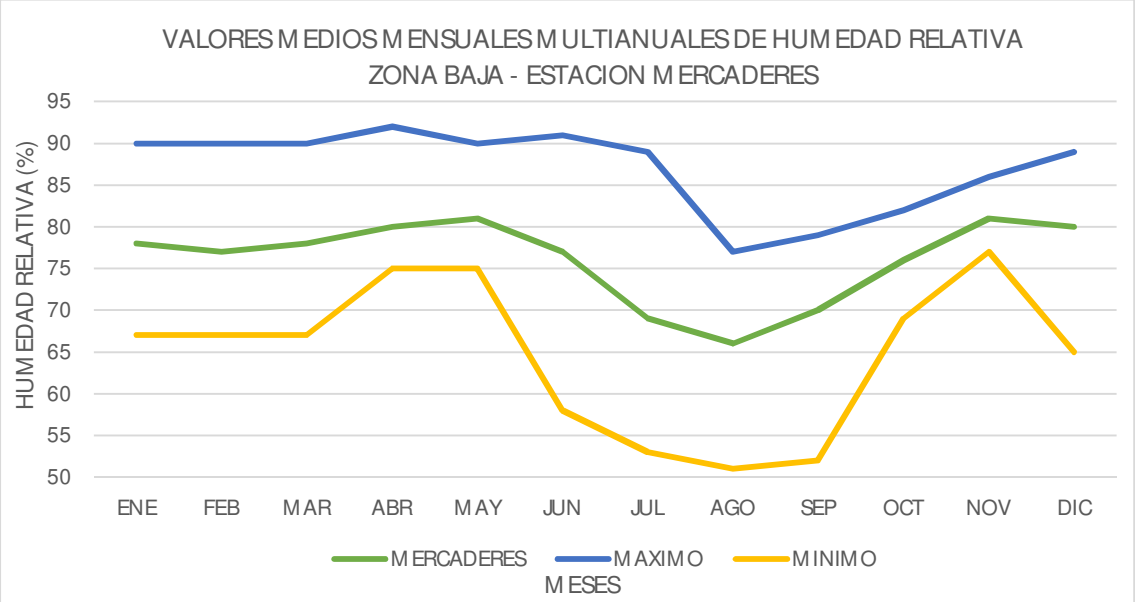


Figura 32. *Medios mensuales multianuales de Humedad Relativa Zona Baja*

2.2.1.3.4. Brillo Solar

Tabla 18. *Medios mensuales multianuales de Brillo Solar Zona Baja*

VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE BRILLO SOLAR ZONA BAJA													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Mercaderes	170,1	144,0	145,1	136,8	146,3	157,7	192,6	192,6	166,9	160,9	140,1	151,1	1904,1
Máximo	231,0	202,5	194,4	193,3	195,4	205,9	248,9	246,2	230,8	242,2	187,2	214,1	248,9
Mínimo	112,5	89,6	75,0	74,4	95,5	104,9	136,6	134,7	113,1	99,2	68,1	32,9	32,9
Media	158,7	158,7	158,7	158,7	158,7	158,7	158,7	158,7	158,7	158,7	158,7	158,7	

De la *Tabla 18* y la *Figura 33*, se resalta los siguientes valores de Brillo Solar de la Zona Baja de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo:

Valor medio promedio multianual mensual de 158,7 horas sol, con un máximo de 192,6 horas sol en los meses de Julio y agosto y con un mínimo de 136,8 horas sol en el mes de abril.

Valor máximo promedio multianual mensual de 248,9 horas sol en el mes de Julio y un valor mínimo promedio multianual mensual de 32,9 horas sol en el mes de diciembre.

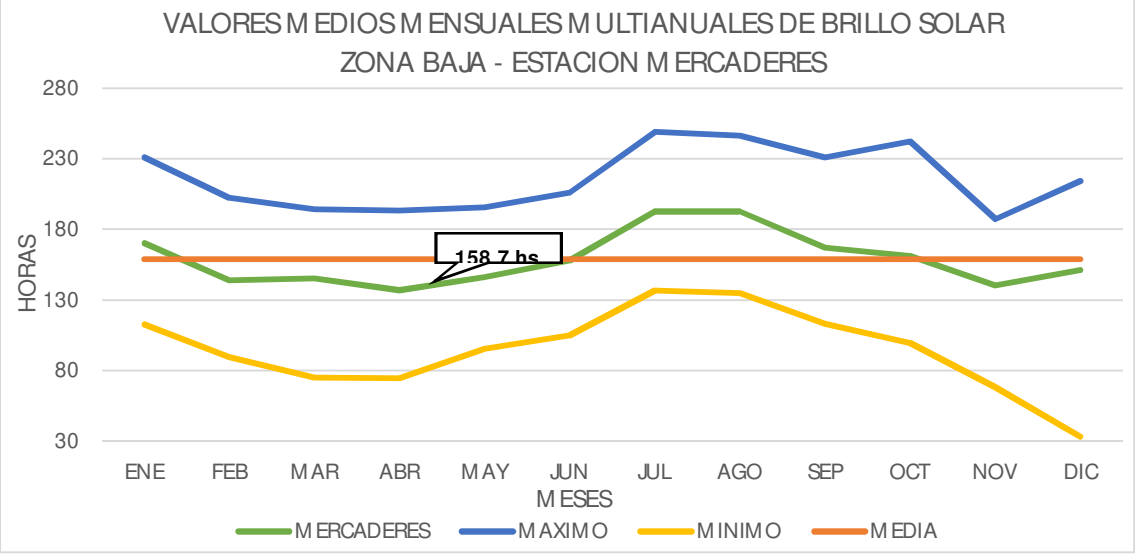


Figura 33. *Medios mensuales multianuales de Brillo Solar Zona Baja*

2.2.1.3.5. Evaporación

Tabla 19. *Medios mensuales multianuales de Evaporación Zona Baja*

VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE BRILLO SOLAR ZONA BAJA													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Mercaderes	123,9	111,3	119,4	101,5	98,4	104,4	131,6	142,0	134,0	123,6	104,2	116,0	1410,4
Máximo	167,9	160,1	170,5	130,6	126,1	142,0	182,9	206,6	180,1	174,1	137,1	139,2	206,6
Mínimo	92,1	83,8	69,7	60,3	64,6	72,7	90,0	93,7	71,6	73,1	61,2	88,6	60,3
Media	117,5	117,5	117,5	117,5	117,5	117,5	117,5	117,5	117,5	117,5	117,5	117,5	

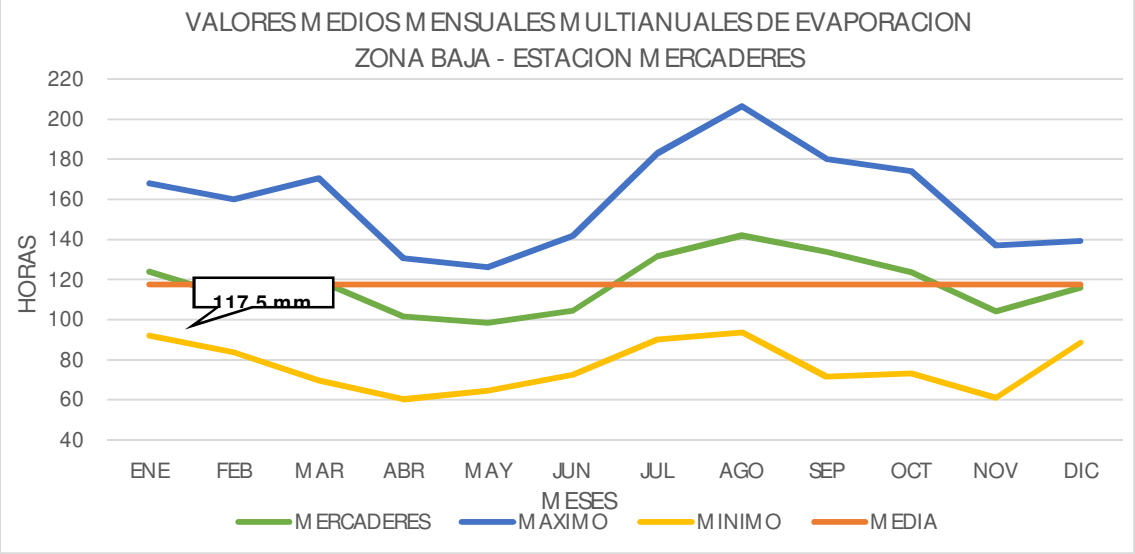


Figura 34. *Medios mensuales multianuales de Evaporación Zona Baja*

2.2.1.4. Resumen del Clima en La Cuenca Hidrográfica del Río Mayo

Tabla 20. *El Clima por Zonas en la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo*

CUENCA HIDROGRÁFICA RIO MAYO					
ZONA	CLIMA				
	Precipitación mm	Temperatura °C	H. Relativa %	Brillo Solar HS	Evaporación mm
ALTA	134,9	15,9	81,6	120,3	85,3
MEDIA	149,0	17,6	84,7	121,9	98,0
BAJA	106,1	22,8	76,1	158,7	117,5

Se entregan como información complemenria de este estudio el *Anexo 6*.

2.2.1.5. Isoyetas, Isotermas, Curvas de Evaporación y Curvas de Humedad Relativa. Para complementar este análisis del clima, se anexa el estudio de isoyetas (Precipitación), isotermas (Temperatura), curvas de evaporación (Evaporación) y curvas de humedad relativa (Humedad Relativa) que nos permite ver la espacialización de estos parámetros del clima en la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo.

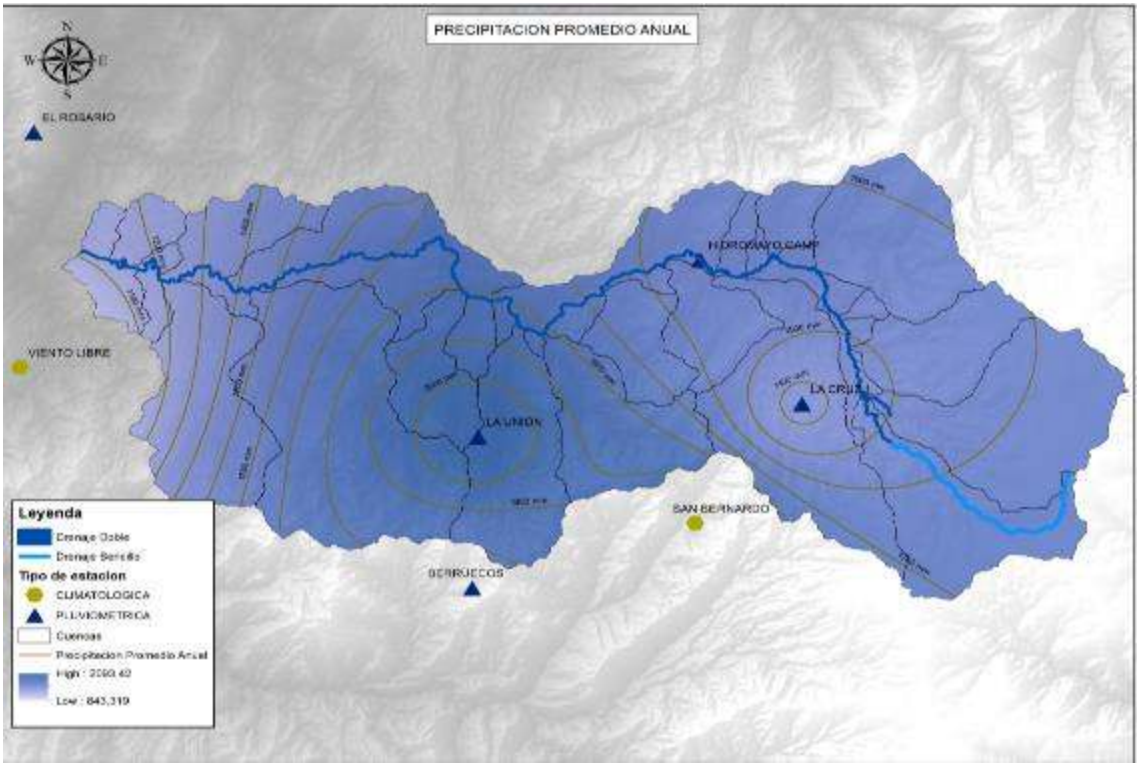


Figura 35. *Mapa Isoyetas multianual de Humedad Relativa*

(Ver *Anexo Cartográfico 5*)

Las isoyetas se definieron con siete (7) estaciones meteorológicas: cinco (5) Pluviométricas (PMs), una (1) Meteorológica Especial (ME) y una (1) Climatológica Ordinaria (CO). Tres (3) dentro de la cuenca y cuatro (4) fuera de la cuenca. *Figura 35*

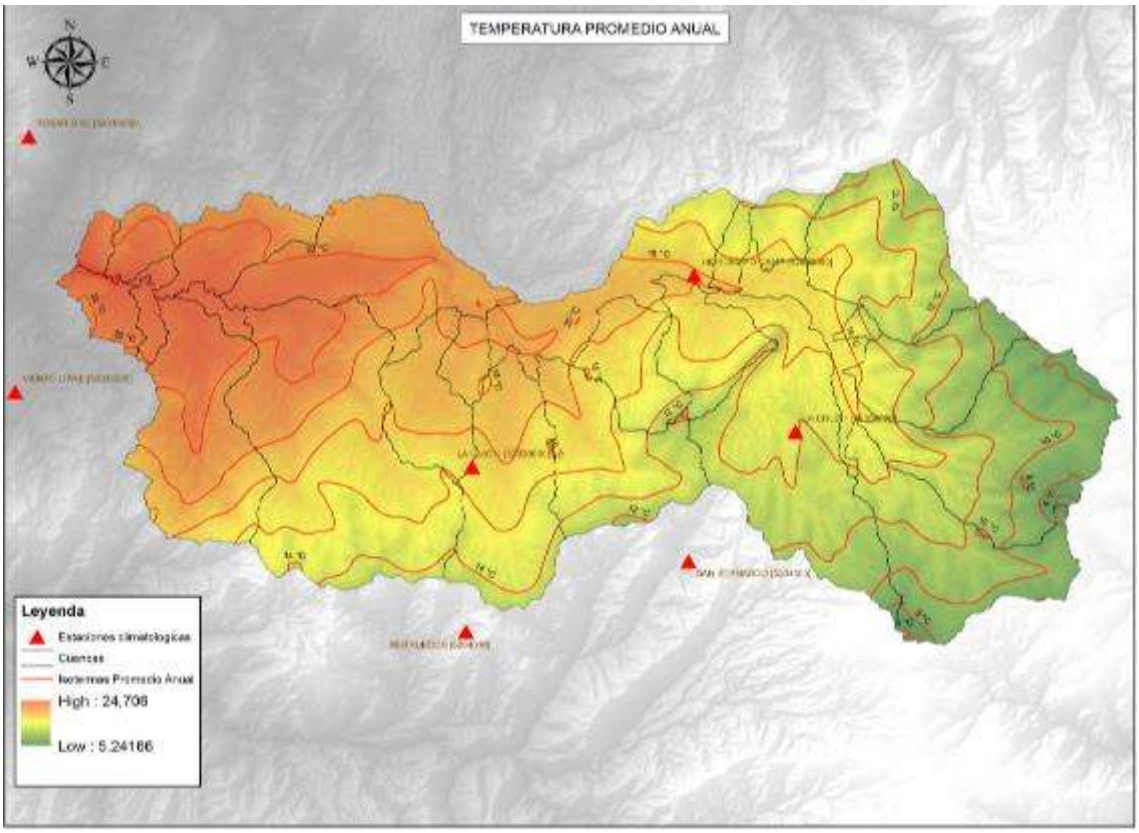


Figura 36. *Mapa Isotermas multianuales*
(Ver *Anexo Cartográfico 5*)

Las isotermas, curvas de evaporación y de humedad relativa se definieron igualmente con siete (7) estaciones meteorológicas todas fuera de la Cuenca: una (1) Meteorológica Especial (ME) y seis (6) Climatológicas ordinarias (CO).

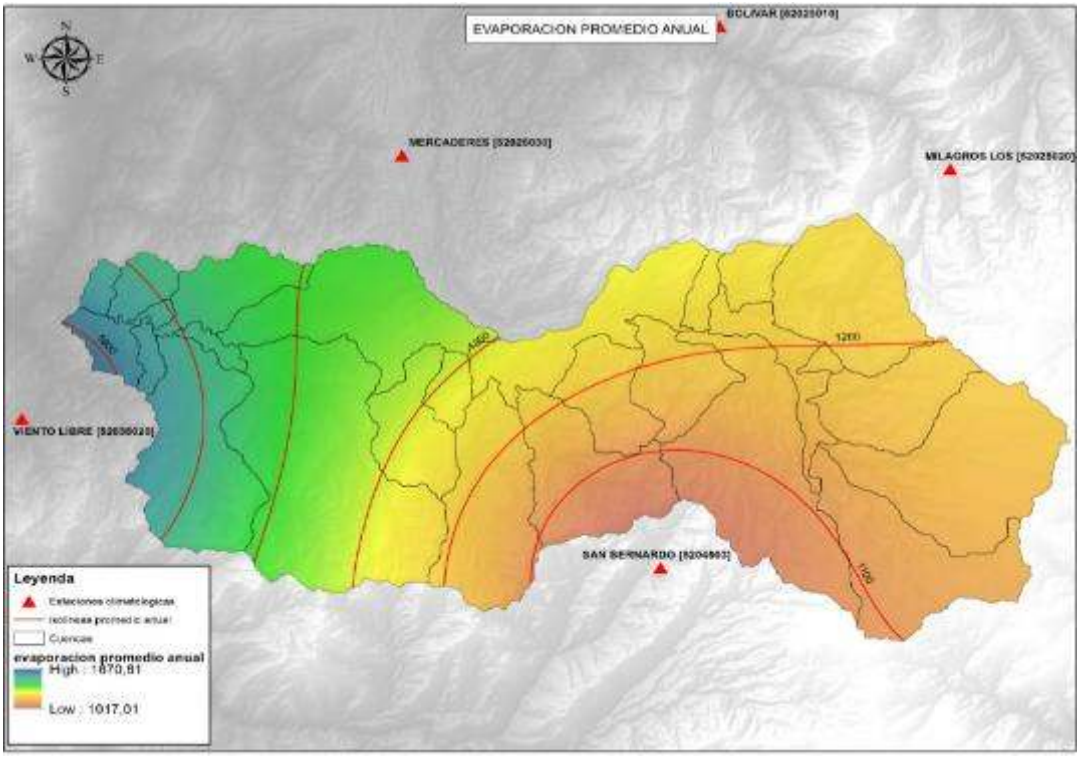


Figura 37. *Mapa Curvas de evaporación multianuales Cuenca Rio Mayo*
(Ver *Anexo Cartográfico 6*)

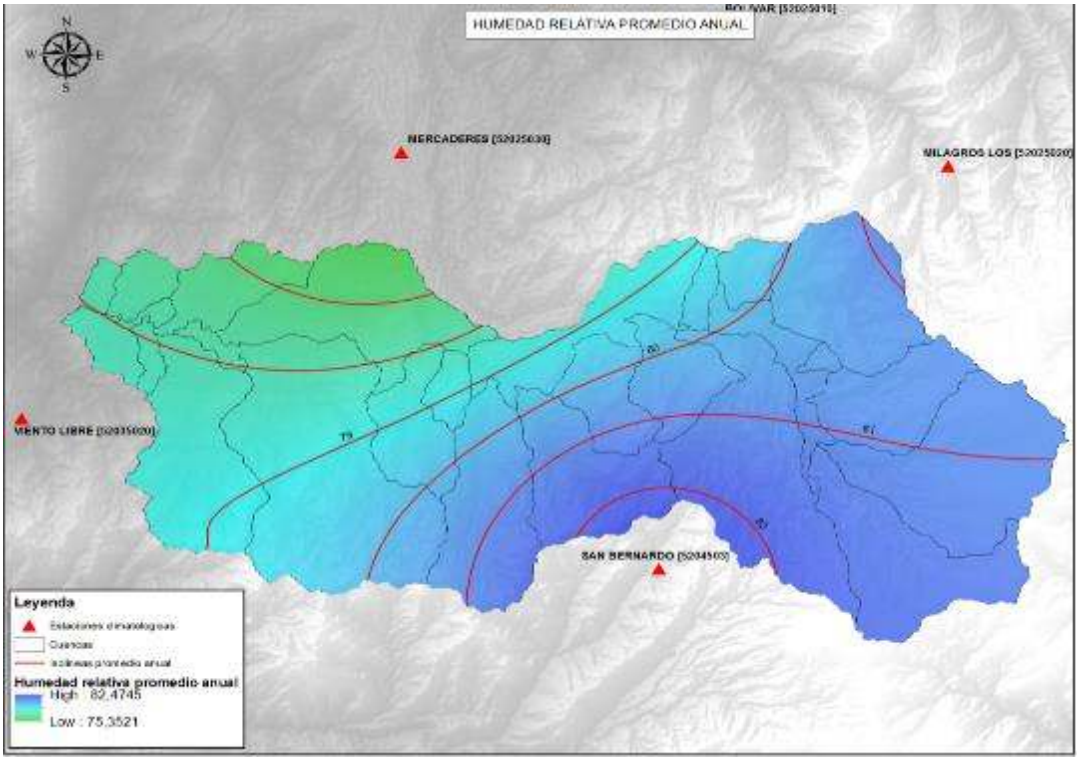


Figura 38. *Curvas de Humedad Relativa multianuales Cuenca Rio Mayo*

Igualmente, se entrega como apéndice de este estudio el Anexo 7*,* Anexo 8*,* Anexo 9 *y* Anexo 10*.* En el cual se incluyen los gráficos mensuales de estos cuatro parámetros para la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo. Ver

2.2.1.6. Zonificación del Clima Según Caldas – Lang. Francisco José de Caldas consideró únicamente la variación de la temperatura con la altura (pisos térmicos) y luego Richard Lang la complementó utilizando la precipitación anual en mm que relacionada con la temperatura anual en °C mediante el cociente llamado coeficiente de Lang, obtuvo la clasificación del clima, que observamos en la *Figura 39.*

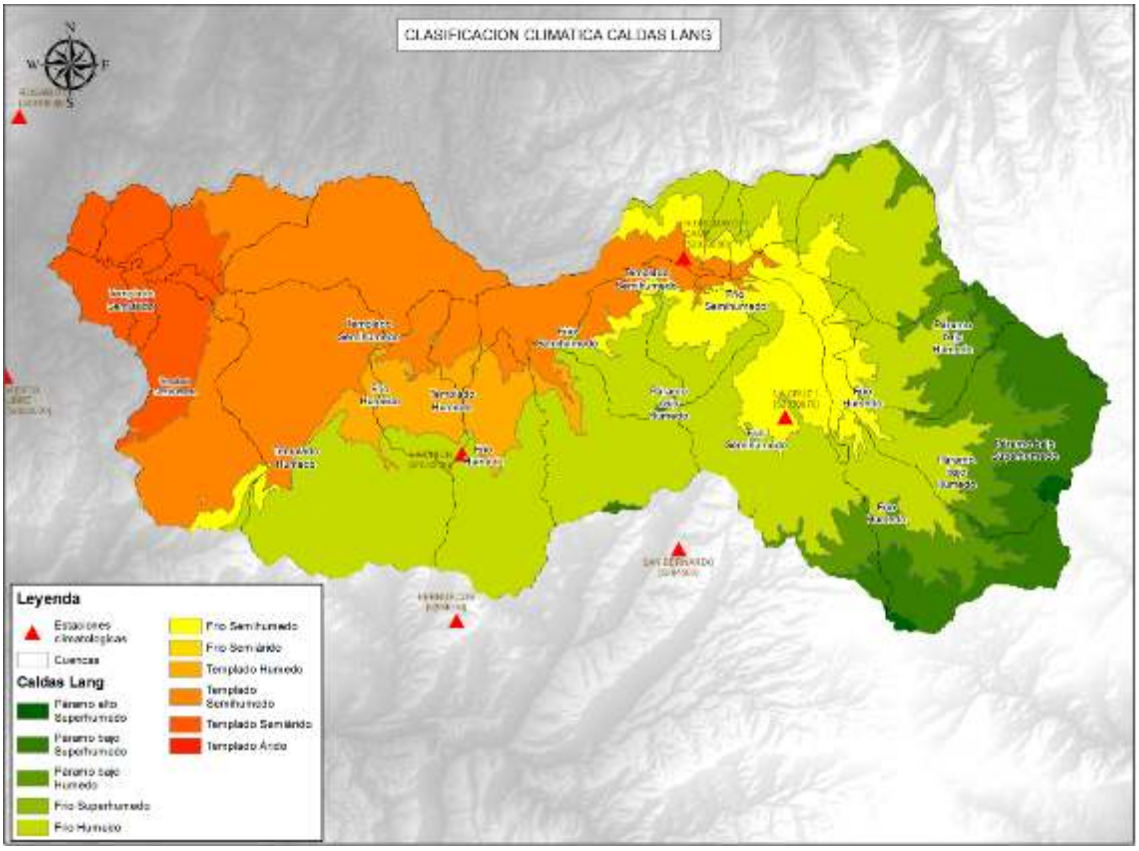


Figura 39. *Mapa Clima de la Cuenca Río Mayo según zonificación de Caldas Lang*

(Ver *Anexo Cartográfico 7*)

2.2.1.7. Índice de Aridez. *"Es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial. Integra el conjunto de indicadores definidos en el Estudio Nacional del Agua - ENA 2010 (IDEAM)"* Anexo A. Diagnóstico. Guía técnica para la formulación POMCAs 2014.

Las fórmulas que definen el Índice de Aridez son:

Ecuación 1. *Índice de Aridez*

$$Ia = \frac{ETP - ETR}{ETP}$$

Donde las variables y unidades indican:

Ia: Índice de Aridez (adimensional)

ETP: Evapotranspiración potencial (mm)

ETR: Evapotranspiración real (mm)

Tabla 21. *Descriptores Índice de Aridez (1)*

DESCRIPTORES		
Altos Excedentes de Agua	(< 0.15)	
Excedentes de Agua	(0.15 – 0.19)	
Moderado y Excedente de Agua	(0.20 – 0.29)	
Moderado	(0.30 - 0.39)	
Moderado y Deficitario de Agua	(0.40 - 0.49)	
Deficitario de Agua	(0.50 - 0.59)	
Altamente Deficitario de Agua	(> 0.60)	

Fuente: Anexo A. Diagnóstico. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de Cuencas Hidrográficas. POMCAs. 2014

Ecuación 2. *Índice de Aridez*

$$Ia = \frac{P}{ETP}$$

Ia: Índice de Aridez (adimensional)

P: Precipitación (mm)
ETP: Evapotranspiración potencial (mm)

Tabla 22. *Descriptores Índice Aridez (2)*

DESCRIPTORES		
ALTAMENTE DEFICITARIO DE AGUA	**(0,00 - 0,65)**	
DEFICITARIO DE AGUA	**(0,65 - 0,75)**	
MODERADO Y DEFICITARIO DE AGUA	**(0,75 - 0,80)**	
ALTAMENTA MODERADO	**0,80-1,20**	
MODERADO	**(1,20 - 1,40)**	
MODERADO Y EXCEDENTE DE AGUA	**(1,40 - 2,00)**	
EXCEDENTES DE AGUA	**(2,00 - 2,40)**	
ALTOS EXCEDENTES DE AGUA	**(2,40 - 2,80)**	
EXCESOS DE AGUA	**(>2,80)**	

Fuente: Anexo A. Diagnóstico. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de Cuencas Hidrográficas. POMCAs. 2014

Ecuación 3. *Índice de Martonne*

Índice de Martonne (IM) - Zonificación Climática Según el Criterio de Interpretación del Índice de Martonne

Ecuación 4. *Índice de aridez anual*

(4) $IM = \frac{PP}{t+10}$

Donde:

IM = Índice de Martonne

PP = Precipitación media anual

T = Temperatura media anual

Ecuación 5. *Índice de aridez mensual*

$$IM = \frac{12 \times PP}{t+10}$$

Donde:

IM = Índice de Martonne

PP = Precipitación mensual

T = Temperatura media mensual

12 = Constante para la aplicación del modelo al análisis de datos mensuales.

El índice resultante se clasificará según la siguiente tabla:

Tabla 23. *Índice de Martonne = Índice de Aridez*

INDICE DE MARTONNE	
Clasificación IM	Intervalo
Desiertos (Hiperáridos)	0 a 5
Semidesierto (Árido)	5 a 10
Semiárido de tipo mediterráneo	10 a 20
Subhúmeda	20 a 30
Húmeda	30 a 60
Perhúmeda	>60

Fuente: IG Instituto de Geografía UNAM, 2013

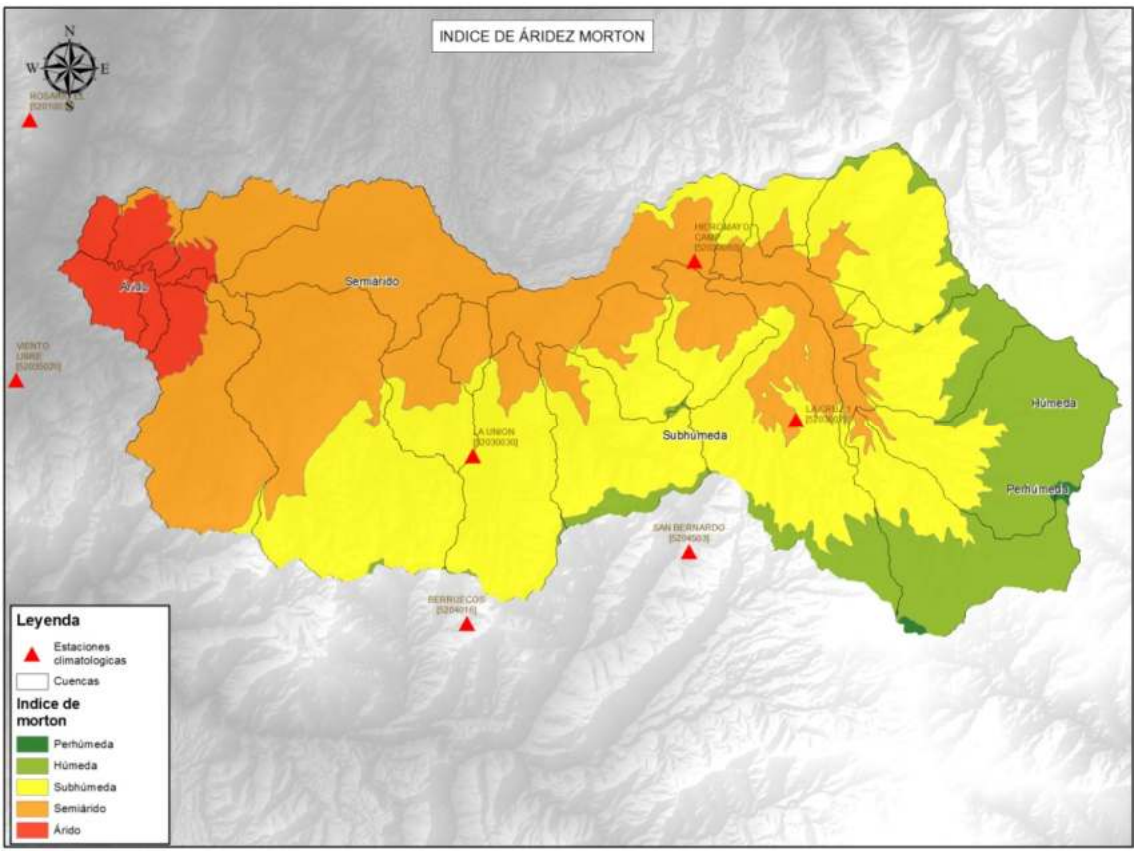


Figura 40. *Mapa Índice de Aridez según Martonne Cuenca Rio Mayo*

(Ver *Anexo Cartográfico 8*)

Para hallar este Índice de Aridez se requiere básicamente información de Precipitación, Temperatura y Brillo Solar, para calcular la Evapotranspiración.

Evapotranspiración es la suma de todas las cantidades de agua que se evaporan, bien sea directamente del suelo o del aire, por transpiración de las plantas, o por depósitos o almacenamiento.

La Evapotranspiración puede ser Potencial o Real, la primera corresponde a la Evapotranspiración que se esperaría sucediera a su capacidad máxima y la Real es la que efectivamente sucede, teniendo en cuenta todos los factores que la pueden afectar.

La Resolución 865 de Julio 22 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial explica estos dos términos:

"La evapotranspiración potencial, es la pérdida de agua observada en una superficie liquida o sólida saturada, por evaporación y por transpiración de las plantas, que ocurriría en caso de existir un adecuado abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento."

"La evapotranspiración real es la pérdida de agua observada en una superficie liquida o sólida en las condiciones atmosféricas y de humedad del suelo dominantes, por fenómenos de evaporación y transpiración."

"Para un área determinada la evapotranspiración potencial es mayor a la evapotranspiración real siempre y cuando no se suministre agua a la superficie para reemplazar la que ya se evaporó." Es decir:

Ecuación 6. *Evapotranspiración Real (mm)*

$$ETR = kETP$$

ETR = Evapotranspiración Real (mm)
k = Coeficiente que depende de la distribución temporal de las lluvias en el mes y de la capacidad del suelo para almacenar humedad. Su valor oscila entre 0.5 y 0.9.
ETP = Evapotranspiración Potencial (mm)
Ver *Anexo 11.* Calculos de ETR.

Hay muchas fórmulas para su cálculo, siendo las más conocidas y usadas, la de Thornthwite y la de Turc, cuyas fórmulas son:

- THORNTHWITE

Ecuación 7. *Evapotranspiración Potencial* *sin corregir*

$$ETP_{\text{sin } corregir} = 16\left(10\frac{t}{I}\right)^{a}$$

Dónde los términos significan:
$ETP_{\text{sin corregir}}$ = *ETP* mensual mm/mes meses 30 días y 12 horas sol (teóricas)
t = Temperatura media mensual en °C
I = Índice de calor anual a partir de la temperatura media mensual (t),

Calculado por las siguientes ecuaciones: Primero índice de calor mensual y luego índice de calor anual

Ecuación 8. *Índice de calor mensual*

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514}$$

Ecuación 9. *Índice de calor anual*

$$I = \sum i$$

Coeficiente exponencial determinado por la siguiente fórmula:

Ecuación 10. *Coeficiente exponencial*

$$a = (675 * 10^{-9} * I^3) - (771 * 10^{-7} * I^2) + (1792 * 10^{-5} * I) + (0{,}49239)$$

Finalmente se hace la corrección de la Evapotranspiración:

Ecuación 11. *Corrección de la Evapotranspiración*

$$ETP = ETP_{\text{sin } corrección} * F$$

En la cual: *ETP* = Evapotranspiración Potencial

F = Factor de corrección de Thornthwite

- TURC

Estas ecuaciones para evapotranspiraciones real y potencial son sugeridas por la Resolución 865 de Julio 22 del 2004.

Ecuación 12. *Evapotranspiración Real media anual (mm)*

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9+\frac{P^2}{L^2}}}$$

En donde:

ETR = Evapotranspiración Real media anual (mm)

P = Precipitación media anual (mm)

L = Parámetro helio térmico expresado así: 300 + 25t+0.05 t^2

T = Temperatura media anual (°C)

Si el término $\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}} \leq 0{,}1 \geq ETR = P$

El comportamiento de la ETR de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo se describe en la siguiente *Figura 41.*

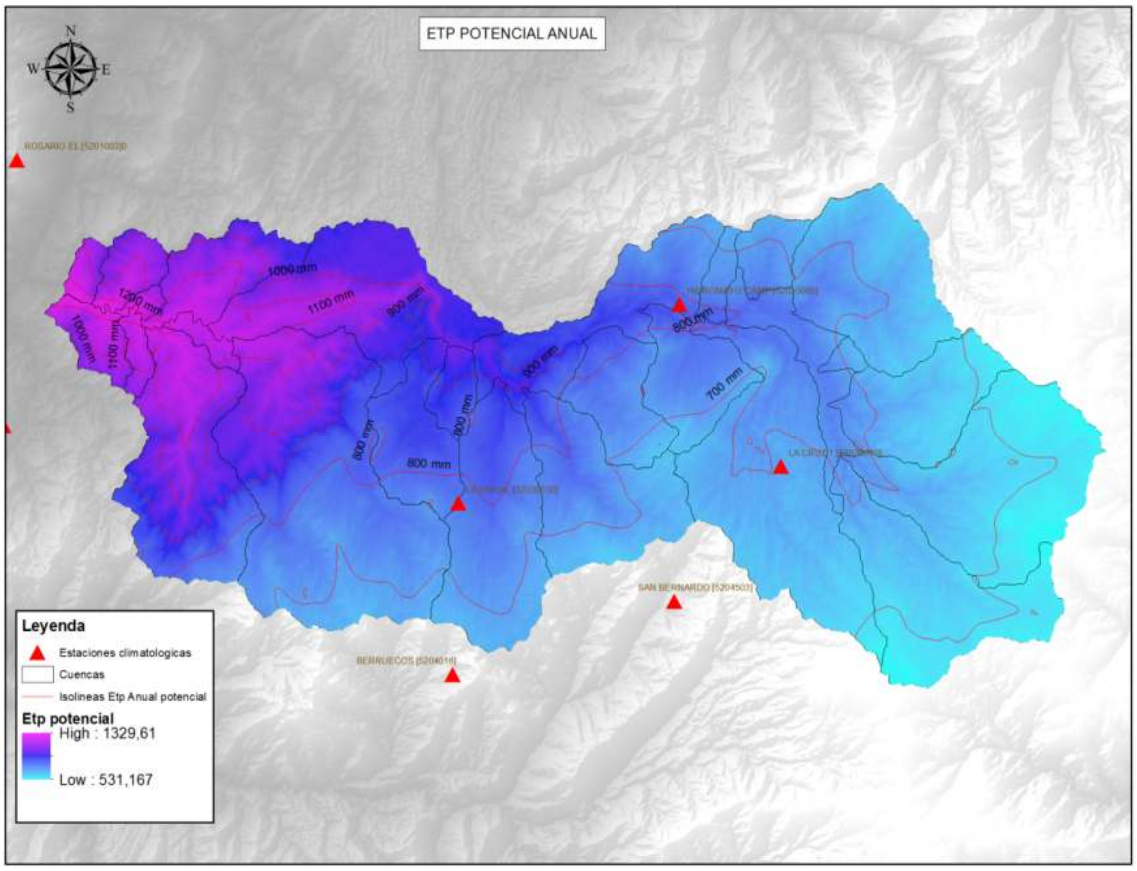


Figura 41. *Mapa Comportamiento de ETR de la Cuenca Rio Mayo*
(Ver *Anexo Cartográfico 9*)

Con la ecuación de TURC modificada se calcula la evapotranspiración potencial, cuya expresión está en función de la temperatura, radiación, humedad relativa y una constante que depende del mes o período considerado.

Cuando la humedad relativa media mensual es superior al 50%, se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 13. *Evapotranspiración Potencial 1*

$$ETP = K\left(\frac{T}{T+15}\right)(Ri + 50)$$

Y cuando esta es inferior al 50%, se aplica esta otra ecuación:

Ecuación 14. *Evapotranspiración Potencial 2*

$$(14)\quad ETP = K\left(\frac{T}{T+15}\right)(Ri + 50)\left(I + \frac{50-Hr}{70}\right)$$

Donde:

ETP = evapotranspiración potencial expresada en mm/mes.

K = es la constante igual a 0.4 para meses de 30 o 31 días y 0.37 para el mes de febrero y 0.13 para períodos de diez días.

T = temperatura media mensual en grados centígrados.

R_i = radiación solar global incidente del mes considerado expresada en cal/cm2/día.

Hr = humedad relativa

El valor de R_i se obtiene a partir de la radiación solar extraterrestre R_{tt} que se obtiene de la *Tabla 24* y la insolación (n/N) que a su vez depende del brillo solar diario (n) y la máxima duración de exposición diaria (N), según la siguiente ecuación:

Ecuación 15*. Radiación solar global incidente del mes considerado expresada en cal/cm2/día*

$$(15)\quad R_i = R_{tt}\left(0{,}18 + 0{,}62 * \left(\frac{n}{N}\right)\right)$$

Tabla 24. *Radiación Extraterrestre*

Radiación Extraterrestre Tomada En La Parte Superior De La Atmosfera (cal/cm²día).												
Latitud Norte	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	885	915	925	900	850	820	830	870	905	910	890	875
10	780	840	900	925	915	900	905	915	905	865	800	760
20	660	750	850	920	960	965	960	935	875	785	685	630
30	520	630	775	895	975	1000	990	925	820	685	560	490
40	380	505	675	845	965	1020	985	895	740	565	415	335
50	225	360	555	750	930	1010	970	830	640	435	265	190
60	90	215	425	670	890	1000	945	770	510	285	120	60
70	0	70	275	565	855	1025	945	685	385	145	15	0

80	0	0	125	480	890	1075	995	660	255	25	0	0
90	0	0	40	470	900	1085	1010	670	170	0	0	0

2.2.1.7.1. Calculo Índice de Aridez (Ia) Para la Zona Alta de La Cuenca Hidrográfica Rio Mayo

Tabla 25. *Calculo ETP Thornthwite Zona Alta*

ETP THORNTHWITE DE LA PARTE ALTA CUENCA HIDROGRÁFIA RÍO MAYO													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
T	15,65	15,84	15,89	16,01	16,00	15,72	15,39	15,56	15,81	15,75	15,57	15,53	15,73
i	5,63	5,73	5,76	5,83	5,82	5,67	5,49	5,58	5,71	5,68	5,58	5,56	5,67
a	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72
ETP	67,17	68,57	68,96	69,91	69,83	67,74	65,29	66,50	68,35	67,91	66,62	66,28	67,76
f	1,04	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,02
ETPcorregida	69,86	64,45	71,72	70,61	72,63	68,41	67,91	69,16	69,03	70,63	67,28	68,93	69,22

Tabla 26. *Calculo Índice de Aridez Zona Alta*

CALCULO DE INDICE DE ARIDEZ (Ia) MENSUAL ZONA ALTA CUENCA HIDROGRÁFICA RIO MAYO													
Ia = P/ETP													(Ia) Anual
Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
P	151,0	124,3	138,7	153,3	102,5	42,80	38,70	31,90	74,40	194,7	247,4	196,3	124,67
Etp	69,86	64,45	71,72	70,61	72,63	68,41	67,91	69,16	69,03	70,63	67,28	68,93	69,22
Ia	2,16	1,93	1,93	2,17	1,41	0,63	0,57	0,46	1,08	2,76	3,68	2,85	1,80

Para la Zona Alta de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo se utiliza la precipitación de la estación PM La Cruz.

De acuerdo con la *Tabla 22* de descriptores del Índice de Aridez formula dos, la Zona alta de la Cuenca del Rio Mayo se mueve entre un mínimo de 0,46 en el mes de agosto hasta un máximo de 3,68 en el mes de noviembre.

Es decir, de altamente deficitario hasta excesos de agua.

El promedio anual es de 1,77 correspondiente a moderado y excedente de agua.

2.2.1.7.2. Calculo Índice de Aridez (Ia) Para La Zona Media de La Cuenca Hidrográfica Rio Mayo

Tabla 27. *Calculo ETP Thornthwite Zona Media*

ETP THORNTHWITE DE LA PARTE MEDIA CUENCA HIDROGRÁFIA RÍO MAYO													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
T	17,20	17,40	17,60	17,60	17,80	18,00	18,40	18,60	18,00	17,30	17,00	17,00	17,66
i	6,49	6,61	6,72	6,72	6,84	6,95	7,19	7,31	6,95	6,55	6,38	6,38	6,76
a	1,80	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79
ETP	61,86	62,74	64,04	64,04	65,35	66,67	69,34	70,70	66,67	62,10	60,19	60,19	64,49
f	1,04	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,02
ETPcorregida	64,34	58,98	66,60	64,68	67,96	67,34	72,12	73,53	67,34	64,58	60,79	62,59	65,90

Tabla 28. *Calculo Índice de Aridez Zona Media*

CALCULO DE INDICE DE ARIDEZ (Ia) MENSUAL ZONA MEDIA CUENCA HIDROGRÁFICA RIO MAYO													
Ia = P/ETP													(Ia) Anual
Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
P	157,3	143,2	172,4	190,3	123,5	47,2	23,1	25,4	77,4	177,0	247,1	185,	130,74
ETP	64,34	58,98	66,60	64,68	67,96	67,34	72,12	73,53	67,34	64,58	60,79	62,59	65,90

Ia	2,44	2,43	2,59	2,94	1,82	0,70	0,32	0,35	1,15	2,74	4,06	2,96	2,04

Con la precipitación de la estación PM Hidromayo Campamento se calcula el Índice de Aridez.

La zona media de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo tiene un Índice de Aridez mínimo de 0,32 en el mes de Julio y un máximo de 4,06 en el mes de noviembre, lo cual corresponde a los extremos según los descriptores: altamente deficitario de agua y excesos de agua.

El promedio anual es de 1,98 que corresponde a moderado y excedente de agua.

2.2.1.7.3. Calculo Índice de Aridez (Ia) Para la Zona Baja de La Cuenca Hidrográfica Rio Mayo.
Con la precipitación de PM Taminango se calcula el Índice de Aridez de la Zona Baja de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo.

Tabla 29. *Calculo ETP Thornthwite Zona Baja*

ETP THORNTHWITE DE LA PARTE BAJA CUENCA HIDROGRÁFIA RÍO MAYO													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
T	22,50	22,70	22,80	22,70	22,60	22,90	23,40	23,80	23,50	22,50	22,00	22,20	22,80
i	9,75	9,88	9,95	9,88	9,81	10,01	10,35	10,61	10,41	9,75	9,42	9,55	9,95
a	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68
ETP	87,53	89,63	90,69	89,63	88,57	91,76	97,23	101,76	98,35	87,53	82,41	84,43	90,79
F	1,04	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,02
ETPcorregida	91,03	84,25	94,32	90,53	92,12	92,68	101,12	105,83	99,34	91,03	83,23	87,81	92,77

Tabla 30. *Calculo Índice de Aridez Zona Bajo*

CALCULO DE INDICE DE ARIDEZ (Ia) MENSUAL ZONA BAJA CUENCA HIDROGRÁFICA RIO MAYO													
Ia = P/ETP													(Ia) Anual
Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
P	111,6	95,9	141,8	182,7	164,7	74,3	44,60	50,60	95,0	194,7	197,3	142,0	1.495,10
ETP	91,03	84,25	94,32	90,53	92,12	92,68	101,12	105,83	99,34	91,03	83,23	87,81	94,24

Ia	1,23	1,14	1,50	2,02	1,79	0,80	0,44	0,48	0,96	2,14	2,37	1,62	15,87

La zona baja de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo registra un Índice de Aridez mínimo de 0,44 en el mes de Julio y un máximo de 2,37 en el mes de noviembre, lo cual corresponde a: altamente deficitario de agua y altos excedente de agua.

El promedio anual es de 0,75 que corresponde a moderado y deficitario de agua.

2.2.1.8. Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia. Estos tres parámetros que definen íntegramente la precipitación constituyen los elementos esenciales y necesarios para definir tanto la tormenta de diseño hidrológico como el máximo caudal para tener en cuenta en el diseño de obras civiles.

Por lo tanto, las curvas de intensidad – duración – frecuencia son un instrumento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración y la frecuencia, o sea la probabilidad de ocurrencia o lo que es lo mismo el periodo de retorno.

La intensidad es la profundidad de la lámina de agua sobre el tiempo (mm/h) y está dada por la fórmula:

Ecuación 16. *Intensidad*

(16) $i = \frac{P}{Td}$

P es la profundidad de la lluvia (mm) y T_d es la duración.

La frecuencia se expresa en función del periodo de retorno T, que es el intervalo de tiempo promedio entre eventos de precipitación que igualan o exceden la magnitud de diseño.

Para determinar las curvas IDF es necesario contar con registros pluviográficos para conocer la intensidad y duración de cada tormenta.

Como nuestra estación índice o guía de estudio es pluviométrica y no tiene Pluviógrafo, fue necesario acudir a ecuaciones o fórmulas como modelos generales.

Ecuación 17. *Intensidad de lluvia de diseño*

(17) $I = \frac{a}{(D+b)^m}$

I es la intensidad de lluvia de diseño, D es la duración y a, b y m son coeficientes que varían con el lugar y el periodo de retorno, asimismo para su cálculo se requiere hacer una linealización previa de la ecuación para luego hallar los parámetros a, b y m por medio de regresión lineal.

La duración de la precipitación de diseño es igual al tiempo de concentración (t_c).

Como no se tiene Pluviógrafo y solo se cuenta con precipitación máxima en 24 horas, se debe estimar la intensidad de la precipitación multiplicando la precipitación máxima en 24 horas por un coeficiente de duración entre 1 y 24 horas según la siguiente tabla tomada de D.F. Campos 1978. se presentan a este estudio los cálculos relacionados en el *Anexo 15 y Anexo 16.*

Distribución de coeficiente de correlación horaria

Tabla 31. *Distribución del Cociente de correlación horaria*

COCIENTE DE CORRELACIÓN HORARIA	DURACIÓN (DISTRIB. HORARIA)
1	24
0,91	18
0,8	12
0,68	8
0,61	6
0,57	5
0,52	4
0,46	3
0,39	2
0,3	1

Fuente: D.F. Campos 1978

2.2.1.8.1. Valores Idf Estación Pm La Cruz, Zona Alta Rio Mayo

Tabla 32. *Valores IDF Estación PM La Cruz para 120 minutos*

TR	DURACION (min)										
	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	120
Tr 2	96,59	83,41	74,44	67,83	58,57	52,27	47,63	44,03	38,73	34,96	32,11
Tr 5	157,49	136,00	121,37	110,59	95,50	85,23	77,66	71,79	63,15	57,01	52,35
Tr 10	197,80	170,81	152,44	138,90	119,95	107,05	97,54	90,17	79,32	71,60	65,76
Tr 25	248,75	214,80	191,70	174,68	150,84	134,61	122,66	113,39	99,75	90,04	82,69
Tr 50	286,54	247,44	220,82	201,21	173,76	155,07	141,30	130,61	114,90	103,72	95,25
Tr 100	324,05	279,83	249,73	227,56	196,50	175,37	159,79	147,71	129,94	117,30	107,72
Tr 500	410,74	354,69	316,53	288,43	249,07	222,28	202,54	187,23	164,70	148,68	136,54

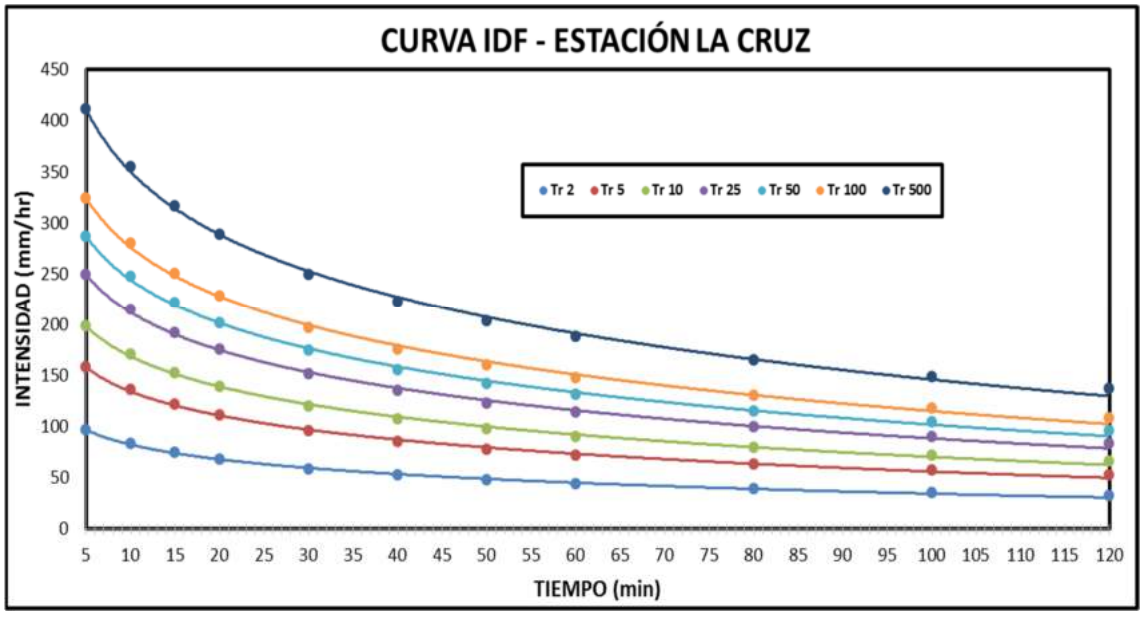


Figura 42. *Curva IDF Estación La Cruz Zona Alta Cuenca Rio Mayo*

2.2.1.8.2. Valores IDF Estación Pm Hidromayo Campamento Zona Media Rio Mayo

Tabla 33. *Valores IDF Estación PM Hidromayo Campamento para 120 minutos*

TR	DURACION (min)										
	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	120
Tr 5	154,15	133,11	118,79	108,25	93,47	83,42	76,01	70,27	61,81	55,80	51,24
Tr 10	186,31	160,89	143,58	130,83	112,98	100,83	91,87	84,93	74,71	67,44	61,93
Tr 20	217,16	187,53	167,36	152,50	131,69	117,52	107,09	98,99	87,08	78,61	72,19
Tr 40	257,10	222,01	198,13	180,54	155,90	139,13	126,78	117,19	103,10	93,07	85,47
Tr 140	287,02	247,86	221,19	201,55	174,05	155,33	141,54	130,84	115,10	103,90	95,41
Tr 250	326,43	281,88	251,56	229,22	197,94	176,65	160,97	148,80	130,90	118,16	108,51
Tr 500	356,18	307,57	274,49	250,12	215,98	192,75	175,64	162,36	142,83	128,93	118,40

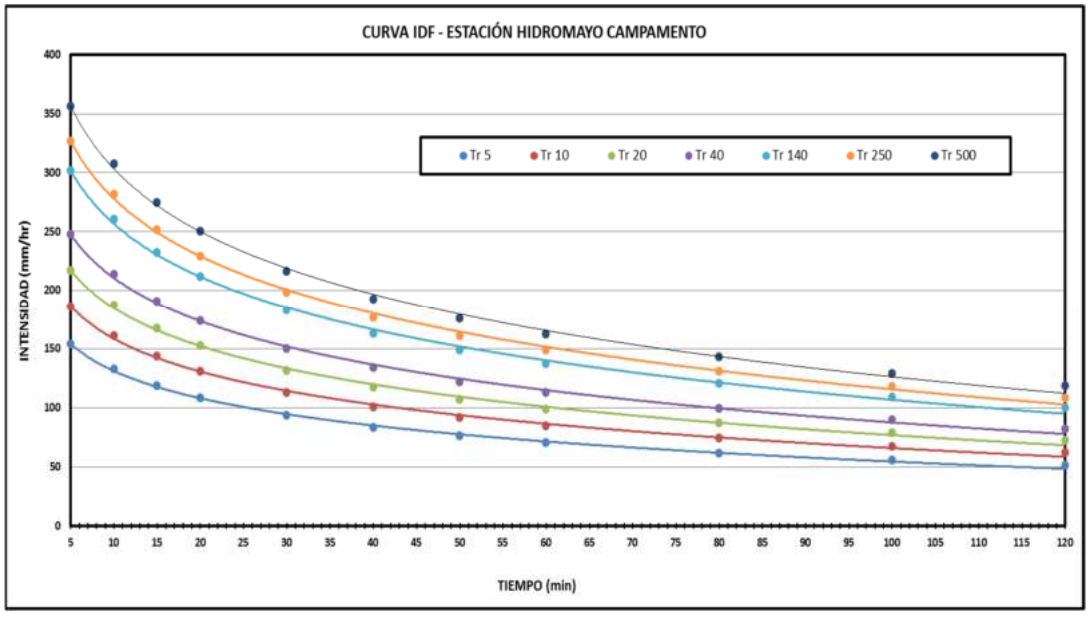


Figura 43.*Curva IDF Estación Hidromayo Campamento Zona Media*

2.2.1.8.3. Valores Idf Estación Co Mercaderes Zona Baja Rio Mayo

Tabla 34. *Valores IDF Estación CO Mercaderes Zona Baja*

TR	DURACION (min)										
	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	120
Tr 2	105,68	91,26	81,44	74,21	64,08	57,19	52,11	48,17	42,38	38,25	35,13
Tr 5	129,20	111,57	99,57	90,73	78,35	69,92	63,71	58,89	51,81	46,77	42,95
Tr 10	144,77	125,02	111,57	101,66	87,79	78,35	71,39	65,99	58,05	52,41	48,13
Tr 25	164,45	142,01	126,73	115,48	99,72	88,99	81,09	74,96	65,94	59,53	54,67
Tr 50	179,05	154,61	137,98	125,73	108,57	96,89	88,29	81,62	71,80	64,81	59,52
Tr 100	193,54	167,13	149,15	135,91	117,36	104,74	95,44	88,22	77,61	70,06	64,34
Tr 500	227,02	196,04	174,95	159,42	137,66	122,86	111,95	103,48	91,04	82,18	75,47

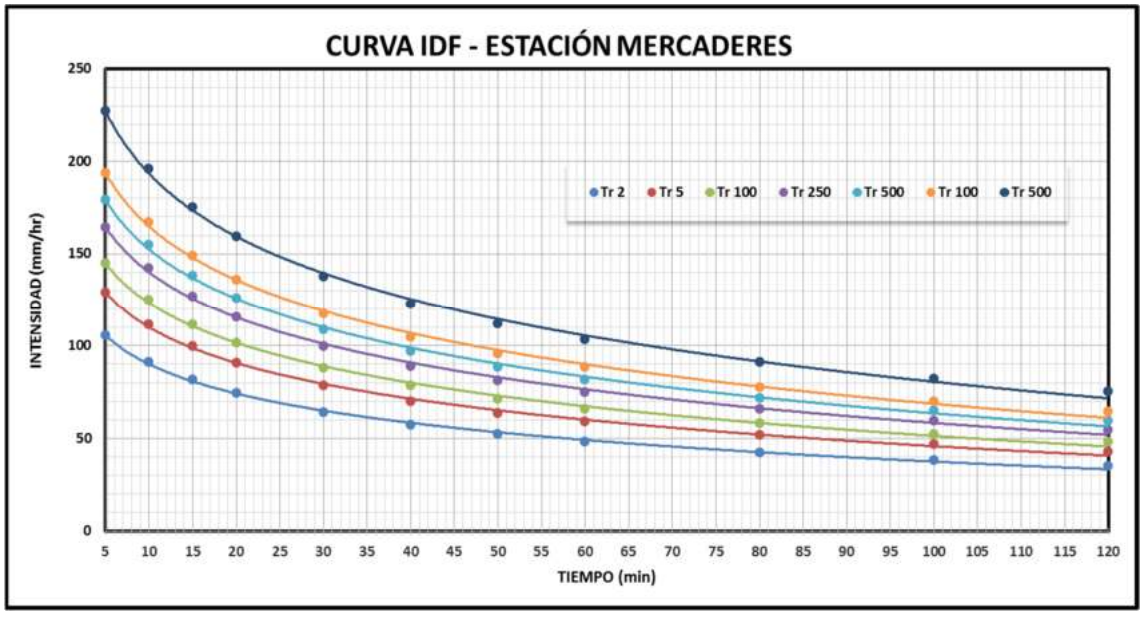


Figura 44. *Curva IDF Estación Mercaderes Zona Baja*

2.2.1.9. Balance Hídrico. La estimación de la oferta hídrica para un espacio y periodo específico tiene como base el ciclo hidrológico modelado mediante el balance hídrico el cual determina la disponibilidad del agua en cada una de las fases: precipitación, evapotranspiración real, infiltración y escorrentía.

El balance hídrico es considerado un buen método para estimar con un margen de error pequeño el caudal medio anual en diferentes regiones de Colombia. Esta metodología se aplica en cuencas con áreas de drenaje mayores, instrumentadas y con información confiable.

La base física del balance hidrológico es la formulación de las ecuaciones de conservación de masa para volúmenes de control o unidades hidrográficas determinadas. Expresa la equivalencia entre los aportes de agua que entran al volumen de control y la cantidad de agua que sale considerando además las variaciones internas en el almacenamiento de humedad ocurridas durante un periodo de tiempo determinado.

Ecuación 18. *Balance hidrológico*

(18) $I - O = \frac{\Delta S}{\Delta t}$

Para una cuenca se tiene:

Entradas (I):
- Precipitación (P)
- Escorrentía superficial desde otras cuencas
- Aguas subterráneas desde otras cuencas

Salidas (O)

- Evaporación
- Transpiración
- Escorrentía superficial hacia otras cuencas
- Agua subterránea hacia otras cuencas
- Infiltración

Cambio de almacenamiento (ΔS)/(Δt)

- Almacenamiento de aguas subterráneas
- Almacenamiento por cambio de humedad del suelo
- Almacenamiento superficial en embalses canales y en la escorrentía superficial

El balance de agua en la atmósfera:

Ecuación 19. Balance de agua en la Atmósfera

(19) $Q + ETR - P = \frac{dW}{dt}$

Donde:

Q = Flujo neto de humedad en la atmósfera
ETR = Evapotranspiración real
P = Precipitación
W = Almacenamiento de agua en la atmósfera

Ahora, el balance en la columna de suelo es:

Ecuación 20*. Balance en la columna de suelo*

(20) $\boldsymbol{P - Esc. - ETR = \frac{dS}{dt}}$

Donde:

ETR = Evapotranspiración Real
P = Precipitación
Esc. = Escorrentía
S = Almacenamiento de agua en el suelo

Al realizar un balance hídrico a largo plazo se tiene que los cambios en los volúmenes de agua almacenados en la **atmósfera** y los volúmenes de agua almacenados en el **suelo** son despreciables.

Entonces al despreciar estos volúmenes de agua tanto en la atmósfera como en el suelo, la ecuación para el caudal o escorrentía es:

Ecuación 21. *Caudal o Escorrentía*

(21) $Esc.total = P - ETR$

2.2.1.9.1. Balance Hídrico Cuenca Hidrográfica Río Mayo. El Balance Hídrico relaciona las variables que intervienen en el ciclo hidrológico. Se aplica en todos los casos que tienen que ver con la distribución de los recursos hidráulicos a nivel global, o en cuencas particulares. Es imprescindible en los estudios de regulación de embalses y en los proyectos de suministro de agua para acueducto, riego y generación hidroeléctrica.

En el cálculo de la disponibilidad hídrica de las cuencas de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo se explicó la fórmula del balance hídrico:

Ecuación 22. Disponibilidad Hídrica

(22) $Esc.total = P - ETR$

2.2.1.9.2. Balance Hídrico Zona Alta Cuenca Rio Mayo. Para esta zona alta de la Cuenca se toma la información de temperatura de la estación CO San Bernardo y la información pluviométrica de la estación PM La Cruz.

Tabla 35. *Balance Hídrico Zona Alta Cuenca Rio Mayo*

BALANCE HIDRICO DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA HIDROGRÁFIA DEL RÍO MAYO												
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T	15,6	15,8	15,9	16,0	16,0	15,7	15,4	15,6	15,8	15,7	15,6	15,5
Pm	151,0	124,3	138,7	153,3	102,5	42,8	38,7	31,9	74,4	194,7	247,4	196,3
ETPcorr.	69,9	64,5	71,7	70,6	72,6	68,4	67,9	69,2	69,0	70,6	67,3	68,9
Déficit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-25,6	-29,2	-37,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Exceso	81,1	59,8	67,0	82,7	29,9	0,0	0,0	0,0	5,4	124,1	180,1	127,4

2.2.1.9.3. Balance Hídrico Zona Media Cuenca Rio Mayo. La zona media de la Cuenca tiene influencia directa de la Estación PM Hidromayo Campamento para la información pluviométrica e influencia indirecta de la estación CO Taminango para los datos de temperatura.

En esta zona se tiene la central hidroeléctrica del Rio Mayo cuyo embalse tiene un volumen útil de 300.000 metros cúbicos (m³) y una altura de 16 metros. Este embalse para la producción hidroeléctrica es también un regulador de las aguas del Rio Mayo, amortiguando muchas crecidas sobre todo torrenciales, minimizando la afectación a los habitantes y a todos los ecosistemas de la Cuenca.

Tabla 36. *Balance Hídrico Zona Media Cuenca Rio Mayo*

BALANCE HIDRICO DE LA PARTE MEDIA DE LA CUENCA HIDROGRÁFIA DEL RÍO MAYO												
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T	17,2	17,4	17,6	17,6	17,8	18,0	18,4	18,6	18,0	17,3	17,0	17,0
Pm	157,3	143,2	172,4	190,3	123,5	47,2	23,1	25,4	77,4	177,0	247,1	185,0
ETPcorr.	124,5	117,1	134,7	130,9	131,3	119,3	121,2	119,6	114,5	119,6	114,5	119,6
Déficit	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,8	-72,1	-98,1	-94,2	-37,1	0,0	0,0	0,0
Exceso	32,8	26,1	37,7	59,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,4	132,6	65,4

2.2.1.9.4. Balance Hídrico Zona Baja Cuenca Rio Mayo

Para la zona baja, las estaciones de Estaciones CO Mercaderes y PM Taminango suministran la información de temperatura y precipitación respectivamente.

Tabla 37. *Balance Hídrico Zona Baja Rio Mayo*

BALANCE HIDRICO DE LA PARTE BAJA DE LA ZONA HIDROGRÁFIA DEL RÍO MAYO												
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T	22,50	22,70	22,80	22,70	22,60	22,90	23,40	23,80	23,50	22,50	22,00	22,20
Pm	111,60	95,90	141,80	182,70	164,70	74,30	44,60	50,60	95,00	194,70	197,30	142,00
ETPcorr.	127,00	120,97	138,24	135,52	136,86	129,17	131,19	131,11	125,85	129,78	125,24	128,07

DEFICIT	-15,40	-25,07	0,00	0,00	0,00	-54,87	-86,59	-80,51	-30,85	0,00	0,00	0,00
Exceso	0,00	0,00	3,56	47,18	27,84	0,00	0,00	0,00	0,00	64,92	72,06	13,93

2.2.1.9.5. Balances Hídricos Sub Cuencas De La Cuenca Hidrográfica Del Rio Mayo

Tabla 38. *Balance Hídrico Sub Cuenca Cañada de Taminango*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA CAÑADA DE TAMINANGO													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
T	22,4	22,6	22,8	22,9	23,0	23,1	23,4	23,6	23,2	22,6	22,3	22,3	25,4
Pm	88,9	79,9	110,0	98,8	54,9	35,2	26,6	57,1	142,3	160,9	108,8	126,0	90,8
ETPcorr.	90,2	83,3	94,2	92,3	95,9	94,7	101,4	103,6	95,4	91,9	85,9	88,4	123,9
DEFICIT	-1,2	-3,5	0,0	0,0	-41,0	-59,5	-74,8	-46,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-33,2

Tabla 39. *Balance Hídrico Sub Cuenca cañada Seca o los Alisos*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA CAÑADA SECA O LOS ALISOS													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
T	22,5	22,7	22,9	23,0	23,1	23,2	23,5	23,7	23,3	22,7	22,4	22,4	22,9
Pm	97,3	88,2	117,6	104,7	57,4	36,1	27,8	59,7	151,5	173,9	120,9	133,6	97,4
ETPcorr.	90,9	84,0	95,1	93,1	96,8	95,6	102,4	104,7	96,3	92,7	86,6	89,2	93,9
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-39,4	-59,4	-74,6	-45,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	6,3	4,2	22,5	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	55,2	81,1	34,3	44,4	3,5

Tabla 40. *Balance Hídrico Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo No. 4*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No. 4													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
T	17,9	18,1	18,2	18,3	18,3	18,2	18,0	18,2	18,3	18,0	17,8	17,8	18,1
Pm	152,1	145,3	162,4	129,0	64,4	35,6	34,5	74,5	216,5	260,2	211,2	176,9	138,6
ETPcorr.	67,7	62,4	69,7	68,4	70,6	67,5	68,6	69,8	68,0	68,5	65,1	66,8	67,8
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-6,2	-31,9	-34,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	84,3	82,9	92,7	60,6	0,0	0,0	0,0	4,7	148,4	191,7	146,1	110,1	70,8

Tabla 41. *Balance Hídrico Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo Alto*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO ALTO													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	10,3	10,5	10,5	10,7	10,7	10,5	10,2	10,4	10,5	10,4	10,2	10,2	10,4
Pm	155,2	142,3	161,1	124,0	54,1	40,0	30,6	64,7	201,2	247,5	208,1	171,1	133,3
ETPcorr.	51,0	47,0	52,4	51,5	53,1	50,4	50,7	51,7	50,8	51,6	49,1	50,3	50,8
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-10,4	-20,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	104,2	95,3	108,7	72,5	1,0	0,0	0,0	13,1	150,3	196,0	159,1	120,8	82,5

Tabla 42. *Balance Hídrico Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo No. 1*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No. 1													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
T	22,7	22,9	23,1	23,1	23,2	23,3	23,6	23,8	23,4	22,9	22,5	22,5	23,1
Pm	103,4	92,5	120,7	107,3	59,3	36,9	29,0	63,1	157,7	181,1	127,9	137,8	101,4
ETPcorr.	92,3	85,3	96,5	94,5	98,2	96,7	103,3	105,6	97,5	94,1	87,9	90,5	95,1
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-38,9	-59,8	-74,2	-42,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	11,1	7,2	24,3	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	60,2	86,9	39,9	47,3	6,3

Tabla 43. *Balance Hídrico Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo No.2*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No. 2													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
T	22,7	22,9	23,1	23,2	23,2	23,4	23,7	23,9	23,4	22,9	22,6	22,6	23,1
Pm	118,2	108,5	135,8	119,3	64,0	38,6	31,1	67,2	174,9	205,9	150,7	152,6	113,9
ETPcorr.	92,2	85,3	96,4	94,4	98,1	96,7	103,2	105,6	97,4	94,0	87,9	90,5	95,0
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-34,0	-58,0	-72,1	-38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	25,9	23,2	39,4	24,9	0,0	0,0	0,0	0,0	77,5	111,8	62,8	62,2	18,9

Tabla 44. *Balance Hídrico Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo No.5*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No. 5													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
T	16,0	16,2	16,3	16,4	16,4	16,2	16,0	16,2	16,3	16,1	15,9	15,9	16,2
Pm	146,3	135,5	152,6	114,4	50,7	35,7	29,0	62,7	197,6	238,5	201,8	163,0	127,3
ETPcorr.	62,39	57,45	64,03	62,91	64,81	61,63	62,06	63,13	62,12	63,07	60,03	61,57	62,10
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,1	-25,9	-33,0	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	84,0	78,0	88,5	51,5	0,0	0,0	0,0	0,0	135,4	175,4	141,8	101,5	65,2

Tabla 45. *Balance Hídrico Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo No.3*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No. 3													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	21,0	21,2	21,3	21,4	21,5	21,5	21,6	21,8	21,5	21,1	20,8	20,8	21,3
Pm	147,8	138,7	162,9	140,5	73,0	41,8	36,0	77,1	210,6	254,1	196,1	180,9	138,3
ETPcorr.	80,9	74,7	84,0	82,4	85,3	83,0	86,8	88,6	83,7	82,2	77,4	79,6	82,3
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-12,3	-41,2	-50,8	-11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	66,9	64,0	78,9	58,2	0,0	0,0	0,0	0,0	127,0	171,9	118,8	101,4	56,0

Tabla 46. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Charguayaco*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA CHARGUAYACO													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	20,3	20,5	20,7	20,7	20,8	21,0	21,4	21,6	21,0	20,4	20,1	20,1	20,7
Pm	119,8	111,5	139,2	121,2	63,7	38,6	30,4	65,9	175,6	209,2	154,2	154,4	115,3
ETPcorr.	72,6	67,1	76,0	74,4	77,4	76,7	82,7	84,6	77,3	74,1	69,0	71,1	75,2
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-13,6	-38,2	-52,3	-18,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	47,2	44,4	63,2	46,8	0,0	0,0	0,0	0,0	98,3	135,1	85,1	83,3	40,1

Tabla 47. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada El Mesón*

BALANCE HIDROLÓGICO SUB CUENCA QUEBRADA EL MESON													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	13,4	13,6	13,7	13,8	13,8	13,6	13,4	13,6	13,7	13,5	13,3	13,3	13,6
Pm	151,0	140,4	157,7	120,9	55,2	36,9	31,0	66,6	203,5	247,0	206,4	169,0	132,1
ETPcorr.	56,2	51,7	57,7	56,6	58,4	55,6	56,3	57,2	56,1	56,8	54,0	55,4	56,0
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-3,2	-18,7	-25,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	94,9	88,7	100,1	64,3	0,0	0,0	0,0	9,4	147,4	190,2	152,4	113,5	76,1

Tabla 48. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada El Rincón*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA EL RINCON													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	15,7	15,9	16,0	16,1	16,1	15,9	15,7	15,9	16,0	15,9	15,7	15,6	15,9
Pm	148,6	140,0	156,1	118,9	55,9	34,5	31,5	68,1	205,7	247,7	206,0	167,7	131,7
ETPcorr.	61,5	56,6	63,1	62,0	63,8	60,7	61,1	62,1	61,2	62,1	59,2	60,7	61,2
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,9	-26,1	-29,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	87,2	83,4	93,0	56,9	0,0	0,0	0,0	5,9	144,5	185,6	146,9	107,1	70,6

Tabla 49. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada La Alpujarra*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA LA ALPUJARRA													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	18,2	18,4	18,5	18,6	18,7	18,7	18,7	18,9	18,7	18,4	18,1	18,1	18,5
Pm	169,1	162,2	189,4	172,9	92,3	48,7	43,8	91,1	249,0	301,1	230,1	215,0	163,7
ETPcorr.	68,4	63,0	70,7	69,3	71,7	69,5	72,1	73,5	70,0	69,4	65,5	67,4	69,2
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-20,8	-28,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	100,7	99,1	118,7	103,6	20,6	0,0	0,0	17,6	179,0	231,7	164,6	147,6	94,5

Tabla 50. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada La Fragua*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA LA FRAGUA													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,3	16,2	16,4	16,4	16,2	16,0	15,9	16,2
Pm	174,4	166,4	191,5	167,4	85,8	47,0	40,3	86,6	242,3	299,5	234,7	210,9	162,2
ETPcorr.	62,1	57,2	63,9	62,7	64,7	61,9	62,9	64,0	62,3	62,8	59,7	61,2	62,1
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,8	-22,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	112,3	109,2	127,7	104,7	21,2	0,0	0,0	22,6	180,0	236,7	175,0	149,6	100,1

Tabla 51. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Los Molinos*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA LOS MOLINOS													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	13,6	13,8	13,9	14,0	14,0	13,8	13,5	13,6	13,8	13,7	13,6	13,5	13,7
Pm	152,3	138,2	156,6	118,1	49,3	39,6	29,0	61,0	195,7	240,0	204,9	166,0	129,2
ETPcorr.	56,8	52,3	58,2	57,2	58,9	55,8	55,9	56,9	56,3	57,4	54,7	56,1	56,4
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,6	-16,2	-26,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	95,5	86,0	98,4	60,9	0,0	0,0	0,0	4,2	139,4	182,6	150,2	109,9	72,9

Tabla 52. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Quiebra Camilla*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA QUIEBRA CAMILLA													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	19,3	19,5	19,6	19,7	19,7	19,7	19,7	19,9	19,7	19,4	19,2	19,2	19,5
Pm	166,8	159,3	184,6	164,1	85,8	46,6	41,6	86,9	240,8	292,2	226,4	207,1	158,5
ETPcorr.	56,8	52,3	58,2	57,2	58,9	55,8	55,9	56,9	56,3	57,4	54,7	56,1	56,4
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	26,9	-9,2	-14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	110,0	107,0	126,4	106,9	0,0	0,0	0,0	30,0	184,5	234,8	171,7	151,0	102,1

Tabla 53. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada San Gerardo*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA SAN GERARDO													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	12,12	12,30	12,38	12,50	12,50	12,29	12,07	12,24	12,37	12,23	12,03	11,99	12,25
Pm	150,4	137,5	156,1	118,3	50,8	38,6	29,1	61,9	196,7	240,2	203,8	166,0	129,1
ETPcorr.	53,8	49,6	55,2	54,3	55,9	53,2	53,5	54,5	53,6	54,4	51,8	53,1	53,6
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-5,1	-14,6	-24,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	96,5	88,0	100,8	64,0	0,0	0,0	0,0	7,4	143,1	185,8	152,0	112,8	75,5

Tabla 54. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada San Mateo*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA SAN MATEO													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	16,11	16,29	16,37	16,49	16,49	16,29	16,07	16,24	16,37	16,22	16,02	15,98	16,24
Pm	156,6	147,5	165,4	131,4	63,0	38,3	34,3	73,0	214,6	261,1	213,6	178,7	139,8
ETPcorr.	62,4	57,4	64,0	62,9	64,8	61,7	62,2	63,2	62,2	63,1	60,0	61,6	62,1
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,8	-23,4	-27,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	94,3	90,1	101,4	68,5	0,0	0,0	0,0	9,8	152,5	198,1	153,6	117,2	77,7

Tabla 55. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Santa Ana*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA SANTA ANA													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	16,11	16,29	16,37	16,49	16,49	16,29	16,07	16,24	16,37	16,22	16,02	15,98	16,24
Pm	158,4	150,1	175,6	152,3	78,4	44,0	36,8	80,0	221,5	271,9	210,8	193,1	147,8
ETPcorr.	66,2	61,0	68,7	67,2	69,7	68,3	72,2	73,6	68,8	67,3	63,3	65,1	67,6
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-24,3	-35,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	92,2	89,1	106,9	85,1	8,7	0,0	0,0	6,4	152,7	204,6	147,5	127,9	80,2

Tabla 56. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Las Cañadas*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA LAS CAÑADAS													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	21,77	21,96	22,13	22,21	22,27	22,36	22,62	22,81	22,43	21,93	21,62	21,62	22,15
Pm	120,0	109,1	135,6	118,9	64,3	38,7	31,6	68,6	176,5	207,0	152,2	153,0	114,6
ETPcorr.	85,6	79,1	89,2	87,4	90,7	89,0	94,3	96,4	89,7	87,2	81,7	84,1	87,8
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-26,4	-50,3	-62,7	-27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	34,4	30,0	46,4	31,5	0,0	0,0	0,0	0,0	86,8	119,8	70,5	69,0	26,8

Tabla 57. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Bateros*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA BATEROS													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	21,77	21,96	22,13	22,21	22,27	22,36	22,62	22,81	22,43	21,93	21,62	21,62	22,15
Pm	145,5	139,7	153,8	116,4	57,6	31,1	32,3	70,8	209,0	249,1	205,3	166,2	131,4
ETPcorr.	61,3	56,4	62,9	61,8	63,7	60,8	61,5	62,6	61,2	61,9	58,9	60,4	61,1
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-6,1	-29,6	-29,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	84,2	83,3	90,9	54,6	0,0	0,0	0,0	8,2	147,8	187,1	146,4	105,8	70,3

Tabla 58. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada De Cusillo*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA DE CUSILLO													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	15,14	15,33	15,40	15,52	15,52	15,28	15,03	15,20	15,37	15,25	15,06	15,02	15,26
Pm	173,6	161,7	182,5	151,9	72,5	46,0	38,8	79,8	227,9	283,5	228,6	197,3	153,7
ETPcorr.	60,0	55,3	61,6	60,5	62,3	59,1	59,3	60,4	59,6	60,7	57,8	59,3	59,7
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-13,1	-20,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	113,6	106,4	120,9	91,4	10,2	0,0	0,0	19,5	168,3	222,9	170,8	138,0	94,0

Tabla 59. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Del Purgatorio*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA DEL PURGATORIO													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	14,28	14,47	14,54	14,66	14,67	14,46	14,24	14,41	14,54	14,39	14,19	14,15	14,42
Pm	148,1	136,2	154,1	116,2	50,5	37,3	28,9	61,9	196,6	238,7	202,4	164,3	127,9
ETPcorr.	58,0	53,4	59,5	58,5	60,3	57,3	57,7	58,7	57,8	58,7	55,8	57,3	57,8
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,8	-20,1	-28,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	90,1	82,7	94,6	57,7	0,0	0,0	0,0	3,2	138,8	180,1	146,6	107,0	70,2

Tabla 60. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Guayaquil*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA GUAYAQUIL													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	22,55	22,74	22,91	22,99	23,06	23,18	23,48	23,67	23,25	22,71	22,39	22,39	22,94
Pm	98,1	84,9	113,0	101,6	58,0	36,5	28,7	63,0	151,0	170,0	117,6	131,3	96,1
ETPcorr.	91,1	84,2	95,2	93,2	96,8	95,3	101,7	104,0	96,1	92,9	86,8	89,4	93,8
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-38,9	-58,8	-73,0	-40,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	7,0	0,7	17,8	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	54,9	77,1	30,8	41,9	2,3

Tabla 61. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Honda*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA HONDA													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	22,11	22,30	22,48	22,55	22,62	22,73	23,03	23,22	22,80	22,27	21,96	21,95	22,50
Pm	103,0	90,5	118,2	105,5	59,3	37,0	29,3	64,1	156,6	178,4	125,5	136,2	100,3
ETPcorr.	87,9	81,2	91,7	89,8	93,3	91,8	97,7	99,9	92,5	89,6	83,8	86,3	90,4
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-34,0	-54,8	-68,5	-35,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	15,1	9,3	26,5	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	64,1	88,8	41,7	49,9	9,9

Tabla 62. *Balance Hídrico Sub Cuenca Quebrada Las Palmas*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA QUEBRADA LAS PALMAS													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	14,87	15,06	15,14	15,25	15,26	15,09	14,92	15,09	15,16	14,98	14,77	14,74	15,03
Pm	148,2	140,5	156,0	119,1	57,3	33,6	32,0	69,6	207,6	249,3	206,2	168,1	132,3
ETPcorr.	59,2	54,5	60,9	59,8	61,6	58,8	59,5	60,6	59,2	59,9	57,0	58,4	59,1
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	-4,3	-25,2	-27,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	88,9	85,9	95,1	59,4	0,0	0,0	0,0	9,1	148,4	189,4	149,3	109,6	73,2

Tabla 63. *Balance Hídrico Sub Cuenca Rio Tajumbina*

BALANCE HIDRICO SUB CUENCA RIO TAJUMBINA													
Concepto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	10,78	10,97	11,04	11,16	11,16	10,93	10,68	10,84	11,01	10,89	10,69	10,65	10,90
Pm	159,3	145,6	164,4	127,2	55,1	41,4	31,4	65,8	203,2	251,8	211,6	174,2	135,9
ETPcorr.	51,6	47,6	53,0	52,1	53,6	50,9	51,1	52,0	51,3	52,2	49,7	50,9	51,3
DEFICIT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,5	-19,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EXCESO	107,7	98,0	111,4	75,2	1,4	0,0	0,0	13,8	151,9	199,6	161,9	123,3	84,6

2.2.2. Geología

2.2.2.1. Generalidades del área. La cuenca del río Mayo, se localiza en la parte nororiental del departamento de Nariño y en la parte sur del departamento del Cauca, tiene una extensión que supera las 87.000 hectáreas, por distribución geográfica, el 90% se encuentra en el departamento de Nariño, y solo el 10% en el Cauca.

Desde el punto de vista topográfico en la parte oriental de la cuenca se encuentran las mayores alturas que llegan hasta los 4.150 msnm, en la parte central las alturas oscilan entre los 1.500 a

2.500 msnm y en la desembocadura del río Mayo las alturas son menores a los 1.500 msnm. En correspondencia con la topografía en régimen climático es de mayores precipitaciones en el extremo oriental.

En la zona central y oriental se localizan las poblaciones de mayor importancia en la cuenca, como son: La Cruz, San Pablo, Génova, Belén, San Pedro de Cartago y La Unión, en el departamento de Nariño y Florencia y Mercaderes en el departamento del Cauca, hacia la parte occidental se encuentran poblaciones de menor importancia.

En la parte geológica hacia el oriente dominan rocas de composición volcánica por la localización de centros volcánicos como: Tajumbina, Doña Juana, Petacas y Animas, hacia la parte central y occidental se evidencia un dominio de rocas volcanosedimentarias y sedimentarias de origen terciario y cuaternario. En la parte de geomorfología de manera similar por la presencia de centros volcánicos en la parte oriental se presenta una topografía abrupta, y hacia la parte central la topografía se modera y hacia la parte occidental se identifican una topografía suave.

2.2.2.2. Marco geológico regional. El territorio que hoy en día hace parte de la República de Colombia hace parte de los Andes del Norte, y comprende, en resumen, una zona orogénica que se localiza en los límites de tres grandes placas litosféricas. Al sureste de los Andes se localiza la placa de Suramérica, la cual abarca todo el continente suramericano y parte del Océano Atlántico. Al norte y occidente de los Andes, se encuentra la placa de Nazca y la placa del Caribe, que están constituidos en su mayor parte por rocas tipo basalto y de ambiente oceánico.

El desplazamiento de estas placas tiene direcciones diferentes, y de manera similar sus velocidades son diferentes, así la placa de Nazca se desplaza hacia el este de la placa suramericana y la placa del Caribe se desplaza en dirección este-sureste con respecto a la placa suramericana.

Debido a que la placa de Nazca y la placa suramericana se desplazan en sentidos diferentes, una parte del desplazamiento entre estas placas se absorbe a lo largo de la zona de subducción de la placa oceánica, estos desplazamientos en sentidos opuestos generan en la región esfuerzos

compresivos, que genera la cadena montañosa de los Andes, y la presencia de eventos volcánicos que han dado origen a los centros volcánicos de la cordillera central.

2.2.2.3. Unidades litológicas. Se presenta de manera resumida, la descripción de las unidades de roca que se han identificado en la zona de la cuenca del río Mayo. Las unidades de roca siguen la nomenclatura presentada por el Servicio Geológico Colombiano (antes INGEOMINAS) en sus diferentes estudios realizados en el departamento de Nariño.

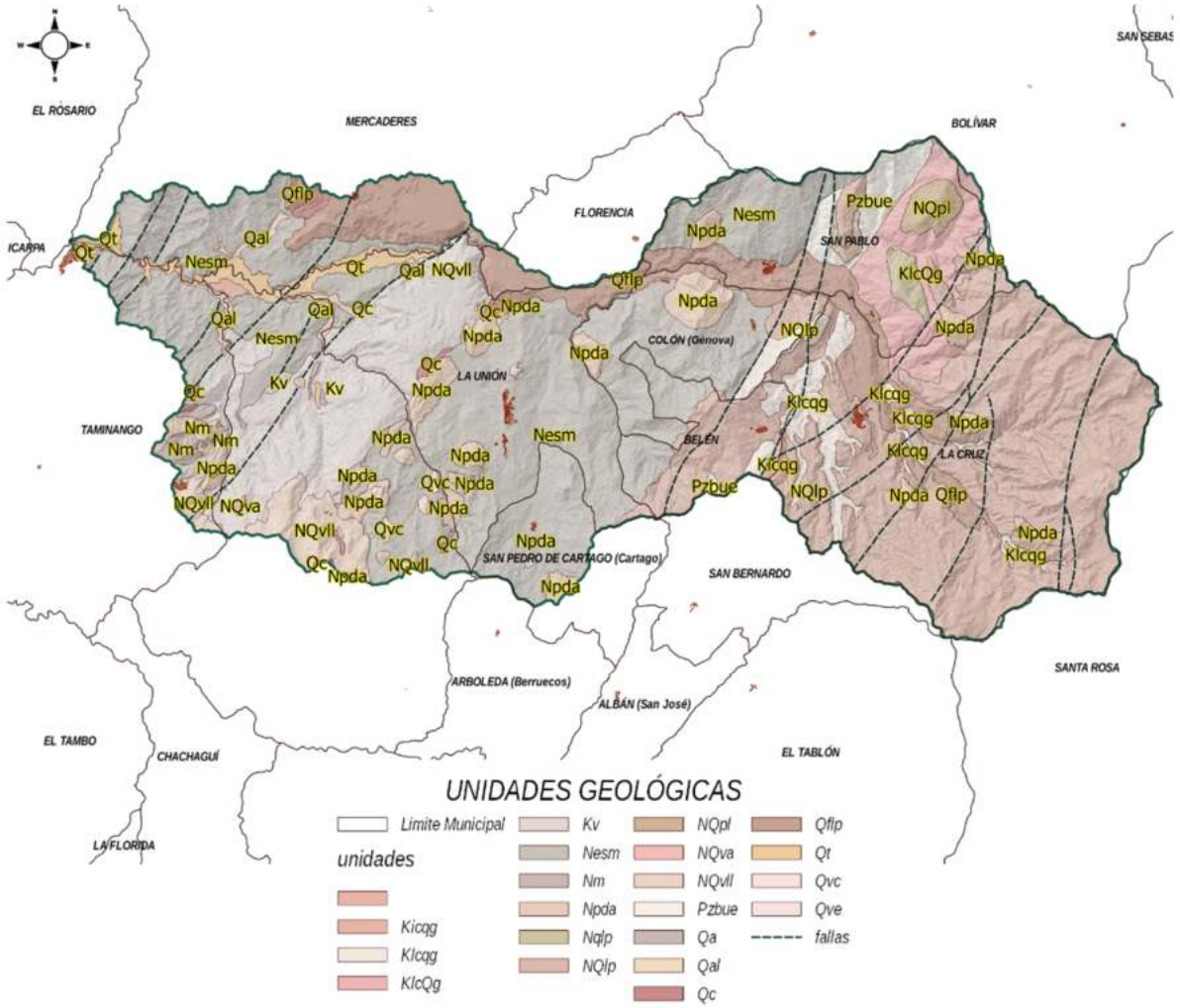


Figura 45. *Mapa Unidades Geológicas*
(Ver Anexo Cartográfico 10)

2.2.2.3.1. Paleozoico

- Esquistos de Buesaco (Pzbue)

La primera referencia a esta unidad, la hicieron los señores Royo y Gómez en al año 1942, dándole el nombre de "Conjunto Verdoso Porfirítico", pero quienes definen tal como se conoce hoy en día esta unidad fueron los geólogos Murcia y Cepeda en el año 1984.

En términos de litología la unidad está constituida, por una secuencia de rocas de tipo metamórfico, más preciso son una secuencia de esquistos micáceos y grafitosos en algunos sectores. En muestras de mano se puede decir que son esquistos en donde es evidente la presencia de micas tipo biotita y grafito que le dan nombre específico a la roca. La coloración de la roca va del negro, al gris y varias tonalidades verdes.

La roca presenta estructura foliada, esquistosidad fina, y en varios sectores se puede identificar microplegamientos. Desde el punto de vista petrográfico los minerales principales son el cuarzo, la plagioclasa y la mica biotita, también se puede identificar minerales secundarios como la clorita y la epidota.

Por la asociación de minerales, se dice que estas rocas corresponden a eventos de metamorfismo regional, de facie esquisto verde.

En la cuenca esta unidad forma una faja en sentido nororiental, se puede realizar un seguimiento desde antes de llegar a la población de Buesaco, por fuera de la cuenca, sigue por las poblaciones de San Bernardo, Belén y las veredas Yunguilla y Chupalla, en el extremo norte de la cuenca. Esta unidad es cubierta en varios sectores por depósitos de tipo ígneo volcánico de edad terciario.

Los contactos de esta unidad con las unidades adyacentes son de tipo fallado, al oriente por la falla Silvia-Pijao y al occidente por la falla Cauca-Almaguer, que presentan una orientación nororiental.

En la zona por la vía que de Buesaco conduce a San Bernardo, se puede identificar varios afloramientos de esta unidad.

La topografía de las zonas por donde se presenta esta unidad es en general montañosa con pendientes moderadas a abruptas.

2.2.2.3.2. Mesozoico

- Grupo Diabásico, Conjunto Kv

Esta unidad se compone de rocas ígneas tipo lavas de composición básica, depósitos piroclásticos y en menor proporción intercalaciones de rocas sedimentarias.

Las lavas corresponden a rocas de basalto y diabasa, de colores gris oscuro a verde, con textura porfirítica, con plagioclasa y piroxeno como minerales esenciales, estas rocas se presentan en forma masiva como flujos de lavas. En el sector del Tablón, municipio de Taminago, se ha identificado lavas cuya composición las clasifica como basaltos komatiiticos esto por cuanto en análisis petrográficos, se nota la presencia de esqueletos de mineral piroxeno.

Las rocas piroclásticas corresponden a tobas que presentan estratificación fina, que tiene como minerales principales al piroxeno, clorita y vidrio, y en menor proporción se observa calcita, cuarzo, prehnita y pumpellita, la presencia de estos dos últimos minerales es indicativo de eventos de metamorfismo regional de bajo grado.

La secuencia sedimentaria está compuesta con conglomerados polimicticos, areniscas que por procesos de oxidación toman coloraciones rojizas, limolitas de composición silícea y arcillolitas de color negro en su mayoría.

Esta unidad de roca tiene una amplia distribución en la zona centro occidental de la cuenca del río Mayo, en el municipio de La Unión y Taminango, y es de fácil identificación al hacer un recorrido entre las poblaciones de Santa Cecilia, San Vicente, San Clemente.

El conjunto KV de Grupo Diabásico, está limitado por las fallas de Manchabajoy al oriente y por la Falla de Granada al occidente que son fallas que tienen una dirección noreste - suroeste.



Fotografía 2. *Secuencia de lodolitas y limolitas, de color gris a negro, del Conjunto Kv, en cercanía de la población del Carmen, Municipio de San Lorenzo.*

- Complejo Quebrada grande (K1cqg)

El nombre de esta unidad tiene su origen en estudios adelantados por Botero en el año 1962, cuando en la zona de la población de la Estrella, departamento de Antioquia, describió una secuencia volcano sedimentaria que se le asignó edad Mesozoica.

En la zona de la cuenca del río Mayo, esta unidad se puede identificar en el sector suroeste de la población de La Cruz, en especial en las diversas corrientes que drenan hacia el rio Mayo. Hacia el norte de la cuenca esta unidad se la identifica en las poblaciones de San Antonio, El Tablón, Praditos y La Francia.

La litología de esta unidad es variada, estudios geológicos han identificado rocas de andesita, basaltos, tobas, conglomerados, areniscas, lodolitas y limolitas. Esta unidad es cubierta por secuencias volcánicas de edad Neógeno a Cuaternario.

En la parte oriental de esta unidad se puede identificar conglomerados matrices soportados con clastos subredondeados de basaltos, y limolitas. En la parte occidental se determina capas de areniscas y metareniscas de colores gris y verde con limolitas estratificadas en capas medias a delgadas. Estudios petrográficos señalan que estas secuencias han sido afectadas por metamorfismo de bajo grado.

En las metareniscas se puede observar foliación y en ocasiones leve esquistosidad, como minerales esenciales se identifica cuarzo, plagioclasa, feldespato microclina, y como minerales accesorios esta biotita y muscovitas principalmente.

En las rocas volcánicas se identifica andesita y basaltos, de colores gris oscuro cuando la roca está fresca y toma coloraciones amarillentas por la presencia de óxidos de hierro. La textura de estas rocas es porfirítica.

Esta unidad presenta contacto fallado con la unidad conocida como esquistos de Buesaco por la falla Silvia-Pijao y hacia la parte oriental y por fuera de la cuenca del rio Mayo, presenta contacto fallado con los esquistos de Pompeya mediante la falla de San Jerónimo.

El espesor de esta unidad es incierto debido a la severidad de eventos tectónicos que afecta la zona donde se presenta esta secuencia. En cuanto a la edad de esta roca por la presencia de ciertos fósiles, se asigna edad Cretácea, desde el aptiano al albiano.

La secuencia rocosa, tiene su origen en un ambiente marino profundo, con la presencia de corrientes turbidíticas, la presencia de rocas volcánicas indica un vulcanismo submarino coetáneo con los procesos de sedimentación, lo eventos volcánicos demuestran la presencia de flujos de lava y depósitos piroclásticos.

- Gabros Aponte (Kgbapo)

Esta unidad recibe este nombre a un cuerpo de forma irregular con dirección NE-SW que se presenta en las cabeceras de los ríos Aponte y Tajumbina, su forma no está definida por la escasez de afloramientos.

En muestra de mano se puede determinar roca tipo gabro a diorita de textura fanerítica media, de color negro a verde, como minerales se identifica plagioclasa, hornblenda, y piroxeno, como mineral accesorio se observa epidota.

Se plantea que esta roca de afinidad oceánica se emplaza tectónicamente con los esquistos Buesaco y el Complejo Quebrada grande a través del sistema de Fallas Romeral, así mismo se

propone como edad Cretácico por comparación regional con cuerpos similares que se identifican en el flanco Occidental de la Cordillera Central, sin embargo, no se tiene datos de laboratorio que certifiquen este planteamiento.

2.2.2.3.3. Cenozoico

- Formación Mosquera (Em)

Esta formación está constituida hacia la base por un predominio de conglomerados con cuarzo, que se presentan en bancos gruesos de hasta tres metros de espesor, en menor proporción se identifican conglomerados polimícticos con clastos de unidades antiguas como el Grupo Dagua y Diabásico.

La parte superior de esta unidad está compuesta por areniscas con feldespatos, más conocidas como arcosas, y areniscas cuarzosas, que se intercalan con arcillolitas de variados colores como verde, gris y violeta. En la parte entre Granada y Taminango se observan intercalaciones de shales carbonosos con espesores de hasta 0,5 metros.

El espesor de esta unidad alcanza los 200 metros en el sector Granada – Taminango, y se le asigna como edad de formación el periodo Paleogeno, edad entre el Eoceno y Oligoceno.

El ambiente de sedimentación se propone que fue continental de aguas someras, posiblemente un abanico aluvial cerca de la línea de costa. Un detalle para tener en cuenta es la presencia de abundantes clastos de cuarzo en los conglomerados, lo que lleva a pensar que la fuente de aporte de este material lo constituyo principalmente la actual cordillera central. De manera similar la presencia de clastos de los grupos Dagua y Diabásico, supone que en ese periodo comenzó el levantamiento de la cordillera occidental.

- Formación Esmita (Nesm)

La Formación Esmita debe su nombre a que la columna tipo se localiza en el río Esmita al sur de Popayán, fue descrita por León y otros en el año 1973.

La secuencia de esta unidad litológica está compuesta hacia la base por arcillolitas con esporádicas intercalaciones de areniscas, en la parte media predominan las areniscas que gradan a areniscas conglomeráticas y hacia el techo se identifica un dominio de conglomerados polimícticos.
La secuencia de conglomerados en su mayoría son clasto soportados, en donde se destaca la presencia de clastos y guijos de chert, cuarzo, andesitas y basalto, presenta una selección mala a regular, los clastos van de subangulares a subredondeados, en algunos sectores es matriz soportada, y la matriz corresponde a arenas de grano medio a grueso.

La secuencia de conglomerados se alterna con capas medias a delgadas de areniscas de grano medio a grueso, las arenas son de tipo grauvaca, es decir es notable la presencia de matriz en porcentaje mayor al 15%.

Como estructuras sedimentarias se puede reconocer estratificación cruzada en bajo ángulo, estratificación fina paralela, gradación normal e inversa y en algunos sectores se identifica calcos de carga.

Estudios geológicos de esta unidad plantean que su origen se debe a depósitos de abanicos aluviales en llanuras costeras.

Esta unidad se presenta en una gran extensión en la cuenca del río Mayo, en la parte central, entre las poblaciones de San Pablo y La Unión, es de fácil identificación, de igual manera en la parte occidental de la cuenca en el sector de El Remolino, se puede detectar esta unidad.

En la parte central de la cuenca, la morfología de la unidad es suave en términos generales, en la parte occidental, su morfología es un tanto más quebrada. Es común observar a manera de cerros la presencia de pequeños cuerpos intrusivos tipo dacitas que cortan la Formación Esmita.

En la vía San Pablo - Génova y en la vía San Pablo - Florencia, se puede identificar buenos afloramientos de esta unidad.

Esta formación se le asigna edad Oligoceno Tardío a Mioceno medio, por la presencia de fósiles y por la datación que se ha hecho a algunos cuerpos ígneos de composición dacítica que intruyen la Formación Esmita.



Fotografía 3. *Arenisca conglomerática de la Formación Esmita, en Cercanías de San Pablo.*



Fotografía 4. *Cascada sobre secuencia de roca conglomerática de Formación Esmita, vía San Pablo a la vereda Campo Bello.*

- Pórfidos Dacíticos y Andesíticos (Npda)

Los cuerpos ígneos que se identifican como andesíticos – dacíticos, se presentan como intrusiones pequeñas a maneras de stocks, distribuidos de manera errática en la cuenca del río Mayo. Estos cuerpos atraviesan todas las unidades a excepción de los depósitos cuaternarios.

La composición mineralógica de esta roca indica la presencia de minerales esenciales como el cuarzo y la plagioclasa que en algunas muestras llega a tener hasta un centímetro de diámetro, como minerales accesorios se observa hornblenda y en menor proporción biotita, la textura de la roca es porfirítica, domina el color gris, aunque en algunos sectores tiene una coloración verdosa. Si bien por composición corresponde a una dacita, en varios sectores la roca tiene composición andesítica.

Dataciones radiométricas realizadas a algunas muestras de esta unidad, dan edades que van desde el mioceno medio a mioceno tardió.

Estas intrusiones en la cuenca forman un relieve fuerte dando lugar a lo que se conoce como cerros aislados que se levantan varias decenas de metros con respectos a la topografía

circundante, un ejemplo claro de esto es el Cerro de La Jacoba y el cerro El Dinde en cercanías de la población de la Unión.



Fotografía 5. *Aspecto moteado del pórfido de composición andesita, en la vía La Cañada a Villanueva.*

- Lavas y Piroclastos (NQlp)

La unidad denominada Lavas y Piroclastos agrupa una gran cantidad de depósitos volcánicos y volcanosedimentarios entre los cuales se tiene flujos de lava, lahares, depósitos piroclásticos de flujo y de caída, que tiene una amplia distribución en la cuenca del río Mayo y que representa la actividad volcánica de la zona.

En la zona de la cuenca del río Mayo, la fuente de estos depósitos está en la parte oriental y que corresponde a los volcanes Doña Juana, Tajumbina, Petacas y Ánimas, hacia el sur y por fuera de esta cuenca se encuentran otros centros volcánicos.

En general, lo más visible de estos depósitos los constituye los depósitos piroclásticos de flujo y de caída, el cual está constituido por material tamaño arena y limo, de color café a gris en varios tonos, por encontrarse en superficie estos depósitos presentan meteorización media a alta que altera las características de la unidad.
Por debajo de la capa de cenizas, se encuentra los flujos de lava, en algunos sectores estos flujos se pueden seguir por varios kilómetros en otros se presentan como ventanas en afloramientos donde la ceniza ha sido removida.

La secuencia de piroclastos, en muestras de mano corresponde a cenizas y tobas en donde se puede identificar fragmentos de pómez, de forma angular a redondeadas con tamaños que oscilan entre ceniza a bomba, el color café o carmelita identifica estos depósitos, aunque por meteorización toman coloraciones rojizas a grises.

Las lavas, corresponde a rocas ígneas de textura porfirítica, en donde es fácil observar minerales como la plagioclasa de color blanco y minerales de color negro a café, de hábito prismático como hornblenda y piroxenos. La matriz está constituida por vidrio volcánico. El color de la roca es gris oscuro y por meteorización tomas colores rojizos a amarillentos. Estudios petrográficos de estas lavas indican que en algunos lugares la roca es andesita y tiene variaciones a basaltos.

Como ya se mencionó la distribución de esta unidad es amplia, y es de fácil identificación en el sector oriental de la cuenca en las regiones de La Cruz, Belén, y San Pablo, esto por cuanto por este sector se localizan los centros volcánicos que son la fuente de estos depósitos.

La morfología de estos depósitos es quebrada en la medida en que se acercan a los centros volcánicos, pero es más suave en la medida en que se alejan de los mismos. La secuencia de cenizas suaviza la morfología abrupta.

- Lahares y Lavas (NQvll)

Para esta unidad litológica, se tiene que la secuencia corresponde a un depósito de material lítico de variado tamaño y forma, embebido en una matriz de grano arena, que en algunos sectores se intercalan con depósitos de lava tipo andesita. La forma de la secuencia de material lítico es tabular y con leve inclinación hacia el noreste.

Esta secuencia está relacionada directamente con la actividad eruptiva de lo que se conoce como complejo volcánico San Lorenzo, localizado al sureste de estos depósitos.

En general un lahar es una secuencia de material lítico dispuesto es forma caótica que se relacionan con actividad volcánica y su formación se debe a la acción del agua que transporta el material pétreo.

Este tipo de depósitos se encuentran en las poblaciones de Santa Cecilia, en el municipio de San Lorenzo, en los alrededores del casco urbano de Taminango, en la población de El páramo del mismo municipio.

También se observa esta secuencia a manera de pequeños lentes en la Loma Parapeto, en cercanías del cerro el Dinde, en el Municipio de La Unión y en la loma de Narváez del municipio de San Lorenzo, entre otras.

2.2.2.3.4. Cuaternario

- Lluvia de Cenizas (Qvc)

Corresponde a una secuencia de variado espesor que se compone principalmente de cenizas volcánica, tiene una coloración amarilla cuando el depósito está fresco y toma coloración de gris a lila cuando es atacado por procesos de meteorización. Por composición son de tipo dacítico y se compone de vidrio, biotita, plagioclasa, hornblenda, cuarzo y fragmentos de pumita.

La lluvia de cenizas evidencia la actividad explosiva de diversos centros volcánicos que emiten el material fino a grandes distancias, son transportados por el viento y luego por efecto de la fuerza de gravedad se asientan en la topografía existente. Por su edad reciente, estos depósitos se dice que suavizan una topografía preexistente, lo que da origen a formas de lomas redondeadas con pendientes moderadas a bajas.

En la cuenca esta unidad aparece en poca extensión, se puede identificar a manera de lentes al sur de la población de Cartago, y al norte del cerro el dinde por la quebrada La Caldera, en los alrededores de la población de La Rejoya, todo esto en el municipio de la Unión.

- Flujo de Lodo y Flujo de Piroclastos (Qflp)

La unidad de flujos de lodos y piroclastos corresponde a depósitos de origen volcánico, que se encuentran rellenando el cañón del río Mayo, por lo cual su localización se hace siguiendo el curso de esta corriente hídrica, la cual se puede decir que tiene una orientación preferencial oriente – occidente y se encuentra en la central de la cuenca.

Esta unidad cubre de manera discordante unidades anteriores como los esquistos de Buesaco, al nororiente y suroriente de San Pablo, el complejo quebrada grande en los alrededores de la población de la Cruz, El conjunto Kv del Grupo Diabásico en la Loma Parapeto, la Formación Esmita al norte de La Unión.
La composición litológica en la base corresponde a depósitos de avalanchas ardientes, lahares y tobas de ceniza, en la parte media se observa flujos de pumita y ceniza y en la parte superior se encuentra lluvia de cenizas.

En la parte de avalanchas ardiente y lahares se puede identificar clastos de esquistos, filitas, cuarcitas y pórfidos dacíticos. En los flujos de pumitas y ceniza la composición es dacítica, y en sectores se nota la presencia de gradación inversa y restos de madera carbonizada. La aparente estratificación de la secuencia de cenizas es indicativa de diferentes periodos eruptivos. El color gris con algunas variaciones de tonos es dominante, y así mismo es una secuencia que presenta baja consolidación en parte por ser una unidad reciente y en parte por procesos de meteorización.

Esta secuencia está relacionada con la fase o actividad explosiva del Complejo Volcánico de Doña Juana, el cual se localiza en la cima de la cordillera centro oriental. Dataciones de Potasio/Argón (K/Ar) de una secuencia de ignimbritas señalan edad de 1,5 ma., por lo cual a esta secuencia se le asigna edad Plioceno – Pleistoceno.
Estos depósitos dan lugar a una morfología plana a semiplana como relleno del valle del río Mayo, el espesor de la secuencia puede superar los 100 metros.



Fotografía 6. *Secuencia de flujos de lodo y piroclastos (Qflp) en la Vía San Pablo- La Cruz*

- Depósitos de Terrazas (Qt)

Comprende una secuencia de conglomerados, arenas y limos, de variado espesor, que son el producto de la acción de la corriente hídrica que erosiona el cauce y zonas aledañas en donde deposita el material que transporta. Son depósitos con baja consolidación del material.

En el rio Mayo, este tipo de depósito se lo puede identificar en los sectores del Municipio de La Unión denominados El Ceibo, El zapatero, hasta la desembocadura en el río Patía, en estas zonas se forma terrazas a lado y lado del río, dando lugar a una morfología plana a semiplana.

Son depósitos de variada composición de los clastos, que son el resultado de material que arrastra el río por las diversas litologías que atraviesa, en términos globales los clastos tienen formas redondeadas. Estudios de mayor detalle describen varias terrazas aluviales, producto de varios eventos de sedimentación.
Dada su posición estratigráfica en la secuencia, se afirma que la edad de estos depósitos es cuaternaria.

- Depósitos de Coluvios (Qc)

Bajo esta denominación se encuentran aquellos depósitos que son el resultado de la acción de la fuerza de gravedad en sectores donde la morfología presenta pendientes de alto ángulo de inclinación, lo cual si se une a otros factores como unidades litológicas fracturadas, zonas de fallas geológicas entre otras, da lugar a depósitos de coluvión.

En general son depósitos de forma cónica por la forma en que se originan y su extensión depende del volumen de material que se desprende, como es de suponer la litología depende de una unidad de roca en la cual se presenta este proceso.

En la cuenca del río Mayo, buena parte de estos depósitos se localizan en los alrededores de la unidad de pórfidos daciticos y andesíticos (Npda), toda vez que estos presentan una morfología de cerros con ladera con pendientes moderadas a altas, es así como al norte del cerro elDinde se identifica esta unidad, también en cercanía del filo de las astillas, al occidente de la población de Cartago, El Cerro el Calvario al norte de San Lorenzo, Cerro el Gordo y Cerro Cascajal en cercanía de la población del Carmen en el Municipio de San Lorenzo.

- Depósitos Aluviales (Qal)

Son depósitos modernos o actuales, productos de los procesos de sedimentación que se llevan a cabo en las corrientes hídricas de la cuenca, por ser depósitos recientes, la consolidación del material lítico es baja.

En términos generales se puede afirmar que la composición de estos depósitos la constituyen conglomerados, conglomerados arenosos, que se intercalan con capas de arenas y limos.

La Composición litológica es variada y depende de las unidades de rocas por las cuales hace su recorrido la corriente hídrica, así para el caso del río Mayo, se tiene que estos depósitos están constituidos principalmente por clastos de roca ígnea tipo andesita, en menor proporción se encuentran clastos de areniscas y conglomerados de la formación Esmita.

Esta unidad también se encuentra en los cauces de: la Quebrada Sardinas, Quebrada San Ana, Quebrada Charguayaco, Quebrada Las Cañadas, como fuentes hídricas de importancia en la parte norte del municipio de la Unión, todas estas quebradas desembocan en el río Mayo.

2.2.2.4. Geología Estructural. La cuenca del río Mayo, comprende tres zonas geográficas que se conocen como Cordillera Occidental, en la desembocadura del río Mayo en el río Patía, el Valle del Patía, en la región del Remolino y parte del Municipio de la Unión y la Cordillera Central, en la zona de los Municipio de La Cruz y San Pablo, si se tiene en cuenta que en esta región predominan esfuerzos de tipo compresivo, como respuesta a estos esfuerzos las unidades de roca se pliegan y se fallan.

En la parte occidental de la cuenca, en la zona del Valle del Patía, donde el río Mayo desemboca en el río Patía, se identifican tres pliegues sinclinales denominados sinclinal del Alto Mayo, sinclinal de la Honda y sinclinal Peña Negra, que se intercalan con dos pliegues anticlinales denominados anticlinal del Alto Mayo y Anticlinal del Tablón, estos pliegues tienen su eje en dirección predominante noreste – suroeste.

En la parte central de la cuenca, se identifican el sistema de fallas de Granada, la falla Taminango y la Falla Manchabajoy, que son fallas de tipo inverso y con dirección preferente noreste-suroeste, en la parte oriental de la cuenca se encuentran las fallas Cauca – Almaguer, Falla Silvia – Pijao, y en el extremo oriental la falla El Tablón, que tiene una dirección noreste-suroeste.

Casi en sentido ortogonal a las fallas de mayor trazo se encuentran una serie de fallas de menor extensión, con orientación noroeste, que responden al reacomodamiento de las unidades de rocas a la compresión que impera en la zona.

En la historia geológica se dice que el valle del Patía, se origina por la acreción de la Cordillera Occidental, en una fosa asimétrica, así el valle está en contacto en la parte oriental con la Cordillera Central, mediante el sistema de fallas de Romeral, que en la parte de la cuenca del río Mayo corresponde a la Falla El Tablón, hacia la parte occidental el contacto el contacto con la cordillera occidental lo hace con el sistema de Fallas Cauca – Patía, que en la población El Remolino se encuentra por el curso del río Patía.

2.2.2.5. Densidad de Fracturamiento. La cuenca del río Mayo se puede dividir de manera simplificada en tres sectores que se denominan como; zona 1 que comprende la parte baja de la cuenca, la zona 2 o parte media de la cuenca y la zona 3 o parte alta de la cuenca.

En la zona 1, hay dominio de rocas sedimentarias de la formación Esmita, la cual tiene un dominio de arcillolitas y en ocasiones alternancia de arcillolitas con areniscas en la base, en la parte media domina las areniscas y en algunos sectores se identifica areniscas conglomeráticas, y hacia el techo hay un dominio de conglomerados polimicticos.

La secuencia de la formación esmita, es cubierta en algunos sectores por depósitos de cenizas volcánicas. Desde el punto de vista geotécnico, esta zona presenta condiciones de resistencia media a alta y la secuencia sedimentaria superior es decir los conglomerados presentan una densidad de fracturamiento medio.

La Zona 2 se encuentra en la parte media de la cuenca del río Mayo, desde el punto de vista geológico, domina la formación Esmita, y el conjunto Kv del grupo dagua, que corresponde a rocas con resistencia media a alta, y con un fracturamiento medio. En esta zona domina procesos de modelado estructura y eólico volcánico.

En la zona 3 o parte alta de la cuenca, hay dominio de rocas de origen volcánico y volcano sedimentario, que han sufrido procesos de metamorfismo, la topografía es moderada a fuerte, en esta zona es común identificar la presencia de cenizas volcánicas que cubren las formaciones preexistentes.

Las rocas volcánicas tipo lavas y las rocas con metamorfismo, presentan un fracturamiento moderado a alto, sobre todo en las partes en las cuales la unidad denominada esquistos de Buesaco es la que predomina,

En términos generales se puede decir que la cuenca tiene un moderado grado de fracturamiento de las unidades de rocas, por cuanto por composición corresponde a rocas de alta resistencia, pero por efectos tectónicos las mismas han sido sometidas a esfuerzos compresivos que aumentan el grado de fracturas de la zona.

2.2.2.6. Evolución Geológica. Se presenta de manera sucinta la evolución geológica no solo de la región de la cuenca del río Mayo, sino en la región Andina del departamento de Nariño y del Cauca.

Para iniciar se da una idea sobre lo que es la tectónica de placas, la cual plantea que la corteza se encuentra dividida en áreas o terrenos que se denominan placas, por la dinámica del manto terrestre, las placas se desplazan, esto hace que en ocasiones unas placas se separen y en otras se produzcan choques o colisiones entre ellas.

En Colombia, la placa continental, se encuentra hacia el oriente del país, la zona de las cordilleras corresponde a acreciones de secuencias de rocas producto de la colisión de la placa oceánica con la placa continental.

En el área de la cuenca del río Mayo, la unidad de roca de mayor edad la constituye los esquistos de Buesaco a la cual se le asigna edad paleozoico y corresponde a una roca de grano fino, que se depositó en un ambiente oceánico, y que posteriormente fue sometida a eventos de metamorfismo regional.

A mediados y finales del periodo mesozoico, por eventos tectónicos se produce la colisión de la placa suramericana con la placa oceánica, por cuanto se desplazan en sentidos opuestos, lo que genera una fosa en la margen occidental de la plataforma continental, donde la placa oceánica subduce a la placa suramericana.

La placa oceánica que se introduce por debajo del continente a determinada profundidad empieza a sufrir procesos de fusión, lo que origina el ascenso de magmas hacia la superficie, generando cuerpos intrusivos de composición granodioritica en el continente en los periodos Triasico y Jurásico, estas intrusiones generan un levantamiento de la corteza dando origen a la actual cordillera central.

A finales del cretácico y principios del terciario, al occidente de la cordillera central se acreciona rocas ígneas de ambiente oceánico, sin embargo por la dinámica tectónica, se produce un salto de la zona de subducción hacia el occidente, generando una nueva fosa, la fosa pacifica,

entonces las rocas oceánicas que subducen producen magmas que ascienden e intruyen las rocas oceánicas de la nueva cordillera occidental generando cuerpos de composición tonalítica.

A finales del terciario termina la acreción de la cordillera occidental, se genera condiciones para eventos de metamorfismo cataclástico y se originan megafallas que posteriormente serán aprovechadas para formar lo que se conoce como depresión interandina Cauca – Patía.

Por último durante la época del mioceno, se produce la orogenia andina, acompañada de actividad ígnea hipoabisal y vulcanismo, que son las rocas de menor edad y que generalmente cubren buena parte de la región de la cuenca del río mayo. Las rocas volcánicas modelan el paisaje preexistente y finalmente la acción fluvial le da la topografía actual con valles aluviales estrechos en forma de V en su mayoría.

2.2.3. Hidrogeologia

2.2.3.1. Identificación De Unidades Geológicas Que Conforman Acuíferos En La Cuenca.
Dentro del ciclo hidrológico que se conoce, una parte de importancia para el hombre la constituye lo que se denomina agua subterránea, es decir aquella agua que llena los poros abiertos de las rocas que se encuentran por debajo de la superficie terrestre.

Las unidades de roca que pueden almacenar y transportar agua subterránea, es lo que se conoce como acuífero. Para que una unidad de roca sea un acuífero es necesario que tenga ciertas características que permitan el almacenamiento y el transporte del agua.

Como características de importancia para formar un acuífero, están la porosidad que hace relación a la cantidad de vacíos que existen entre las partículas de una unidad geológica, y la permeabilidad que indica la interconexión de esos vacíos.

La porosidad y la permeabilidad pueden ser de origen primario cuando por el proceso de formación de la roca, se presentan estas características y son de origen secundario, cuando el en proceso evolutivo de la roca, por procesos de tectónica o por procesos de meteorización se presentan grietas que generan estas características.

La porosidad varía entre los diversos tipos de roca y depende del tamaño, forma y disposición de las partículas que componen la roca, así en su mayoría las rocas de origen ígneo y metamórfico y también rocas sedimentarias como las calizas y dolomías, presentan una porosidad baja, por cuanto están constituidas por cristales bien entrelazados. Desde el punto de vista de génesis, las rocas sedimentarias tipo arenisca y conglomerado, presentan las mejores condiciones para formar acuíferos.

A parte de las características de porosidad y permeabilidad, se necesita que se presenten estructuras geológicas que favorezcan la formación de acuíferos, estas estructuras son los pliegues conocidos como sinclinales, y la inclinación moderada y continua de una unidad de roca que se denomina homoclinal.

A lo anterior debe agregarse el régimen climático o mejor de precipitaciones de una región, por cuanto las precipitaciones recargan el acuífero, es decir a mayor precipitación será mejor la recarga del acuífero. Otro factor para tener en cuenta es la potencia o espesor del acuífero y su extensión por cuanto con ello determina el volumen de reservas de agua.

De conformidad con lo anterior, en la cuenca del río Mayo, es posible identificar unidades de roca que presenten características que permita identificarlas como unidades potenciales para ser acuíferos.

Hacía la parte alta de la cuenca, es decir hacia la parte oriental, en las zonas de los municipios de la Cruz y San Pablo, las unidades de roca que se observan tiene un dominio de rocas ígneas, por lo cual unidades como el Complejo Quebrada Grande (K1cqg), Pórfidos Dacítico Andesíticos (Npda), y Lavas y Piroclastos (NQvlp), los cuales si bien están afectados por fallas, presentan por génesis baja porosidad y permeabilidad, si a esto se añade una topografía escarpada, son pocas las condiciones para formar acuíferos en esta zona.

En la zona media y en la zona oriental de la cuenca del río mayo, se puede identificar una mayor presencia de unidades de rocas sedimentarias tipo arenisca y conglomerado, además la topografía presenta zonas de inclinaciones moderadas, lo cual favorece la probable formación de acuíferos.

En la parte central y occidental de la cuenca la Formación Esmita (Nesm), tiene una amplia distribución geográfica, esta formación tiene secuencias de areniscas y conglomerados de espesor aceptable que potencialmente pueden formar acuíferos, y por el espesor de la secuencia se puede pensar en un buen volumen de reservas.

También lo que se conoce como Terrazas Aluviales (Qt) por su constitución granulométrica de arenas y gravas sumado a la baja consolidación de esta unidad, y por su morfología plana a semiplana son secuencias que pueden formar acuíferos, aunque en la zona la extensión de estas unidades es moderada por cuanto el valle del río Mayo tiende a formar valle en V, estrechos, sin embargo, en la parte final de su trayecto se encuentran zonas con alguna extensión favorable, para formar acuíferos.

Hacía el sector occidental de la cuenca, la zona que se puede llamar del Remolino, por la población del mismo nombre, la formación Esmita, está presente, y se han cartografiado una secuencia de pliegues tipo sinclinal y anticlinal, en donde además de las característica de la roca, se forman pliegues sinclinales que pueden favorecer la formación de acuíferos, sin embargo en esta zona esta información debe ser analizada de manera prudente, por cuanto en la región el régimen de precipitaciones no es favorable y la zona padece sequías prolongadas que afectan actividades como la agricultura, situación que no favorece la recarga del potencial acuífero.

Hacia la parte de la población de Taminango, se puede identificar la formación Mosquera, la cual es una secuencia de areniscas y arcillolitas, que por génesis puede considerarse como un potencial acuífero, sin embargo en la región el régimen de precipitaciones no es el mejor, puesto que en la zona se presentan sequías, a lo cual se suma que esta unidad litológica se presenta a manera de islas por lo cual el volumen de reservas de agua sería menor. Hacia la zona de la cuenca del río Juanambú, se puede observar que esta unidad presenta una mayor extensión, lo que indica que en esa cuenca puede tener mejores condiciones para ser considerada como un potencial acuífero.

A manera de información general, el IDEAM, en su documento Estudio Nacional del Agua, del año 2010, en el capítulo 4 sobre oferta y uso del agua subterránea en Colombia, propone 19 provincias hidrogeológicas, en las cuales el agua subterránea juega un papel de importancia en

las actividades económicas. Una de esas provincias se denomina Cauca – Patía y va desde el sur del Cauca, hasta el norte del valle del Cauca.

En el documento en mención, afirma que, en la región de las poblaciones de Balboa, El Bordo y Mercaderes en el departamento del Cauca, sobre la cuenca del río Patía, se explotan acuíferos de unidades geológicas del terciario y del cuaternario, a través de pozos de profundidades entre 60 y 70 metros.

Lo anterior, es de importancia por cuanto la litología de la zona de estas poblaciones es similar a la litología de la cuenca del río Mayo, en el sector de la población del Remolino, lo que lleva a pensar que en este sector se tendría probabilidades de encontrar acuíferos que pueden contribuir a satisfacer la demanda de agua en la zona.

2.2.3.2. Definición de Zona de Acuífero. Con el fin de optimizar los recursos en el momento de realizar los sondeos geo eléctricos verticales SEVs se toma la información del IDEAM en la determinación del acuífero del Cauca Patía, el cual se aprecia a continuación:



Figura 46. *Ubicación del acuífero PM3 Cauca Patía.*

El acuífero se encuentra en la zona nort oeste de la cuenca en la desembocadura del rio Mayo al rio Patia, en los municipios de Mercaderes Cauca y Taminango Nariño, esta última fue la zona donde se realizaron los SEVs que a continuación se explican.

2.2.3.3. Sondeos geo eléctricos verticales

2.2.3.3.1. Aspectos generales

- Alcance del estudio

Determinar la estratigrafía vertical y lateral aproximada de la cuenca del rio Mayo, en el sector entre El Remolino y la vereda Charguayaco y Palo Bobo del municipio de Taminango, con la realización de 30 Sondeos Eléctricos Verticales, SEVs. Los que se realizaron, en los sectores pertenecientes a la cuenca.

En este informe se analizan todos los datos recolectados por información primaria y secundaria, para con base en la exploración geofísica, seleccionar áreas con buenas bondades hidrogeológicas como fuentes de recurso hídrico.

- Localización

El territorio explorado se localiza en proximidad del rio Mayo, previo revisión geológica, que indica posibles zonas hidrogeológicas, promisoria para la explotación de aguas subterráneas.

2.2.3.3.2. Trabajo de campo e interpretación de resultados

- Toma de datos

Para el estudio se realizaron 30 Sondeos Eléctricos Verticales, SEVs, en arreglo Shlumberger, con AB/2 tales que permitieran obtener información del subsuelo a profundidad mayor a 100 mts.

La toma de datos de campo se realizó con un terrameter de fabricación nacional hidrosytem; con salidas de voltaje de 100 a 1000 Volt. Y resolución de $1x10^{-4}$ volt. Ver siguiente figura.



Figura 47. *Terrameter de fabricación nacional hidrosytem*

La georeferenciación de los SEVs se realizó con GPS de 4m de precisión, con origen Bogotá Oeste 77 °04,650’ con Este falso: 1000377,3 Norte Falso: 491447,2.

La nomenclatura utilizada para diferenciar los SEV, corresponde a un número del SEV seguido de Rio Mayo en sigla R MAY; por lo que el SEV2 R MAY. Corresponde al SEV No. 2 en la cuenca del rio Mayo.

2.2.3.4. Interpretación Geoeléctrica. Los datos de resistividad aparente de campo, mostrados en la tabla anterior, fueron procesados con el software IPI2WIN de la Universidad estatal de Moscú, el cual grafica la curva de los datos de campo, resistividad aparente (ρa) versus separación electrodos de corriente AB/2, a la curva de campo le superpone una curva sintética color fucsia, la cual se ajusta lo mejor posible a la curva de campo color negro, variando espesores de capas, (AB/2) y valores de resistividad de capa.

Ver Anexo 12. *Graficas e interpretación geoeléctrica.,* en las cual se muestran la resistividad de capa y espesor, línea Azul, la curva de campo con resistividad aparente versus la mitad de la separación de los electrodos de corriente, línea negra con puntos negros y la curva sintética de color fucsia que superpone el programa.

Junto a la gráfica se realiza la correspondiente interpretación a cada SEV.

2.2.3.4.1. Perfil Geoeléctrico.

2.2.3.4.2. Análisis de Resultados. Con base en los resultados obtenidos de los datos de campo y con el procesamiento de los datos, se realizan las siguientes observaciones enfocadas a evaluar las posibles fuentes de agua subterránea.

Con base en los resultados obtenidos de los datos de campo y con el procesamiento de los datos, se realizan las siguientes observaciones enfocadas a evaluar las posibles fuentes de agua subterránea.
La zona explorada con los SEVs 1-4, SEV1 R MAY – SEV4 R MAY; se concluye:

- ✓ Con los cuatros SEV iniciales del SEV 1 – SEV4, en los SEVs a profundidad que supera los 110m en cada SEV se intercepta un nivel de aguas salobres.
- ✓ En El SEV1 no se reporta acuífero de interés.
- ✓ En los SEV 2,3, y 4 Vereda Charguayaco municipio de Taminango; se intercepta un acuífero el cual en el SEV 2 inicia a los 20m del nivel de piso, en el SEV 3 a los 24m de profundidad y en el SEV 4 a los 37m, presentando un espesor del acuífero del orden de 90m.

En la vereda Algodonal SEVs 5,6 y 7. Vereda Algodonal municipio de Taminango.

- ✓ En estos SEVs Se presentan acuíferos pero con niveles muy variados esto es: en el SEV 5 el acuífero empieza a los 62m del nivel de piso en el SEV 6. El nivel saturado empieza a los 34m del nivel de piso y en el SEV 7, a los 23m.
- ✓ En EL SEV 5 El Acuífero presenta un espesor aproximado de 65m en los SEV 6 y SEV 7, el acuífero supera los 80mt de espesor.

En la vereda Esperanzas del Mayo Taminango Nariño y del Bordo Cauca, se realizaron los SEV 8, 9 y 10.

- ✓ El SEV No. 8 del lado de Nariño, el horizonte saturado inicia a los 8m de profundidad y se extiende a mayor profundidad de la investigada de 100m.
- ✓ El SEV No. 9 del lado del Cauca, el horizonte saturado inicia a los 10m de profundidad y se extiende hasta los 100m. a mayor profundidad aparece el nivel de basamento de arenas silíceas bien compactas.
- ✓ El SEV 10 del lado del Cauca, se realizó sobre una terraza alta del Rio Mayo, El sev se profundizo hasta 190m, encontrándose que el acuífero va entre los 83 y 180m de profundidad.

- ✓ En los SEVs 9 y 10 se intercepto el basamento rocoso alrededor de los 420 de Altura sobre el nivel del mar.

Tabla 64. Resultados SEV No. 1

Sev No.	1	Proyecto	Corponariño	Fecha	12/10/2018
Municipio	Colon Génova	Departamento	Nariño	Vereda	Bordo Bajo
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo		Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	1006591	Norte	674537	Altura	1748

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	91.427	13.7445	1256.6184
2	2.5	5	0.5	2.8603	38.8773	111.2007
3	4	8	0.5	8.8659	100.1385	887.8179
4	6	12	0.5	1.6673	225.8025	376.4805
5	6	12	2	5.7134	54.978	314.1113
6	8	16	2	2.4814	98.9604	245.5603
7	10	20	2	1.4965	155.5092	232.7195
8	12	24	2	0.9493	224.6244	213.2359
9	15	30	2	0.6255	351.8592	220.0879
10	20	40	2	0.4101	626.7492	257.0298
11	25	50	2	0.2497	980.1792	244.7507
12	25	50	10	0.9761	188.496	183.9909
13	30	60	10	0.6912	274.89	190.0040
14	40	80	10	0.3953	494.802	195.5952
15	50	100	10	0.2167	777.546	168.4942
16	60	120	10	0.144	1123.122	161.7296
17	75	150	10	0.0903	1759.296	158.8644
18	100	200	10	0.045	3133.746	141.0186
19	100	200	40	0.1637	753.984	123.4272
20	125	250	40	0.1101	1195.7715	131.6544

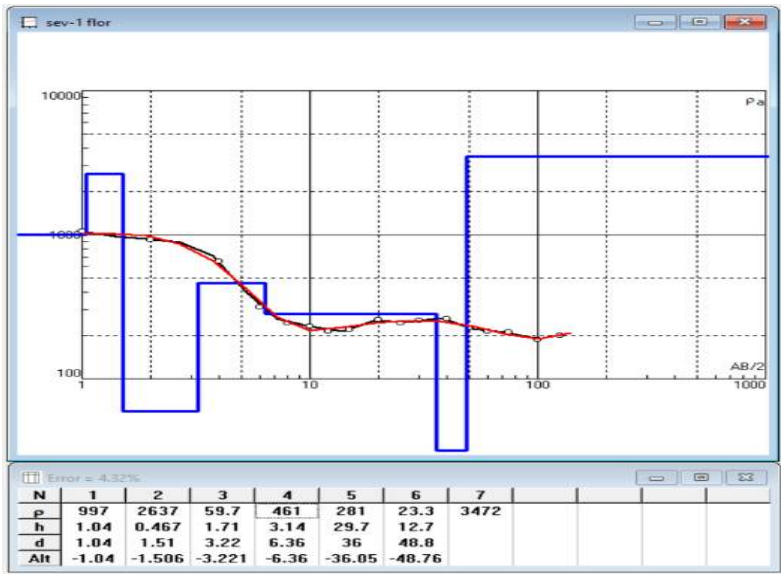


Figura 48. Perfil SEV No.1

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	997	1.04	GRANDES BLOQUES DE CONGLOMERADOS Y MATERIAL VOLCANICO	
2	2637	0.467	GRANDES BLOQUES DE CONGLOMERADOS Y MATERIAL VOLCANICO	
3	59.7	1.71	MATERIALES ARENAS FINAS A MEDIAS, GRAVAS SEMI SATURADAS	
4	461	3.14	NIVELES DE CONGLOMERADO TAMAÑO MEDIO	
5	281	29.7	BLOQUES PEQUEÑOS, GRAVAS , CONGLOMERADOS Y ARENAS SATURADAS	
6	23.3	12.7	NIVELES DE ARCILLOLITAS, MATERIAL FINO DE ARCILLA	
7	3472	Mayor a 48.8 m		

El presente Sondeo Eléctrico Vertical SEV, corresponde a una sucesión de rocas volcánicas, para el SEV No. 1, se realizó con una apertura de AB/2 de 120 m. de longitud dando resultados de resistividades que van de los 23.3 ohm hasta 3472 ohm, y describe una secuencia de materiales sedimentarios de conglomerados con grandes bloques para la capa 1 y 2; seguidas de arenas finas a medias, gravas finas semi saturadas de la capa 3; para la capa 4 tenemos nuevamente conglomerados medios y bloque pequeños, gravas, microconglomerados y arenas

saturadas, , para la capa 6 se describe resistividades bajas con niveles de arcillolitas y arcillas. Estas resistividades nos definen 7 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja 48.8 m. de profundidad. Corresondientes a la Formación Esmita **Eesm**, de depósitos de conglomerados y La Formación Buesaco **Pzbue,** correspondientes a esquistos verdes, definidos en la plancha geológica 411 La Cruz, del SGC.

Tabla 65. Resultados SEV No. 2

Sev No.	2	Proyecto		Fecha	5/10/2018
Municipio	San Pablo	Departamento	Nariño	Vereda	Chical Alto
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo		Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	1010426	Norte	676108	Altura	1867

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	47.007	13.74	646.0877
2	2.5	5	0.5	17.405	38.88	676.6594
3	4	8	0.5	7.0178	100.14	702.7520
4	6	12	0.5	3.24	225.80	731.6001
5	6	12	2	11.558	54.98	635.4357
6	8	16	2	6.283	98.96	621.7682
7	10	20	2	3.9307	155.51	611.2600
8	12	24	2	2.6985	224.62	606.1489
9	15	30	2	1.652	351.86	581.2714
10	20	40	2	0.8859	626.75	555.2371
11	25	50	2	0.6058	980.18	593.7926
12	25	50	10	3.2806	188.50	618.3800
13	30	60	10	2.237	274.89	614.9289
14	40	80	10	1.2555	494.80	621.2239
15	50	100	10	0.7923	777.55	616.0497
16	60	120	10	0.5312	1,123.12	596.6024
17	75	150	10	0.0325	1,759.30	57.1771
18	100	200	10	0.1643	3,133.75	514.8745
19	100	200	40	0.6977	753.98	526.0546
20	125	250	40	0.3933	1,195.77	470.2969

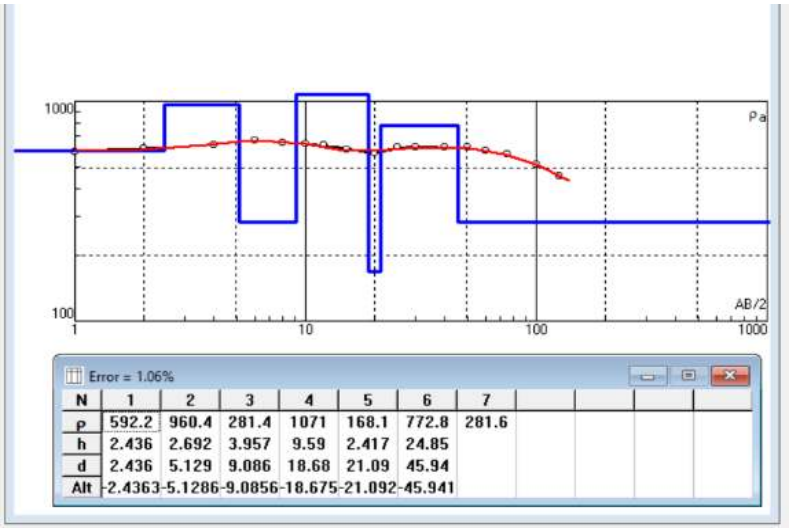


Figura 49. Perfil SEV No.2

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	592.2	2.436	NIVELES DE BLOQUES DE LAVA, CONGLOMERADOS POLIMICTICOS, TOBAS	
2	960.4	2.692	NIVELES DE BLOQUES DE LAVA, CONGLOMERADOS POLIMICTICOS, TOBAS	
3	281.4	3.9	NIVELES DE MICROCONGLOMERADO, GRAVAS Y ARENAS	
4	1071	9.6	NIVELES DE BLOQUES DE LAVA, CONGLOMERADOS POLIMICTICOS, TOBAS	
5	168.1	2.4	ARENISCAS, GRAVAS Y MICROCONGLOMERADO	
6	772.8	24.85	NIVELES DE BLOQUES DE LAVA, CONGLOMERADOS POLIMICTICOS, TOBAS	
7	281.6	MAYORES DE 45.94m		

En el municipio de La Unión vereda Chilcal Alto, se realizó el presente SEV No. 2, corresponde a la presencia una sucesión de rocas sedimentarias de la de la Formación Esmita; para éste SEV se realizó una apertura de AB/2 de 125 m. de longitud dando resultados de resistividades muy altas que van de los 168.1 ohm hasta los 1071 ohm, los cuales indican bajos cambios litológicos identificados y describe una secuencia de materiales sedimentarios clásticos muy groceros; para la **capa 1,2,4,6** corresponde a Niveles bloques de lava, conglomerados polimícticos y tobas; para la capa 3 corresponde a niveles de microconglomerado, gravas y arenas. Estas resistividades nos definen 7 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja 45.94m. de

profundidad; correspondientes a la Formación Esmita **Tme o (Eems . P 411 La Cruz),** definidos en la plancha geológica 410 de la Unión, del SGC.

Se puede determinar que este sector tiene muy altos rangos de resistividad, y todo el paquete define un acuífero no confinado, el cual depende de la infiltración, escorrentía, etc. de la zona y la pendiente del terreno para la favorabilidad de la existencia de agua subterránea, se encuentra a poca profundidad, por la permeabilidad de los materiales.

Tabla 66. Resultados SEV No. 3

Sev No.	3	Proyecto	Corponariño	Fecha	13/10/2018
Municipio	La Cruz	Departamento	Nariño	Vereda	La Vega
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo		Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	1012234	Norte	670990	Altura	2280 m

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	36.307	13.7445	499.0216
2	2.5	5	0.5	12.317	38.8773	478.8517
3	4	8	0.5	3.9156	100.1385	392.1023
4	6	12	0.5	1.6363	225.8025	369.4806
5	6	12	2	6.2186	54.978	341.8862
6	8	16	2	3.8446	98.9604	380.4632
7	10	20	2	2.6779	155.5092	416.4381
8	12	24	2	1.885	224.6244	423.4170
9	15	30	2	1.26	351.8592	443.3426
10	20	40	2	0.7546	626.7492	472.9449
11	25	50	2	0.517	980.1792	506.7526
12	25	50	10	2.8358	188.496	534.5370
13	30	60	10	1.9822	274.89	544.8870
14	40	80	10	1.2335	494.802	610.3383
15	50	100	10	0.8088	777.546	628.8792
16	60	120	10	0.5538	1123.122	621.9850
17	75	150	10	0.391	1759.296	687.8847
18	100	200	10	0.2421	3133.746	758.6799
19	100	200	40	1.0307	753.984	777.1313
20	125	250	40	0.7138	1195.7715	853.5417
21	150	300	40	0.492	1735.734	853.9811

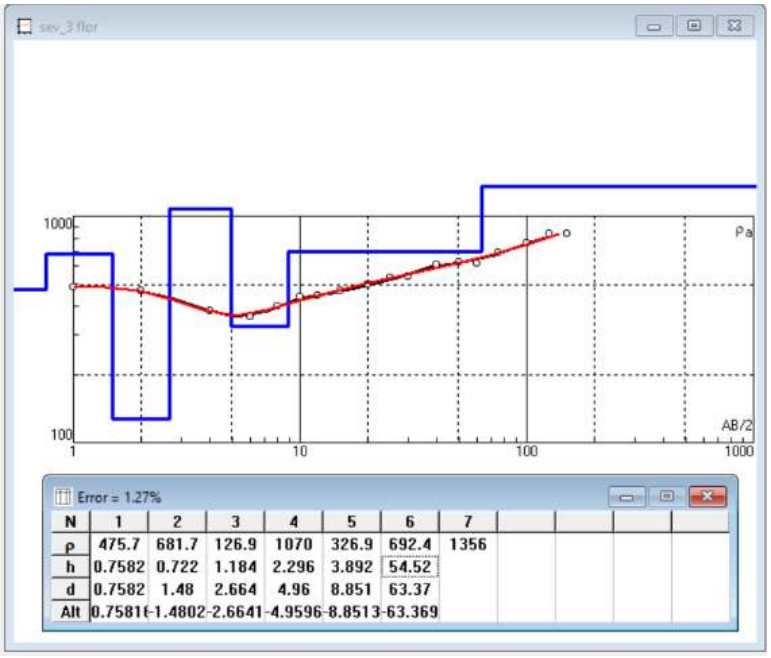


Figura 50. Perfil SEV No.3

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	475.7	0.75	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
2	681.7	0.72	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
3	126.9	1.18	NIVELES DE ARENA, GRAVAS FINAS Y MICROCONGLOMERADO	
4	1070	2.29	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
5	326	3.89	SECUENCIA SEDIMENTAEA DE CONCLOMERADOS Y GRAVAS, ARENAS	
6	692	54.52	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
7	1356	Mayor a 63.37 m |		

En la vereda Briceño del municipio de La Cruz, se realizó el presente SEV No. 3, corresponde a una sucesión de rocas volcánicas y episodios de depósitos sedimentarias; para éste SEV, se realizó con una apertura de AB/2 de 120 m. de longitud dando resultados de resistividades que van de los 326 ohm hasta los 1356 ohm, y describe una secuencia de materiales volcánicos y sedimentarios de grandes bloques de lava, avalancha y piroclástos, para la capa 1, 2, 4 y 6; para la capa 3 correspondiente a una secuencia sedimentaria de niveles de arenas, gravas finas y microconglomerado; para la capa 5 tenemos nuevamente conglomerados gravas y arenas

medios a finos. Estas resistividades nos definen 7 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja 51.8m. de profundidad; correspondientes a la Formación Flujos de Lodo y Flujos Piroclástos **Qflp**, sobrepuestos a los depósitos volcanosedimentarios de la Formación Quebrada Grande **K1cqg,** definidos en la plancha geológica 411 La Cruz, del SGC.

Tabla 67. Resultados SEV No. 4

Sev No.	4	Proyecto	Corponariño	Fecha	13/10/2018
Municipio	La Cruz	Departamento	Nariño	Vereda	
Descripción	Cabecera municipal				
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo	302NW	Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	1012500	Norte	668908	Altura	2406 m

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	103.51	13.7445	1422.693195
2	2.5	5	0.5	42.692	38.8773	1659.749692
3	4	8	0.5	18.917	100.1385	1894.320005
4	6	12	0.5	6.4976	225.8025	1467.174324
5	6	12	2	18.995	54.978	1044.30711
6	8	16	2	10.088	98.9604	998.3125152
7	10	20	2	5.9604	155.5092	926.8970357
8	12	24	2	4.1049	224.6244	922.0606996
9	15	30	2	2.8084	351.8592	988.1613773
10	20	40	2	1.6513	626.7492	1034.950954
11	25	50	2	1.1056	980.1792	1083.686124
12	25	50	10	5.0802	188.496	957.5973792
13	30	60	10	3.4572	274.89	950.349708
14	40	80	10	1.7729	494.802	877.2344658
15	50	100	10	1.1949	777.546	929.0897154
16	60	120	10	0.8546	1123.122	959.8200612
17	75	150	10	0.596	1759.296	1048.540416
18	100	200	10	0.3477	3133.746	1089.603484
19	100	200	40	1.2749	753.984	961.2542016
20	125	250	40	0.8071	1195.7715	965.1071777
21	150	300	40	0.5264	1735.734	913.6903776

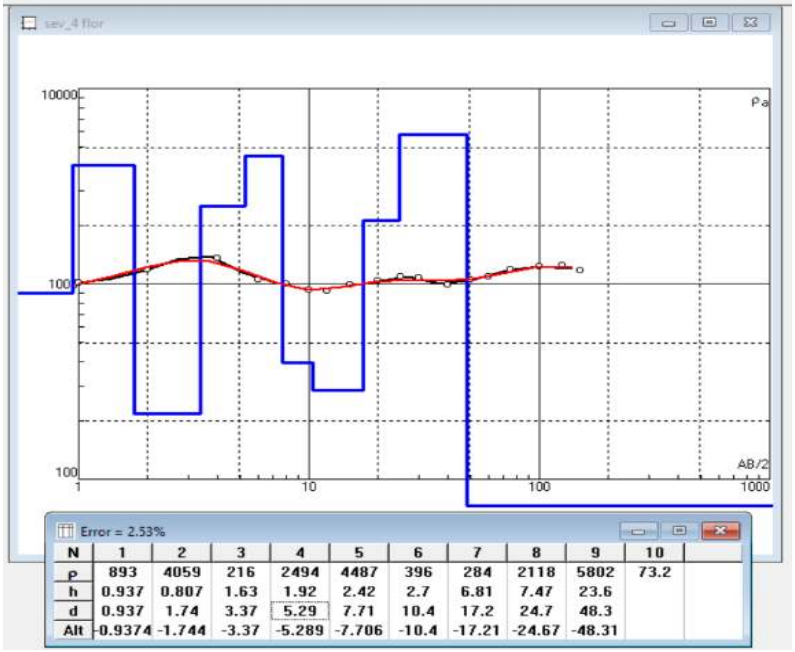


Figura 51. Perfil SEV No.4

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	893	0.937	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
2	459	0.807	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
3	216	1.63	NIVELES DE ARENA, GRAVAS FINAS Y MICROCONGLOMERADO	
4	2494	1.92	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
5	4487	2.42	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
6	396	2.7	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
7	284	6.81	SECUENCIA SEDIMENTAEA DE CONCLOMERADOS Y GRAVAS, ARENAS	
8	2118	7.47	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
9	5802	23.6	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
10	73	Mayor a 48.3m |		

En la vereda Briceño del municipio de La Cruz, se realizó el presente SEV No. 4, corresponde a una sucesión de rocas volcánicas y episodios de depósitos sedimentarias; para éste SEV, se realizó con una apertura de AB/2 de 120 m. de longitud dando resultados de resistividades que van de los 326 ohm hasta los 1356 ohm, y describe una secuencia de materiales volcánicos y sedimentarios de grandes bloques de lava, avalancha y piroclástos, para la capa 1, 2, 4, 5, 6, 8 y 9; para la capa 3 correspondiente a una secuencia sedimentaria de niveles de arenas, gravas

finas y microconglomerado; para la capa 5 tenemos nuevamente conglomerados gravas y arenas medios a finos. Estas resistividades nos definen 10 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja 48.3m. de profundidad; correspondientes a la Formación Flujos de Lodo y Flujos Piroclástos **Qflp**, sobrepuestos a los depósitos volcanosedimentarios de la Formación Quebrada Grande **K1cqg,** definidos en la plancha geológica 411 La Cruz, del SGC.

Tabla 68. Resultados SEV No. 5

Sev No.	5	Proyecto	Corponariño	Fecha	14/10/2018
Municipio	Belén	Departamento	Nariño	Vereda	Campo María Alto
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo	65NE	Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	1005994	Norte	666541	Altura	2685 m

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	9.3833	13.7445	128.9688
2	2.5	5	0.5	5.2579	38.8773	204.4130
3	4	8	0.5	3.3263	100.1385	333.0907
4	6	12	0.5	1.7032	225.8025	384.5868
5	6	12	2	8.0704	54.978	443.6945
6	8	16	2	4.9401	98.9604	488.8743
7	10	20	2	3.1967	155.5092	497.1163
8	12	24	2	2.3178	224.6244	520.6344
9	15	30	2	1.236	351.8592	434.8980
10	20	40	2	0.5681	626.7492	356.0562
11	25	50	2	0.2714	980.1792	266.0206
12	25	50	10	3.1331	188.496	590.5768
13	30	60	10	1.5449	274.89	424.6776
14	40	80	10	0.3712	494.802	183.6705
15	50	100	10	0.1596	777.546	124.0963
16	60	120	10	0.0682	1123.122	76.5969
17	75	150	10	0.016	1759.296	28.1487
18	100	200	10	0.0042	3133.746	13.1617
19	100	200	40	0.0171	753.984	12.8931
20	125	250	40	0.0095	1195.7715	11.3598



Figura 52. Perfil SEV No.5

No.Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	108	0.71	NIVELES DE ARENA MEDIA, GRAVAS FINAS Y MICROCONGLOMERADO	
2	914	5.81	DEPOSITOS DE LAVA Y PIROCLASTOS, TOBAS Y BLOQUES	
3	42.1	2.45	NIVELES DE ARENITAS, CON INYERCALACIONES DE ARCILLOLITA Y ARCILLAS Y ARENA FINA HUMEDA	
4	99.7	12.7	NIVELES DE ARENITAS MEDIAS, Y MICROCONGLOMERADO	
5	116	30	NIVELES DE ARENITAS MEDIAS, Y MICROCONGLOMERADO	
6	114	Mayor a 51.7 m		

En la vereda Campo María Alto del municipio de Belén se realizó el presente SEV No. 5, corresponde a la presencia de varios tipos de roca, una sucesión de rocas volcánicas que cubren rocas de la Formación Esmita y el Grupo Dagua; para éste SEV, se realizó con una apertura de AB/2 de 120 m. de longitud dando resultados de resistividades que van de los 16 ohm hasta los 604 ohm, los cuales indican los cambios litológicos identificados y describe una secuencia de materiales volcánicos y sedimentarios; para la capa 1 corresponde a Niveles de arena gruesa, gravas finas y microconglomerado; la capa 2 niveles de arena fina, gravas finas semisaturadas, para la capa 3 corresponde a niveles de arenitas con intercalaciones de arcillolitas y arcillas; para la capa 4 tenemos niveles de conglomerado, tobas, gravas finas y microconglomerado. Estas

resistividades nos definen 6 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja 51.7m. de profundidad; correspondientes a la Formación Lavas y Piroclástos **Nqlp**, sobrepuestos a los depósitos volcanosedimentarios de la Formación Quebrada Grande **K1cqg,** definidos en la plancha geológica 411 La Cruz, del SGC.

De igual manera se puede determinar que este sector tiene muy buenos valores de resistividad los cuales nos da indicios de existencia de agua subterránea la cual se encuentra a poca profundidad por la permeabilidad de los materiales.

Tabla 69. Resultados SEV No. 6

Sev No.	6	Proyecto		Fecha	05/10/2018
Municipio	La Unión	Departamento	Nariño	Vereda	Guabo
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo		Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	994989	Norte	669927	Altura	1615

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	2.748	13.745	37.7699
2	2.5	5	0.5	0.842	38.877	32.7347
3	4	8	0.5	0.2771	100.139	27.7484
4	6	12	0.5	0.1162	225.803	26.2383
5	6	12	2	0.2827	54.978	15.5423
6	8	16	2	0.2619	98.960	25.9177
7	10	20	2	0.1819	155.509	28.2871
8	12	24	2	0.1336	224.624	30.0098
9	15	30	2	0.0957	351.859	33.6729
10	20	40	2	0.0629	626.749	39.4225
11	25	50	2	0.0447	980.179	43.8140
12	25	50	10	0.2441	188.496	46.0119
13	30	60	10	0.1832	274.890	50.3598
14	40	80	10	0.0937	494.802	46.3629
15	50	100	10	0.0567	777.546	44.0869
16	60	120	10	0.0422	1123.122	47.3957
17	75	150	10	0.0249	1759.296	43.8065
18	100	200	10	0.0119	3133.746	37.2916
19	100	200	40	0.0471	753.984	35.5126
20	125	250	40	0.0257	1195.772	30.7313

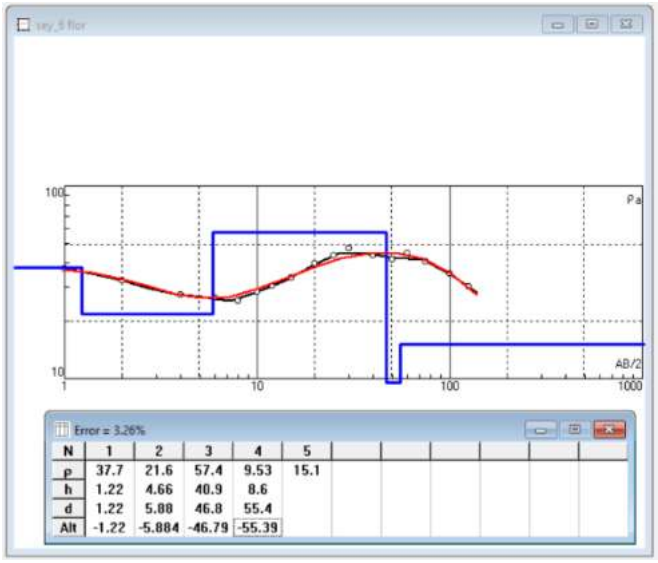


Figura 53. Perfil SEV No.6

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	37.7	0.5	NIVELES DE ARENAS ARCILLOSAS	
2	21.6	0.22	PEQUEÑAS CAPAS DE ARCILLA Y LIMOLITA	
3	9.53	1.01	PEQUEÑAS CAPAS DE ARCILLA, LODOLIYA Y LIMOLITA	
4	15.1	MAYORES DE 55.4m	PEQUEÑAS CAPAS DE ARCILLA Y LODOLITA	
5	220			

En este municipio se realizó el presente SEV No. 6, corresponde a la presencia de varios tipos de roca, una sucesión de rocas sedimentarias de la de la Formación Esmita, para éste SEV, se realizó una apertura de AB/2 de 120 m. de longitud dando resultados de resistividades relativamente bajas de materiales finos como arcillas y limolitas que van de los 9.53 ohm hasta los 220 ohm, los cuales indican los cambios litológicos identificados y describe una secuencia de materiales sedimentarios; para la **capa 1** corresponde a Niveles gravas tobas, arenas y pequeños bloques en superficie; la **capa 2** corresponde a pequeñas capas de arcilla; para la capa 3 corresponde a niveles de arena fina con presencia de humedad; para la capa 4 tenemos niveles de arcillas y lodolitas. Estas resistividades nos definen 5 capas; sin embargo, es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja 53.2m. de profundidad; correspondientes a la Formación

Esmita **Tme o (Eems. P 411 La Cruz),** definidos en la plancha geológica 410 de la Unión, del SGC.

De igual manera se puede determinar en la parte superior materiales permeables a la superficie subyaciendo niveles impermeables como arcilla.

Tabla 70. Resultados SEV No. 7

Sev No.	7	Proyecto	Corponariño	Fecha	6/10/2018
Municipio	Unión	Departamento	Nariño	Vereda	Peña Blanca
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo	316NE	Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	994746	Norte	666574	Altura	1874

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	7.9136	13.7445	108.7685
2	2.5	5	0.5	2.9261	38.8773	113.7589
3	4	8	0.5	1.2565	100.1385	125.8240
4	6	12	0.5	0.5056	225.8025	114.1657
5	6	12	2	2.13	54.978	117.1031
6	8	16	2	1.0206	98.9604	100.9990
7	10	20	2	0.584	155.5092	90.8174
8	12	24	2	0.3075	224.6244	69.0720
9	15	30	2	0.134	351.8592	47.1491
10	20	40	2	0.0533	626.7492	33.4057
11	25	50	2	0.0314	980.1792	30.7776
12	25	50	10	0.1897	188.496	35.7577
13	30	60	10	0.1097	274.89	30.1554
14	40	80	10	0.0636	494.802	31.4694
15	50	100	10	0.0404	777.546	31.4129
16	60	120	10	0.0264	1123.122	29.6504
17	75	150	10	0.0161	1759.296	28.3247
18	100	200	10	0.0091	3133.746	28.5171
19	100	200	40	0.0356	753.984	26.8418
20	125	250	40	0.0233	1195.7715	27.8615

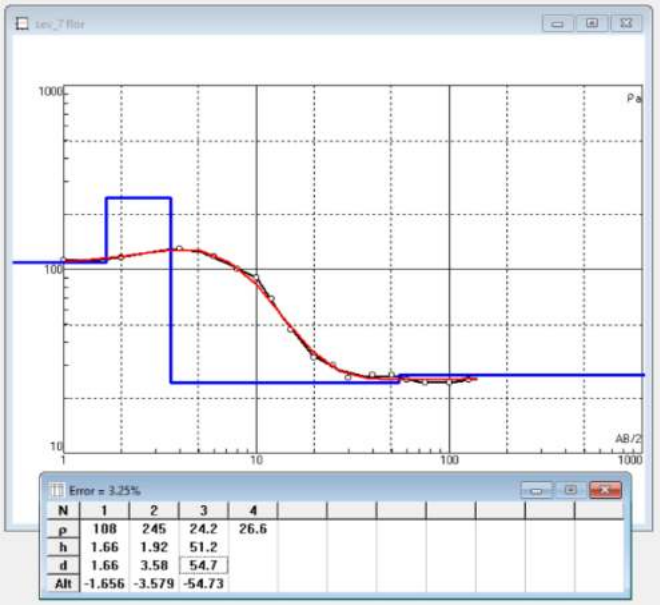


Figura 54. Perfil SEV No.7

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	108	166	NIVELES DE ARENAS, MICROCONGLOMERADOS, TOBAS Y PEQUEÑOS BLOQUES	
2	245	192	CONGLOMERADOS, GRAVAS,	
3	24.2	51.2	NIVELES DE LIMOLITAS ARENACEAS FINA CON PRESENCIA	
4	26.6	MAYORES DE 54.7m		

En el municipio de La Unión vereda Peña Blanca, se realizó el presente SEV No. 7, corresponde a la presencia de varios tipos de roca, una sucesión de rocas sedimentarias de la de la Formación Esmita, para éste SEV se realizó una apertura de AB/2 de 125 m. de longitud dando resultados de resistividades regulares que van de los 24.2 ohm hasta los 245 ohm, los cuales indican bajos cambios litológicos identificados y describe una secuencia de materiales sedimentarios; para la **capa 1** corresponde a Niveles gravas tobas, arenas, microconglomerado y pequeños bloques en superficie; la **capa 2** corresponde a conglomerados y gravas; para la capa 3 corresponde a niveles de LIMOLITAS arena fina con presencia de humedad. Estas resistividades nos definen 4 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja 54.7m. de profundidad; correspondientes a la Formación Esmita **Tme o (Eems. P 411 La Cruz),** definidos en la plancha geológica 410 de la Unión, del SGC.

De igual manera se puede determinar que este sector tiene regulares valores de resistividad, en la parte superior y define un acuífero no confinado depende de la infiltración de la zona y la pendiente del terreno para la existencia de agua subterránea, se encuentra a poca profundidad, por la permeabilidad de los materiales.

Tabla 71. Resultados SEV No. 8

Sev No.	8	Proyecto		Fecha	6/10/2018
Municipio	San Pedro Cartago	Departamento	Nariño	Vereda	
Descripción	Cerca de la cabecera municipal.				
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo	10NE	Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	995570	Norte	662049	Altura	2250

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	6.5622	13.7445	90.19416
2	2.5	5	0.5	0.9368	38.8773	36.42025
3	4	8	0.5	0.2279	100.1385	22.82156
4	6	12	0.5	0.0877	225.8025	19.80288
5	6	12	2	0.3919	54.978	21.54588
6	8	16	2	0.2023	98.9604	20.01969
7	10	20	2	0.1421	155.5092	22.09786
8	12	24	2	0.1085	224.6244	24.37175
9	15	30	2	0.1111	351.8592	39.09156
10	20	40	2	0.0688	626.7492	43.12034
11	25	50	2	0.0404	980.1792	39.59924
12	25	50	10	0.1104	188.496	20.80996
13	30	60	10	0.0664	274.89	18.25270
14	40	80	10	0.043	494.802	21.27649
15	50	100	10	0.0325	777.546	25.27025
16	60	120	10	0.0273	1123.122	30.66123
17	75	150	10	0.0196	1759.296	34.48220
18	100	200	10	0.0135	3133.746	42.30557
19	100	200	40	0.2105	753.984	158.71363
20	125	250	40	0.0422	1195.7715	50.46156

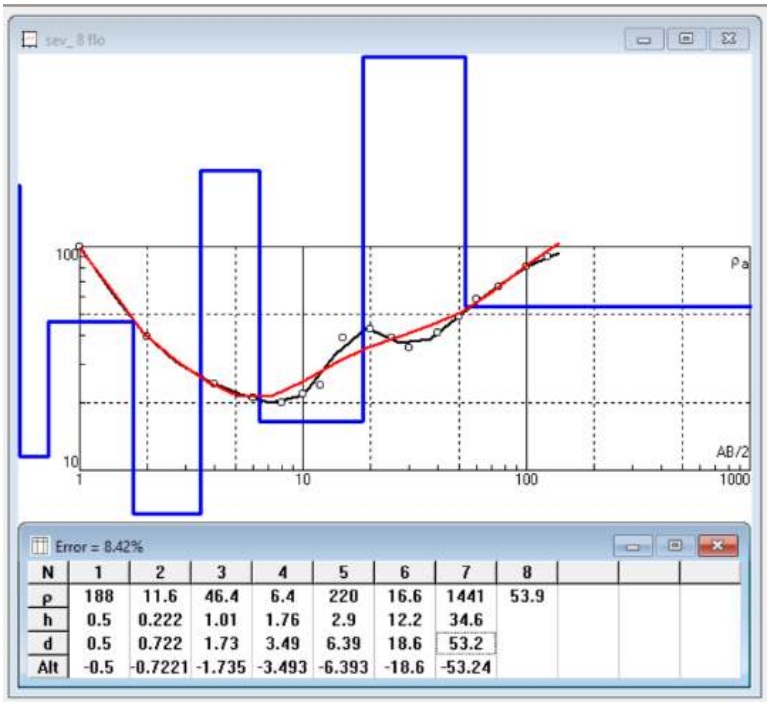


Figura 55. Perfil SEV No.8

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	188	0.5	NIVELES DE GRAVAS, TOBAS, ARENAS Y PEQUEÑOS BLOQUES	
2	11.6	0.22	PEQUEÑAS CAPAS DE ARCILLA Y LODOLITA	
3	46.4	1.01	NIVELES DE ARENANAS ARENA FINA CON PRESENCIA DE HUMEDAD	
4	6.4	1.76	PEQUEÑAS CAPAS DE ARCILLA Y LODOLITA	
5	220	MAYORES DE 53.2m		

En el municipio de San Pedro de Cartago, se realizó el presente SEV No. 8, corresponde a la presencia de varios tipos de roca, una sucesión de rocas sedimentarias de la de la Formación Esmita, para éste SEV, se realizó una apertura de AB/2 de 120 m. de longitud dando resultados de resistividades que van de los 6.4 ohm hasta los 1441 ohm, los cuales indican los cambios litológicos identificados y describe una secuencia de materiales sedimentarios; para la **capa 1** corresponde a Niveles gravas tobas, arenas y pequeños bloques en superficie; la **capa 2** corresponde a pequeñas capas de arcilla; para la capa 3 corresponde a niveles de arena fina con presencia de humedad; para la capa 4 tenemos niveles de arcillas y lodolitas. Estas resistividades

nos definen 5 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja 53.2m. de profundidad; correspondientes a la Formación Esmita **Tme o (Eems . P 411 La Cruz),** definidos en la plancha geológica 410 de la Unión, del SGC.

De igual manera se puede determinar que este sector tiene muy buenos valores de resistividad, en la parte superior y define un acuífero confinado de la capa 3, entre la capa 2 y 4; los cuales nos da indicios de existencia de agua subterránea, se encuentra a poca profundidad, por la permeabilidad de los materiales.

PERFILES MERCADERES (SEV Nos. 9, 10 ,11 ,12)

Los PERFILES o TOMOGRAFIAS ELECTRICAS conformadas por series de SEV nos representan gran información de grandes secciones de áreas en 2 dimensiones tanto en profundidad como lateralmente por donde ellos son diseñados en una misma zona y con separaciones entre SEV y SEV que diseñen o desdibujen la sección en profundidad que queremos conocer. Para este caso el sector de mercaderes favoreció dicho diseño, arrogando gran información del sector.

Sondeos eléctricos verticales requeridos para conformar los perfiles del sector de MERCADERES Cauca.

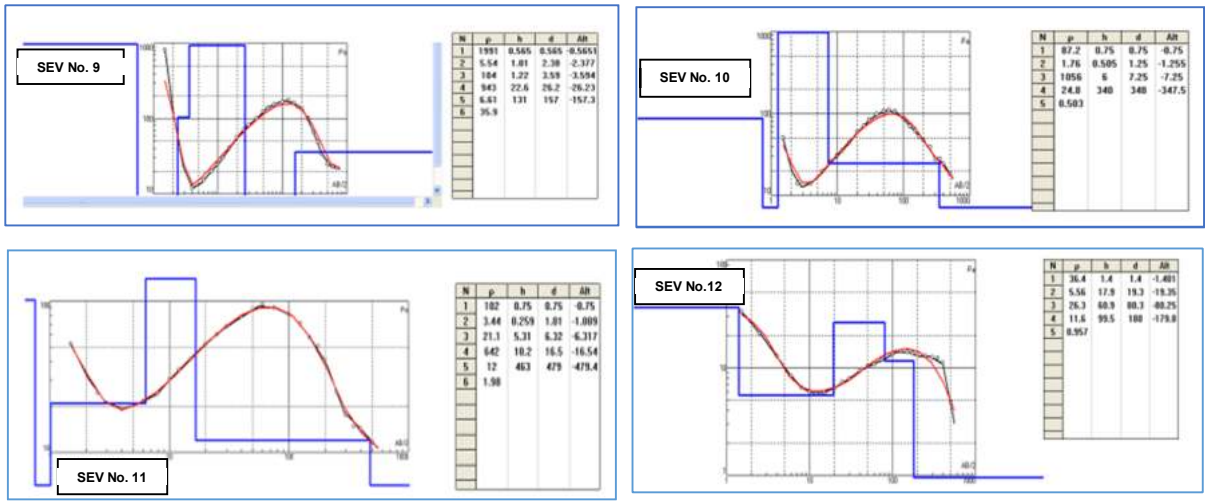
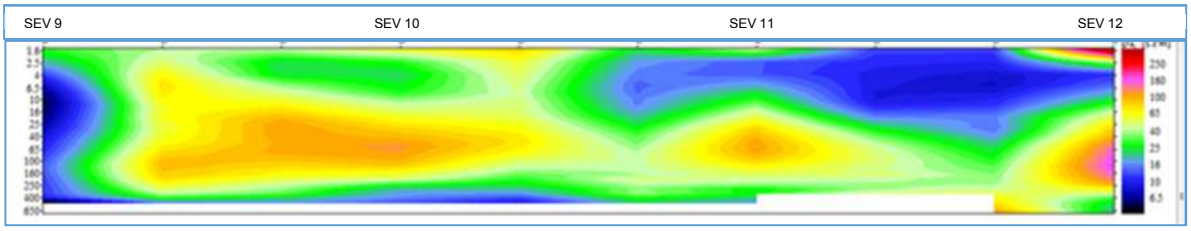


Figura 56. Perfil SEV No.9,10,11,12

Para la definición del siguiente PERFIL O TOMOGRAFIA ELECTRICA - TM fue necesario correlacionar 4 SEV numerados en campo con la siguiente manera, SEV: 9, 10, 11, 12. Solamente esto fue posible en este sector de Mercaderes por la razón de la cercanía entre estos, a diferencia de los SEV anteriormente descritos individualmente, y por la importancia de la zona a ser la más susceptible a contener potenciales de agua subterránea, tanto por su geología de la zona y por la calidad de los SEV. Esta metodología fue diseñada de igual manera con el software IPI2 WIN señalado anteriormente en la sección de metodología.

PERFIL SECTOR MERECADERES



Los valores de resistividades comprendidos entre **40 y 120 Ohm** son las zonas con buenas características físicas, con geología de rocas sedimentarias que pueden ser susceptibles de contener agua subterránea.

En la siguiente tabla se indica las coordenadas de los sondeos pertenecientes al sector de Mercaderes.

Tabla 72. Coordenadas SEV No. 9, 10, 11 y 12

ESTE	NORTE	ALTITUD	NOMENCLATURA DE CAMPO	SEV No.	LOCALIZACIÓN
989547	677672	1084	108	SEV No. 9	MERCADERES
988643	678993	1169	105	SEV No. 10	MERCADERES
988203	680514	1221	102	SEV No. 11	MERCADERES
991758	679071	1215	101	SEV No. 12	MERCADERES

Tabla 73. Resultados SEV No. 13

Sev No.	13	Proyecto	Corponariño	Fecha	15/10/2018
Municipio	San Lorenzo	Departamento	Nariño	Vereda	Valparaíso Alto
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo	107NE	Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	985652	Norte	666251	Altura	2144 m

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	34.98	13.7445	480.7826
2	2.5	5	0.5	12.596	38.8773	489.6985
3	4	8	0.5	4.0148	100.1385	402.0360
4	6	12	0.5	1.3391	225.8025	302.3721
5	6	12	2	4.8324	54.978	265.6757
6	8	16	2	2.2168	98.9604	219.3754
7	10	20	2	1.2114	155.5092	188.3838
8	12	24	2	0.7694	224.6244	172.8260
9	15	30	2	0.479	351.8592	168.5406
10	20	40	2	0.2817	626.7492	176.5552
11	25	50	2	0.191	980.1792	187.2142
12	25	50	10	1.1709	188.496	220.7100
13	30	60	10	0.8498	274.89	233.6015
14	40	80	10	0.5465	494.802	270.4093
15	50	100	10	0.2701	777.546	210.0152
16	60	120	10	0.2932	1123.122	329.2994
17	75	150	10	0.2042	1759.296	359.2482
18	100	200	10	0.1481	3133.746	464.1078
19	100	200	40	0.6793	753.984	512.1813
20	125	250	40	0.5127	1195.7715	613.0720

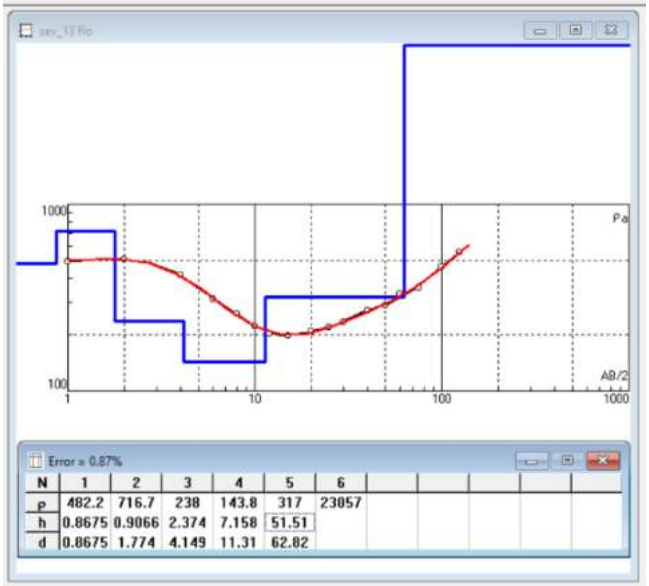


Figura 57. Perfil SEV No.13

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	482.2	0.86	BLOQUES, TOBAS CONGLOMERADOS.	
2	716.7	0.90	LAVAS, BLOQUES, TOBAS O Y CONGLOMERADOS	
3	238	2.37	NIVELES DE ARENA GRUESA, GRAVAS FINAS Y MICROCONGLOMERADO	
4	143.8	7.1	NIVELES DE ARENITAS SATURADAS Y MICROCONGLOMERADO	
5	317	51.5	NIVELES DE CONGLOMERADO, GRAVAS FINAS Y MICROCONGLOMERADO	
6	23057	Mayor a 51.5m		

En la vereda Valparaíso Alto del municipio de San Lorenzo, se realizó el presente SEV No. 13, corresponde a la presencia de varios tipos de roca, una sucesión de rocas volcánicas y episodios de depósitos sedimentarias; para éste SEV, se realizó con una apertura de AB/2 de 120 m. de longitud dando resultados de resistividades que van de los 238 ohm hasta los 23057 ohm, y describe una secuencia de materiales volcanosedimentarios; para la capa 1 bloques, tobas y conglomerados; la capa 2 lavas bloques, tobas, conglomerados, para la capa 3 niveles de arena gruesa, gravas finas y microconglomerado; para la capa 4 tenemos niveles de arenitas saturadas y microconglomerado; para la capa 5 tenemos conglomerado, gravas finas, y microconglomerado. Estas resistividades nos definen 6 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La

profundidad de investigación arroja 51.51m. de profundidad; correspondientes a la Formación Esmita **Eesm**. El Grupo Diabasico **Kv;** con la influencia de intrusiones Dasíticas. **D**efinidos en la plancha geológica 410 de La Unión, del SGC.

Tabla 74. Resultados SEV No. 14

Sev No.	14	Proyecto	Corponariño	Fecha	15/10/2018
Municipio	San Lorenzo	Departamento	Nariño	Vereda	Santa Cecilia
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo	50NE	Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	984963	Norte	664245	Altura	2081 m

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	1.9511	13.7445	26.8169
2	2.5	5	0.5	6.2506	38.8773	243.0065
3	4	8	0.5	1.8652	100.1385	186.7783
4	6	12	0.5	0.6932	225.8025	156.5263
5	6	12	2	2.6723	54.978	146.9177
6	8	16	2	1.2556	98.9604	124.2547
7	10	20	2	0.7047	155.5092	109.5873
8	12	24	2	0.3795	224.6244	85.2450
9	15	30	2	0.1632	351.8592	57.4234
10	20	40	2	0.0694	626.7492	43.4964
11	25	50	2	0.0324	980.1792	31.7578
12	25	50	10	0.1682	188.496	31.7050
13	30	60	10	0.103	274.89	28.3137
14	40	80	10	0.0572	494.802	28.3027
15	50	100	10	0.0429	777.546	33.3567
16	60	120	10	0.0348	1123.122	39.0846
17	75	150	10	0.0303	1759.296	53.3067
18	100	200	10	0.02	3133.746	62.6749
19	100	200	40	0.0881	753.984	66.4260
20	125	250	40	0.0483	1195.7715	57.7558

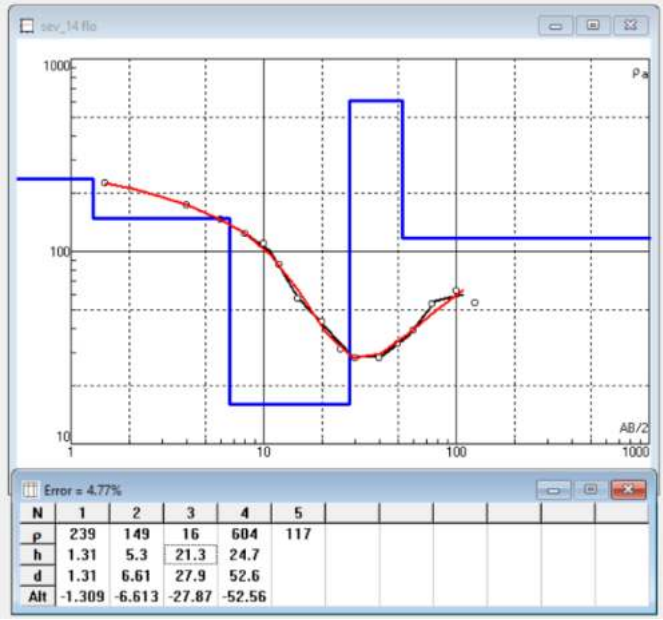


Figura 58. Perfil SEV No.14

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	239	1.31	NIVELES DE ARENA GRUESA, GRAVAS FINAS Y MICROCONGLOMERADO	
2	149	5.3	NIVELES DE ARENA FINA, GRAVAS FINAS SEMI SATURADAS	
3	16	21.3	NIVELES DE ARCILLOLITA Y ARCILLAS	
4	604	24.7	NIVELES DE CONGLOMERADO, GRAVAS FINAS Y MICROCONGLOMERADO	
5	117	Mayor a 51.5m		

En la vereda Santa Cecilia del municipio de San Lorenzo, se realizó el presente SEV No. 14, corresponde a la presencia de varios tipos de roca, una sucesión de rocas volcánicas que cubren rocas de la Formación Esmita y el Grupo Dagua; para éste SEV, se realizó con una apertura de AB/2 de 120 m. de longitud dando resultados de resistividades que van de los 16 ohm hasta los 604 ohm, los cuales indican los cambios litológicos identificados, y describe una secuencia de materiales volcánicos y sedimentarios; para la capa 1 corresponde a Niveles de arena gruesa , gravas finas y microconglomerado; la capa 2 niveles de arena fina, gravas finas semisaturadas, para la capa 3 niveles de arcillolitas y arcillas; para la capa 4 tenemos niveles de conglomerado, tobas, gravas finas y microconglomerado. Estas resistividades nos definen 6 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja 52.6m. de profundidad; correspondientes a la

Formación **Tqvll:** Lahares y Lavas y **Tqva** Avalanchas Ardientes de tobas y aglomerados, definidos en la plancha geológica 410 de La Unión, del SGC.

Tabla 75. Resultados SEV No. 15

Sev No.	15	Proyecto	Corponariño	Fecha	5/10/2018
Municipio	San Pedro Cartago	Departamento	Nariño	Vereda	Cartago
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo	330NW	Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	995521	Norte	664722	Altura	1965

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	2.2955	13.74	31.5505
2	2.5	5	0.5	0.8528	38.88	33.1546
3	4	8	0.5	0.365	100.14	36.5506
4	6	12	0.5	0.1473	225.80	33.2607
5	6	12	2	0.7211	54.98	39.6446
6	8	16	2	0.3991	98.96	39.4951
7	10	20	2	0.2525	155.51	39.2661
8	12	24	2	0.1778	224.62	39.9382
9	15	30	2	0.1185	351.86	41.6953
10	20	40	2	0.0673	626.75	42.1802
11	25	50	2	0.043	980.18	42.1477
12	25	50	10	0.2329	188.50	43.9007
13	30	60	10	0.1627	274.89	44.7246
14	40	80	10	0.0794	494.80	39.2873
15	50	100	10	0.0461	777.55	35.8449
16	60	120	10	0.0259	1,123.12	29.0889
17	75	150	10	0.0169	1,759.30	29.7321
18	100	200	10	0.0121	3,133.75	37.9183
19	100	200	40	0.0323	753.98	24.3537
20	125	250	40	0.0235	1,195.77	28.1006

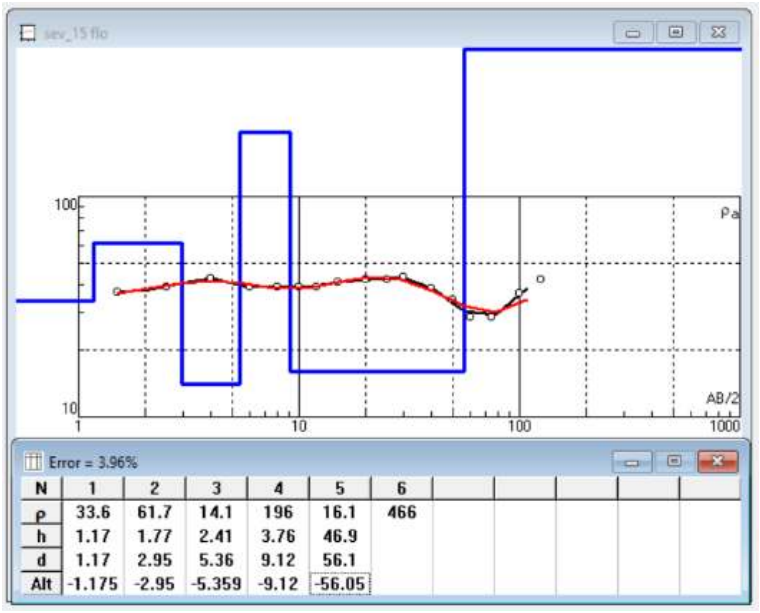


Figura 59. Perfil SEV No.15

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	33.6	2.436	NIVELES DE ARENISCAS Y MICROCONGLOMERADO	
2	61.7	2.692	NIVELES DE ARENISCAS Y MICROCONGLOMERADO	
3	14.1	3.9	NIVELES DE ARCILLA Y LIMOLITA	
4	196	9.6	NIVELES DE CONGLOMERADOS POLIMICTICOS, TOBAS, ARENISCAS, GRAVAS Y MICROCONGLOMERADO	
5	13.1	2.4	NIVELES DE ARCILLA Y LIMOLITA	
6	466	MAYORES DE 56.1m	_____	----------

En el municipio de San Pedro de Cartago, se realizó el presente SEV No.15, corresponde a la presencia una sucesión de rocas sedimentarias de la de la Formación Esmita; para éste SEV se realizó una apertura de AB/2 de 125 m. de longitud dando resultados de resistividades bajas que van de los 13.1 ohm hasta los 466 ohm, los cuales indican bajos cambios litológicos identificados y describe una secuencia de materiales sedimentarios clásticos polimicticos; para la **capa 1, y 2,** se define roca con niveles de areniscas y microconglomerado**; la capa 3** corresponde a niveles de arcilla y limolita, para **la capa 4,** corresponde a niveles de conglomerados polimicticos, tobas areniscas, gravas y limolita, para **la capa 5,** corresponde a niveles de arcilla y limolita. Estas resistividades nos definen 7 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación

arroja 56.1m. de profundidad; correspondientes a la Formación Esmita **Tme o (Eems. P 411 La Cruz),** definidos en la plancha geológica 410 de la Unión, del SGC.

Se puede determinar que este sector tiene bajos rangos de resistividad, se define 2 acuíferos, uno no confinado en superficie y otro confinado en la capa 4, el cual depende de la infiltración, escorrentía, etc. de la zona y la pendiente del terreno para la favorabilidad de la existencia de agua subterránea, se encuentra a poca profundidad, y buena permeabilidad de los materiales.

Tabla 76. Resultados SEV No. 16

Sev No.	16	Proyecto	Corponariño	Fecha	14/10/2018
Municipio	Belén	Departamento	Nariño	Vereda	Campo María
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo	71NE	Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	1006999	Norte	667957	Altura	2457

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	23.825	13.7445	327.4627
2	2.5	5	0.5	11.201	38.8773	435.4646
3	4	8	0.5	5.1054	100.1385	511.2471
4	6	12	0.5	2.3469	225.8025	529.9359
5	6	12	2	7.8515	54.978	431.6598
6	8	16	2	4.6328	98.9604	458.4637
7	10	20	2	3.0187	155.5092	469.4356
8	12	24	2	2.0643	224.6244	463.6921
9	15	30	2	1.2095	351.8592	425.5737
10	20	40	2	0.5063	626.7492	317.3231
11	25	50	2	0.2668	980.1792	261.5118
12	25	50	10	1.4111	188.496	265.9867
13	30	60	10	0.8008	274.89	220.1319
14	40	80	10	0.3597	494.802	177.9803
15	50	100	10	0.1864	777.546	144.9346
16	60	120	10	0.1171	1123.122	131.5176
17	75	150	10	0.0667	1759.296	117.3450
18	100	200	10	0.0338	3133.746	105.9206
19	100	200	40	0.1529	753.984	115.2842
20	125	250	40	0.1035	1195.7715	123.7624

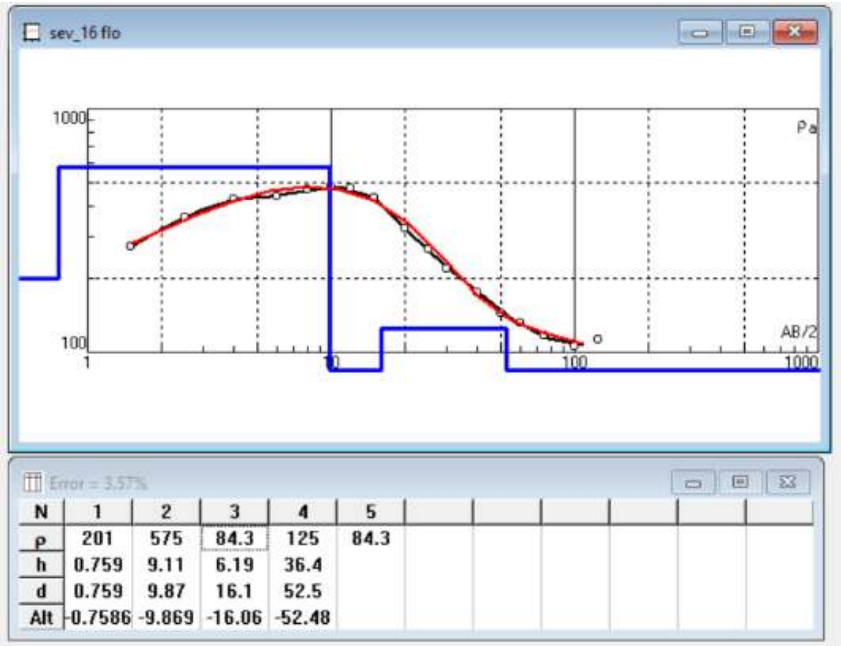


Figura 60. Perfil SEV No.16

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	201	0.75	NIVELES DE BLOQUES, LAVAS Y TOBAS VOLCÁNICAS	
2	575	9.11	DEPOSITOS DE LAVA Y PIROCLASTOS, TOBAS Y BLOQUES	
3	84.3	6.19	NIVELES DE ARENITAS, CON INTERCALACIONES DE ARENA FINA HUMEDA	
4	125	36.4	NIVELES DE ARENITAS MEDIAS, Y MICROCONGLOMERADO	
5	84.3	MAYORES DE 52.5, m		

En la vereda Campo María del municipio de Belén se realizó el presente SEV No. 16, corresponde a la presencia de varios tipos de roca, una sucesión de rocas volcánicas que cubren rocas de la Formación Esmita y el Grupo Dagua; para éste SEV, se realizó con una apertura de AB/2 de 120 m. de longitud dando resultados de resistividades que van de los 84.3 ohm hasta los 575 ohm, los cuales indican los cambios litológicos identificados y describe una secuencia de materiales volcánicos y sedimentarios; para la capa 1 corresponde a Niveles Bloques, lavas, y tobas volcánicas; la capa 2 corresponde a depósitos de lava, piroclástos, tobas y bloques; para la capa 3 corresponde a niveles de arenitas con intercalaciones de arenas húmedas; para la capa 4 tenemos niveles de arenitas medias y microconglomerado. Estas resistividades nos definen 5 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja 52.5m. de profundidad;

correspondientes a la Formación Lavas y Piroclástos **Nqlp**, sobrepuestos a los depósitos volcanosedimentarios de la Formación Quebrada Grande **K1cqg,** definidos en la plancha geológica 411 La Cruz, del SGC.

De igual manera se puede determinar que este sector tiene muy buenos valores de resistividad, los cuales nos da indicios de existencia de agua subterránea la cual se encuentra a poca profundidad, por la permeabilidad de los materiales.

Tabla 77. Resultados SEV No. 17

Sev No.	17	Proyecto	Corponariño	Fecha	13/10/2018
Municipio	La Cruz	Departamento	Nariño	Vereda	Estancia
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo		Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	1012003	Norte	666682	Altura	2535

No.	AB/2	AB	MN	RESISTENCIA	K	RESISTIVIDAD
1	1.5	3	0.5	82.916	13.7445	1139.63896
2	2.5	5	0.5	25.108	38.8773	976.131248
3	4	8	0.5	4.2477	100.1385	425.358306
4	6	12	0.5	1.5723	225.8025	355.029271
5	6	12	2	6.4572	54.978	355.003942
6	8	16	2	2.7899	98.9604	276.08962
7	10	20	2	1.6258	155.5092	252.826857
8	12	24	2	1.0528	224.6244	236.484568
9	15	30	2	0.6424	351.8592	226.03435
10	20	40	2	0.3203	626.7492	200.747769
11	25	50	2	0.2109	980.1792	206.719793
12	25	50	10	0.8833	188.496	166.498517
13	30	60	10	0.6033	274.89	165.841137
14	40	80	10	0.3302	494.802	163.38362
15	50	100	10	0.2163	777.546	168.1832
16	60	120	10	0.1512	1123.122	169.816046
17	75	150	10	0.0932	1759.296	163.966387
18	100	200	10	0.0582	3133.746	182.384017
19	100	200	40	0.2748	753.984	207.194803
20	125	250	40	0.1509	1195.7715	180.441919
21	150	300	40	0.0876	1735.734	152.050298

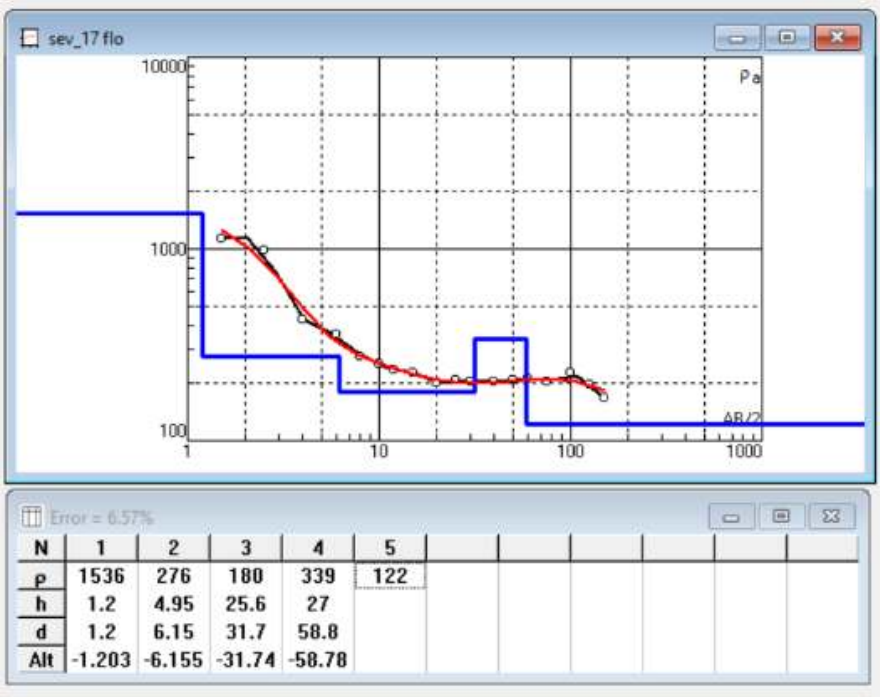


Figura 61. Perfil SEV No.17

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	1536	1.2	GRANDES BLOQUES DE LAVA Y MATERIAL VOLCANICO EN AVALANCHA	
2	276	4.95	ARENAS, GRAVAS Y BLOQUE SEMI SATURADAS	
3	180	25.6	MATERIALES ARENAS FINAS A MEDIAS, GRAVAS SEMI SATURADSS	
4	339	27	BLOQUES PEQUEÑOS, GRAVAS , CONGLOMERADOS Y ARENAS SATURADAS	
5	122			

El presente Sondeo Eléctrico Vertical SEV, corresponde a una sucesión de rocas volcánicas, para el SEV No. 17, se realizó con una apertura de AB/2 de 120 m. de longitud dando resultados de resistividades que van de 122 ohm hasta 1536 ohm, y describe una secuencia de materiales volcánica desde grandes bloques, arenas y gravas semisaturadas cercanas a la superficie, que pueden ser de gran interés para realizar perforaciones por la presencia de capas permeables, estas resistividades nos definen 5 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja un 58 m. de profundidad. Correspondientes a el complejo Quebrada grande de depósitos volvanosedimentarios **K1cqg**, y Lavas y Piroclastos **Nqlp,** de la plancha geológica 411 SGC.

Tabla 78. Resultados SEV No. 18

Sev No.	18	Proyecto	Corponariño	Fecha	13/10/2018
Municipio	La cruz	Departamento	Nariño	Vereda	La Cuchilla
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo		Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	1010979	Norte	669551	Altura	2520 m

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	4.7401	13.7445	65.1503
2	2.5	5	0.5	1.313	38.8773	51.0459
3	4	8	0.5	0.5166	100.1385	51.7315
4	6	12	0.5	0.2869	225.8025	64.7827
5	6	12	2	1.0099	54.978	55.5223
6	8	16	2	0.6232	98.9604	61.6721
7	10	20	2	0.3992	155.5092	62.0793
8	12	24	2	0.3292	224.6244	73.9464
9	15	30	2	0.2341	351.8592	82.3702
10	20	40	2	0.1162	626.7492	72.8283
11	25	50	2	0.0767	980.1792	75.1797
12	25	50	10	0.3562	188.496	67.1423
13	30	60	10	0.2332	274.89	64.1043
14	40	80	10	0.1243	494.802	61.5039
15	50	100	10	0.0855	777.546	66.4802
16	60	120	10	0.0594	1123.122	66.7134
17	75	150	10	0.0355	1759.296	62.4550
18	100	200	10	0.0192	3133.746	60.1679
19	100	200	40	0.1081	753.984	81.5057
20	125	250	40	0.0572	1195.7715	68.3981

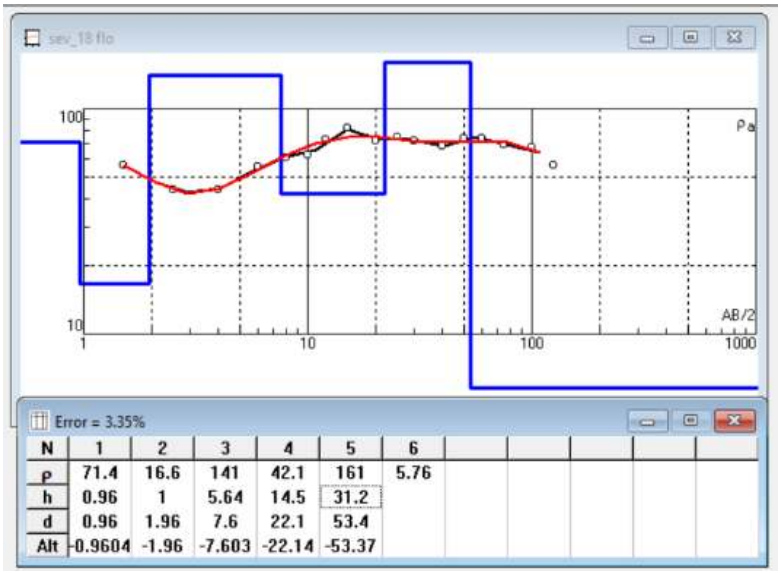


Figura 62. Perfil SEV No.18

No.Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	71.4	0.96	ARENITAS Y MICROCONGLOMERADO	
2	16.6	1	ARCILLAS A FINAS Y LODOLITAS	
3	141	5.64	NIVELES DE ARENA, GRAVAS FINAS Y MICROCONGLOMERADO	
4	42.1	14.5	NIVELES DE ARENITAS SATURADAS	
5	161	31.2	NIVELES DE ARENA, GRAVAS FINAS Y MICROCONGLOMERADO	
6	5.76	Mayor a 48.3m		

En la vereda La Cuchilla del municipio de La Cruz, se realizó el presente SEV No. 18, corresponde a una sucesión de rocas volcánicas y episodios de depósitos sedimentarias; para éste SEV, se realizó con una apertura de AB/2 de 120 m. de longitud dando resultados de resistividades que van de los 5.76 ohm hasta los 161 ohm, y describe una secuencia de materiales volcanosedimentarios; para la capa 1 arenitas y conglomerados, para la capa 2 arcillas finas y lodolitas, para la capa 3 correspondiente a una secuencia sedimentaria de niveles de arenas, gravas finas y microconglomerado; para la capa 4 tenemos nuevamente arenitas saturadas; para la capa 5 tenemos niveles de arena, gravas finas, y microconglomerado. Estas resistividades nos definen 6 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja 53.4m. de profundidad; correspondientes a la Formación Lavas y Piroclastos **Nqlp**, sobrepuestos a los

depósitos volcanosedimentarios de la Formación Quebrada Grande **K1cqg,** definidos en la plancha geológica 411 La Cruz, del SGC.

Este sondeo contiene valores muy importantes de resistividades los cuales nos indican grandes indicios de realizar perforaciones con grandes expectativas de encontrar agua subterránea.

Tabla 79. Resultados SEV No. 19

Sev No.	19	Proyecto	Corponariño	Fecha	12/10/2018
Municipio	San Pablo	Departamento	Nariño	Vereda	Vega
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo		Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	1007199	Norte	675989	Altura	1696

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	142.24	13.7445	1955.0177
2	2.5	5	0.5	44.806	38.8773	1741.9363
3	4	8	0.5	14.784	100.1385	1480.4476
4	6	12	0.5	5.2362	225.8025	1182.3471
5	6	12	2	26.53	54.978	1458.5663
6	8	16	2	8.7008	98.9604	861.0346
7	10	20	2	4.4443	155.5092	691.1295
8	12	24	2	3.0063	224.6244	675.2883
9	15	30	2	1.774	351.8592	624.1982
10	20	40	2	0.9097	626.7492	570.1537
11	25	50	2	0.5543	980.1792	543.3133
12	25	50	10	3.3821	188.496	637.5123
13	30	60	10	2.0136	274.89	553.5185
14	40	80	10	1.04	494.802	514.5941
15	50	100	10	0.5855	777.546	455.2532
16	60	120	10	0.371	1123.122	416.6783
17	75	150	10	0.226	1759.296	397.6009
18	100	200	10	0.1056	3133.746	330.9236
19	100	200	40	0.5942	753.984	448.0173
20	125	250	40	0.3554	1195.7715	424.9772

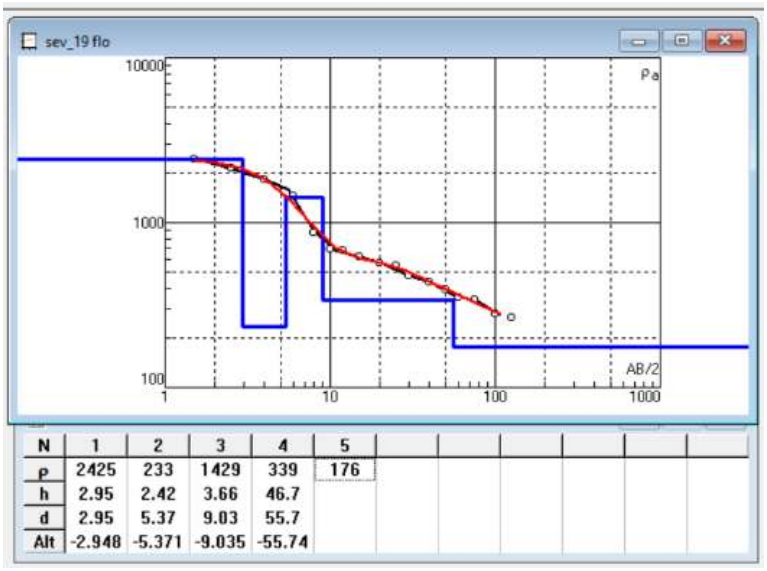


Figura 63. Perfil SEV No.19

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	2425	1.04	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
2	233	0.467	SECUENCIA SEDIMENTAEA DE CONCLOMERADOS Y GRAVAS , ARENAS	
3	1429	1.71	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
4	339	3.14	NIVELES DE CONGLOMERADO TAMAÑO MEDIO A FINO	
5	176	29.7		

En la vereda la Vega del municipio de San Pablo se realizó el presente SEV No. 19, corresponde a una sucesión de rocas volcánicas, y episodios de depósitos sedimentarias; para el SEV No. 19, se realizó con una apertura de AB/2 de 120 m. de longitud dando resultados de resistividades que van de los 176 ohm hasta los 2425 ohm, y describe una secuencia de materiales volcánicos y sedimentarios de grandes bloques de lava, avalancha y piroclástos, para la capa 1 y 3; para la capa 2 correspondiente a una secuencia sedimentaria de conglomerados, gravas y arenas media; para la capa 4 tenemos nuevamente conglomerados medios a finos. Estas resistividades nos definen 5 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja 55.7 m. de profundidad. correspondientes a la Formación Flujos de Lodo y Flujos Piroclástos **Qflp**, sobrepuestos a los depósitos sedimentarios de la Formación Esmita **Eesm,** definidos en la plancha geológica 411 La Cruz, del SGC.

Tabla 80. Resultados SEV No. 20

Sev No.	20	Proyecto	Corponariño	Fecha	14/10/2018
Municipio	San Pablo	Departamento	Nariño	Vereda	Briceño
Descripción					
Adquiere	Geofísico. Andrés González Melo		Arreglo	Schlumberger	
Rumbo	68NE	Instrumento	ABEM Terrameter SAS 1000		
Este	1011450	Norte	674798	Altura	1927

No.	Distancia AB/2(m)	Distancia AB(m)	Distancia MN(m)	R(Ohm)	K	Rho (Ohm*m)
1	1.5	3	0.5	47.385	13.7445	651.2831
2	2.5	5	0.5	16.807	38.8773	653.4108
3	4	8	0.5	7.1143	100.1385	712.4153
4	6	12	0.5	2.968	225.8025	670.1818
5	6	12	2	13.304	54.978	731.4273
6	8	16	2	7.2475	98.9604	717.2155
7	10	20	2	4.1681	155.5092	648.1779
8	12	24	2	2.8761	224.6244	646.0422
9	15	30	2	1.9363	351.8592	681.3050
10	20	40	2	1.1583	626.7492	725.9636
11	25	50	2	0.7771	980.1792	761.6973
12	25	50	10	3.8632	188.496	728.1977
13	30	60	10	2.7147	274.89	746.2439
14	40	80	10	1.5741	494.802	778.8678
15	50	100	10	1.0465	777.546	813.7019
16	60	120	10	0.7059	1123.122	792.8118
17	75	150	10	0.4317	1759.296	759.4881
18	100	200	10	0.2345	3133.746	734.8634
19	100	200	40	1.0359	753.984	781.0520
20	125	250	40	0.5922	1195.7715	708.1359



Figura 64. Perfil SEV No.20

No. Capas	RESISTIVIDAD CAPA	ESPESOR m	LITOLOGIA	TRAMA
1	683	1.64	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
2	1041	2.1	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
3	372	5.31	NIVELES DE CONGLOMERADO TAMAÑO MEDIO A FINO	
4	1586	19.1	GRANDES BLOQUES DE LAVA, DE AVALANCHA, FLUJOS PIROCLASTICOS	
5	226	23.6	SECUENCIA SEDIMENTAEA DE CONCLOMERADOS Y GRAVAS, ARENAS	
6	1808	Mayor a 51.8m		

En la vereda Briceño del municipio de San Pablo se realizó el presente SEV No. 20, corresponde a una sucesión de rocas volcánicas y episodios de depósitos sedimentarias; para éste SEV, se realizó con una apertura de AB/2 de 120 m. de longitud dando resultados de resistividades que van de los 372 ohm hasta los 1808 ohm, y describe una secuencia de materiales volcánicos y sedimentarios de grandes bloques de lava, avalancha y piroclástos, para la capa 1 y 2 y 4; para la capa 3 correspondiente a una secuencia sedimentaria de conglomerados, gravas y arenas de tamaños medio; para la capa 5 tenemos nuevamente conglomerados gravas y arenas medios a finos. Estas resistividades nos definen 6 capas; sin embargo es importante hacer un reconocimiento de la zona para ver el grado de saturación y que puede contener. La profundidad de investigación arroja 51.8m. de profundidad; correspondientes a la Formación Flujos de Lodo y Flujos Piroclástos **Qflp**, sobrepuestos a los depósitos volcanosedimentarios de la Formación Quebrada Grande **K1cqg,** definidos en la plancha geológica 411 La Cruz, del SGC.

Tabla 81. Resultados SEV No. 21 al 30

Datos SEV21 R MAY	AB/2 (m)	1.5	2.5	4	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	75	85	100	125	150	175	200	225	250	275	300				
	RESISTIVIDAD (Ω-m)	55.6	47.6	40.8	36.3	29.9	25.7	23.2	23.1	21.4	20.7	20	19.1	18.2	18.1	18.2	17.9	18.2	19.3	21.8	22.7	23.5	24.6	21.5	18.8	26.2				
Datos SEV22 R MAY	AB/2 (m)	1.5	2.5	4	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	75	85	100	125	150	175	200	225	250	275	300				
	RESISTIVIDAD (Ω-m)	15.8	19.3	25.2	32.5	33	32	32	33.9	35.9	33.8	30.2	27.4	24.7	20.7	19.3	18.5	18.6	22.1	25.5	20.8	23	22.3	20	20	22.7				
Datos SEV23 R MAY	AB/2 (m)	1.5	2.5	4	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	75	85	100	125	150	175	200	225							
	RESISTIVIDAD (Ω-m)	23.4	27.8	36	42	52.4	49.2	52.4	53	61.6	63	55.7	46.7	42.3	31	26.1	20.9	17.7	16	14.5	12.3	12	12.3							
Datos SEV24 R MAY	AB/2 (m)	1.5	2.5	4	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	75	85	100	125	150	175	200	225	250	275					
	RESISTIVIDAD (Ω-m)	64.5	93.5	108	91.5	74.6	65	57.1	51.9	40.9	35.2	31.3	22.8	21.7	20.2	22.3	22.6	23.4	22.9	22.9	23	23.2	21.5	17.5	21.3					
Datos SEV25 R MAY	AB/2 (m)	1.5	2.5	4	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	75	85	100	125	150	175	200	225	250						
	RESISTIVIDAD (Ω-m)	23	21.2	20.9	24	26	25.2	26	28.2	28.8	26.4	25.5	23.8	20.5	19.3	19.3	18.5	15.9	16	15.4	15	15.9	17.8	19						
Datos SEV26 R MAY	AB/2 (m)	1.5	2.5	4	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	75	85	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325			
	RESISTIVIDAD (Ω-m)	200	158	115	82.2	54.1	35.3	27.2	22.3	16	12	13.2	11	11.2	11.7	12.9	13.6	14.8	16	17.2	18.7	20.3	20.7	21.4	18.1	21.6	19.3			
Datos SEV27 R MAY	AB/2 (m)	1.5	2.5	4	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	75	85	100	125	150	175	200	225	250	275	300				
	RESISTIVIDAD (Ω-m)	123	124	116	104	80	66.5	56.5	45.8	35.8	33.5	30.5	25.5	21.8	19.5	18.6	19.8	21.5	21.2	20.4	20.4	19.3	21.3	18.3	20	18				
Datos SEV28 R MAY	AB/2 (m)	1.5	2.5	4	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	75	85	100	125	150	175	200								
	RESISTIVIDAD (Ω-m)	110	144	137	132	125	119	114	98.8	70.1	58.2	49.1	36.5	26.2	20.2	19.4	15.9	15.7	13.1	13.5	13.3	13								
Datos SEV29 R MAY	AB/2 (m)	1.5	2.5	4	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	75	85	100	125	150	175	200								
	RESISTIVIDAD (Ω-m)	100	69.1	66.5	86	90.6	84.9	88.9	87.5	76.7	64.5	55	34.6	22.4	21.6	18	14.9	12.3	13	14.4	15.3	16.5								
Datos SEV30 R MAY	AB/2 (m)	1.5	2.5	4	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	75	85	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	
	RESISTIVIDAD (Ω-m)	236	311	338	338	299	265	223	182	142	124	116	113	113	115	109	95.2	86.5	72	61.4	52.4	44.6	38.3	34.6	30.2	26.5	22.5	23.5	26.5	

Se anexan los perfiles de los SEVs descritos anteriormente en el Anexo *12*

2.2.3.4.3. Prospectos de acuíferos seleccionados. Con base en la información Geoeléctrica, en orden de elegibilidad, como prospectos para explotación de agua de las zonas o veredas exploradas, se seleccionan los siguientes SEVs.

Tabla 82. *Orden de elegibilidad del SEV como mejor prospecto para explotación de agua subterránea. Cuenca del rio Mayo*

ZONA EXPLORADA	SONDEOS	PARÁMETROS
SEV 22 R MAY - SEV 24 R MAY	SEV 24 R MAY	**Presenta un acuífero de 90m de espesor, conformado por: Lodolitas arenosas y le continua arenas conglomeráticas, además la morfologia muestra diferentes causes que confluyen al sitio del SEV.**
	SEV 22 R MAY	Presenta un acuífero del orden de 90m de espesor, iniciando en lodolitas arenosa y continuando con conglomerados arenosos
	SEV 24 R MAY	El Acuífero presenta un espesor superior a 90m de espesor pero en comparación con los SEV 2 y 3, La geomorfología no es favorable para la recarga del acuífero.
SEV 25 R MAY - SEV 27 R MAY	SEV 26 R MAY	**A partir de los 34m de profundidad del SEV, se presenta un potente banco de arena conglomerática saturada, el cual va a mayor profundidad de la investigada, 150m**
	SEV 27 R MAY	El Acuífero entre los 42 y 71m presenta se desarrolla en arenas conglomeráticas y a partir de los 71m y hasta la profundidad investigada de 150m el acuífero se desarrolla en arenas lodosas
	SEV 25 R MAY	El banco de lodolitas arenosa saturada, va entre los 62 y 125m.
SEV 28 R MAY - SEV 30 R MAY	SEV 28 R MAY	**El acuífero inicia a los 8m de profundidad y se extiende hasta una profundidad mayor de la investigadas 100m; Iniciando en conglomerado arenoso y continuando con lodolitas arenosas.**
	SEV 29 R MAY	El banco de Arena conglomerática saturada va entre los 11 Y 46m, infrayendo aguas con sales disuetas en materiales lodo arenosos.
	SEV 30 R MAY	Antes de iniciar el acuífero, le suprayase una potente terraza aluvial seca de 83m, extendiéndose el acuífero entre los 85 y 180m de profundidad en arenas lodosas con sales disueltas

2.2.3.5. Registros geofísicos de posos. Debido a que no se ha popularizado el uso de pozos profundos para la extracción de agua en la zona, no se cuenta con registros geofísicos de estudios realizados, salvo los estudios realizados por el INGEOMINA ahora Servicio Geológico Colombiano, el IDEAM, los cuales se referencian en la bibliografía de este documento.

2.2.3.5.1. Inventario de Puntos de Agua. No existen puntos de agua que se estén explotando o que sean objeto de estudios anteriores en el área de la cuenca Mayo.

2.2.3.5.2. Concesión de Aguas Subterráneas. La corporación autónoma de Nariño Corponariño no tiene registro de concesiones de aguas subterráneas en el área de la cuenca del Rio Mayo.

2.2.3.5.3. Estimación de los usos actuales de agua subterránea. No se tiene ningún registro del uso actual del agua subterránea debido a que no existen puntos de agua o pozos profundos en la zona de la cuenca Mayo.

2.2.3.6. Estimación de Oferta Hídrica Subterránea. Para la estimación de la oferta hídrica de aguas subterráneas, se desarrolla la metodología contenida en la Guía Metodológica para Formulación de Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos, las cuales se presentan a continuación

2.2.3.6.1. Métodos empíricos para la determinación de las zonas de recarga. Para el caso de la cuenca Mayo, no se cuenta con la suficiente información de variables hidrológicas, de suelo y otras que se requieren para estimar la recarga. Por esta razón procedemos a evaluar las formulas expuestas en la Guía Metodológica para Formulación de Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos las cuales son

Ecuación 23. *Cheeturvedi (Shiha y Sharman, 1988)*

$$\mathbf{r = 1{,}37\,(p - 14)^{0.5}}$$

Donde r, es la recarga (pulg./año); y p es la precipitación (pulg./año).

Ecuación 24. *Sehegal (1973)*

$$\mathbf{r = 2{,}5\,(p - 16)^{0{,}5}}$$

Donde r, es la recarga (pulg./año); y p es la precipitación (pulg./año).

Ecuación 25. *Tutc (1954)*

$$\mathbf{r} = \mathbf{p}\left[\mathbf{1} - \left(\mathbf{0,9} + \frac{\mathbf{p2}}{\mathbf{L2}}\right) - \mathbf{0,5}\right]$$

$$\boldsymbol{L} = \mathbf{300} + \mathbf{25}\boldsymbol{T} + \mathbf{0,05}\boldsymbol{T}^{\mathbf{0,5}}$$

Donde r es la recarga (mm/año); p es la precipitación (mm/año) y T la temperatura media anual (°C).

Las anteriores formulas se pueden desarrollar a partir de cálculo cartográfico de los raster obtenidos en el estudio hidrológico de precipitación media en mm/año por lo tanto la recarga (r) estará dada en mm/año. Para tal efecto se procedió a insertar el mapa raster de pluviosidad media anual a la calculadora raster y obtuvo lo siguiente:

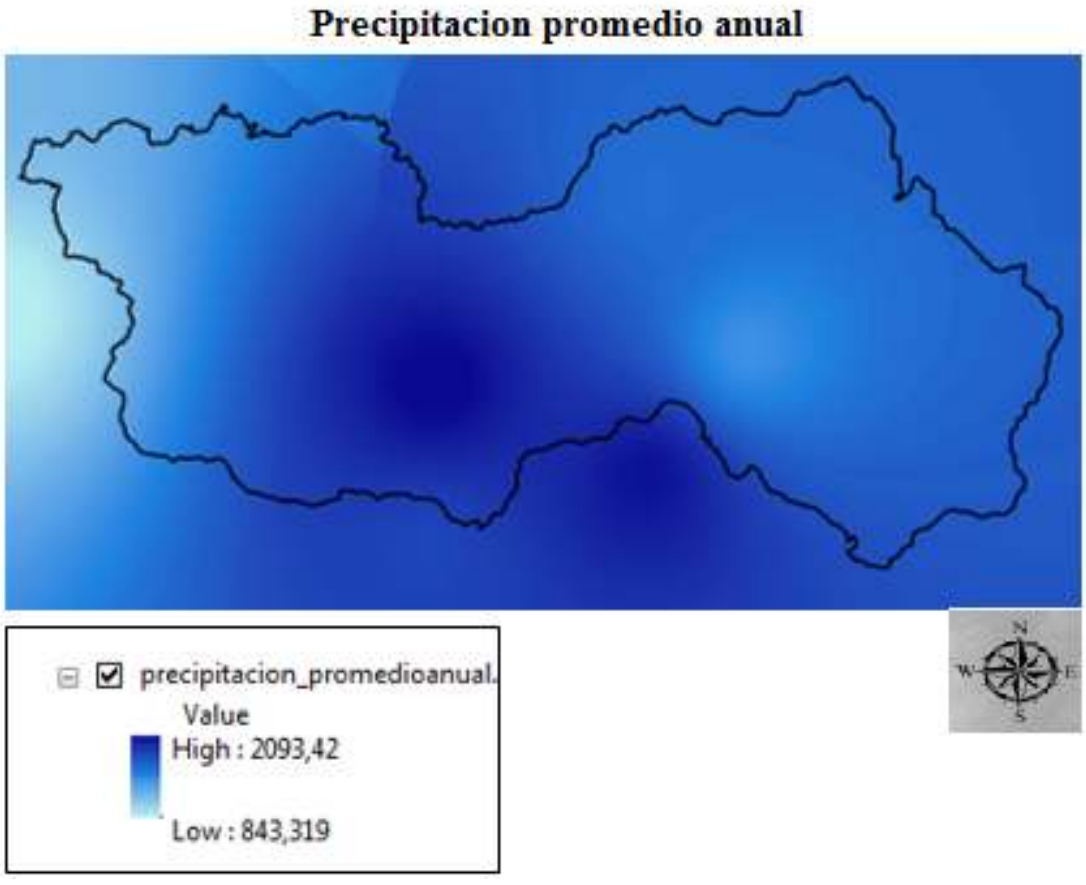


Figura 65. *Mapa de pluviosidad media anual en mm/año*

En la figura anterior se puede apreciar como la pluviosidad esta condicionada en función de la ubicación de las estaciones meteorológicas existentes en la cuenca y las usadas para interpolar la información por fuera de la cuenca.

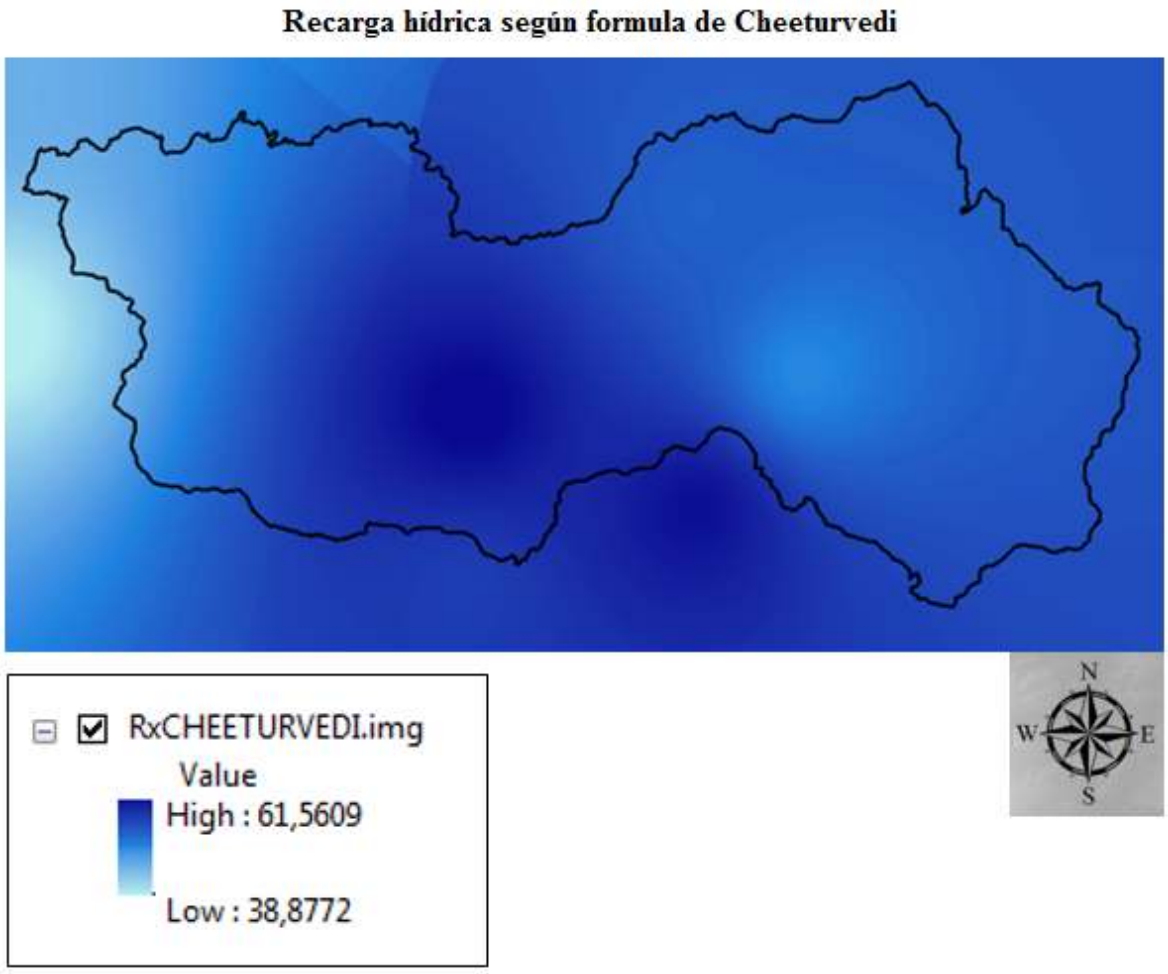


Figura 66. *Mapa de recarga hídrica según formula de Cheeturvedi (Shiha y Sharman, 1988)*

El mapa de recarga hídrica obtenido a través de la fórmula de Cheeturvedi (Shiha y Sharman, 1988), presenta un comportamiento igual al de la pluviosidad esto por ser el resultado de una relación lineal simple expresada en la formula, sin tener en cuenta otros factores relevantes para la obtención de un modelo de recarga hídrica.

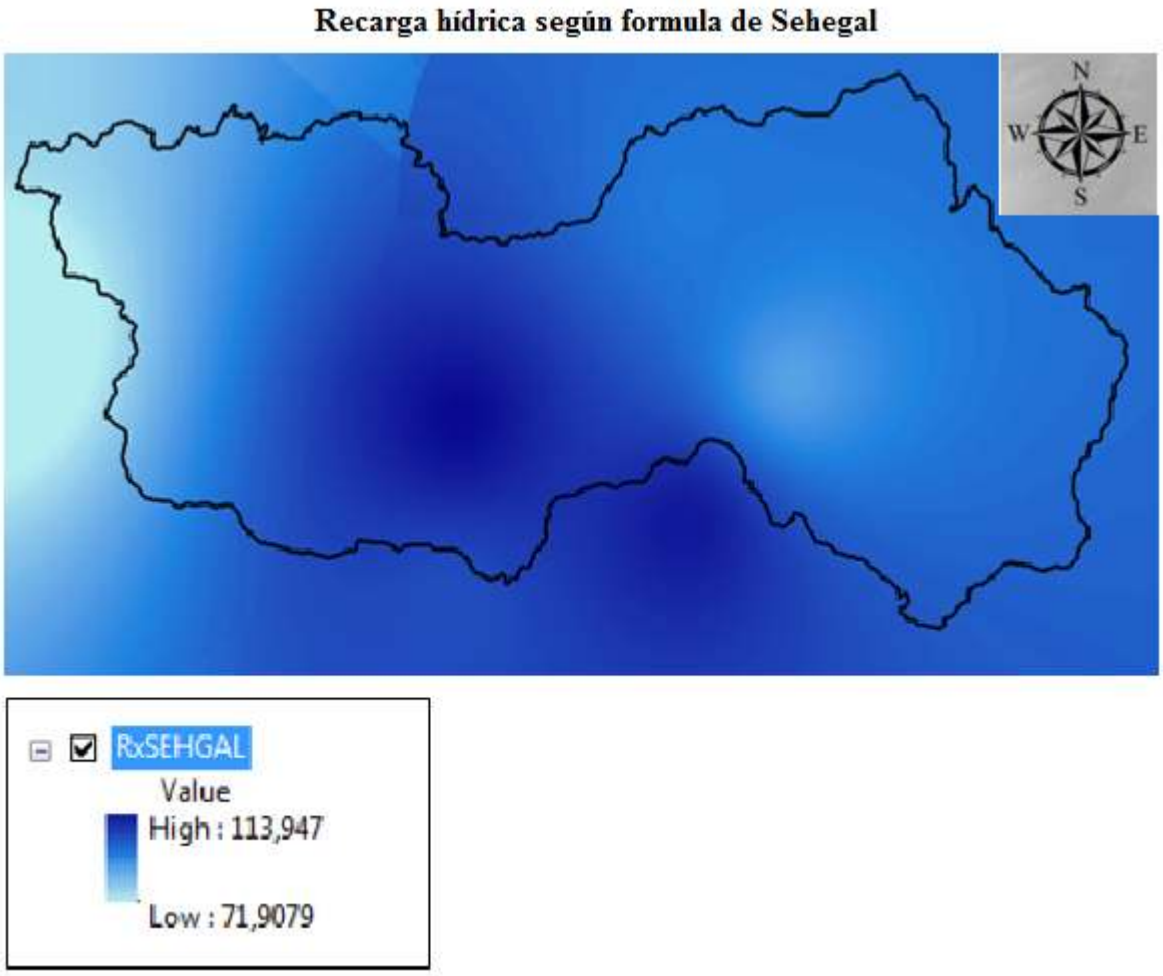


Figura 67. *Mapa de recarga hídrica según formula de Sehegal (1973)*

El mapa obtenido con la formula Sehegal (1973) presenta un comportamiento similar, y difiere en los datos de recarga por la variación de los factores contemplados entre formula y formula, pero las relaciones siguen siendo igualmente lineales.

De estas dos ecuaciones se puede concluir que los lugares con mayor recarga hídrica están en la zona del municipio de la Unión, y en menor medida en la zona de San Pablo y en la desembocadura con el rio Patia en el municipio de Taminago. Pero estas dos aproximaciones espaciales a partir de las dos ecuaciones no reflejan la verdadera dinámica de la cuenca, ya que no contemplan factores como la pendiente o la temperatura, y por tanto no es posible tomar estas ecuaciones como referente en la zona de estudio ya que la cuenca del rio Mayo presenta una variedad de geomorfologías y pendientes que deben ser tomada en cuenta bajo otros modelos.

2.2.3.6.2. Recarga hídrica según formula de Turc (1954). Esta fórmula contempla la temperatura, la cual está en función de la topografía de la zona, por tal motivo este modelo si puede ser una aproximación mejor a las condiciones reales de la recarga hídrica de la cuenca.

Para entender mejor este resultado es necesario ver el mapa de temperatura en función de la topografía y la altitud obtenido a partir del modelo digital de terreno de la cuenca.

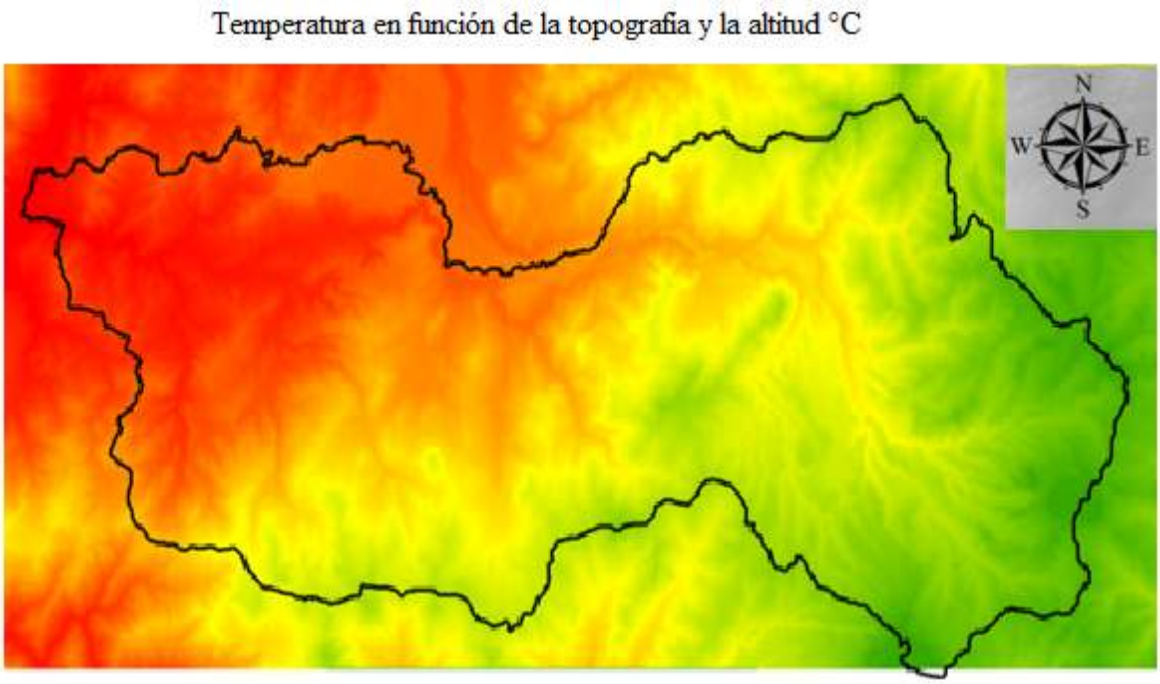


Figura 68. *Mapa de temperatura en función de la topografía y la altitud °C.*

En la figura anterior se observa la distribución de la temperatura en función del terreno, esto es fundamental a la hora de crear el modelo de recarga hídrica.

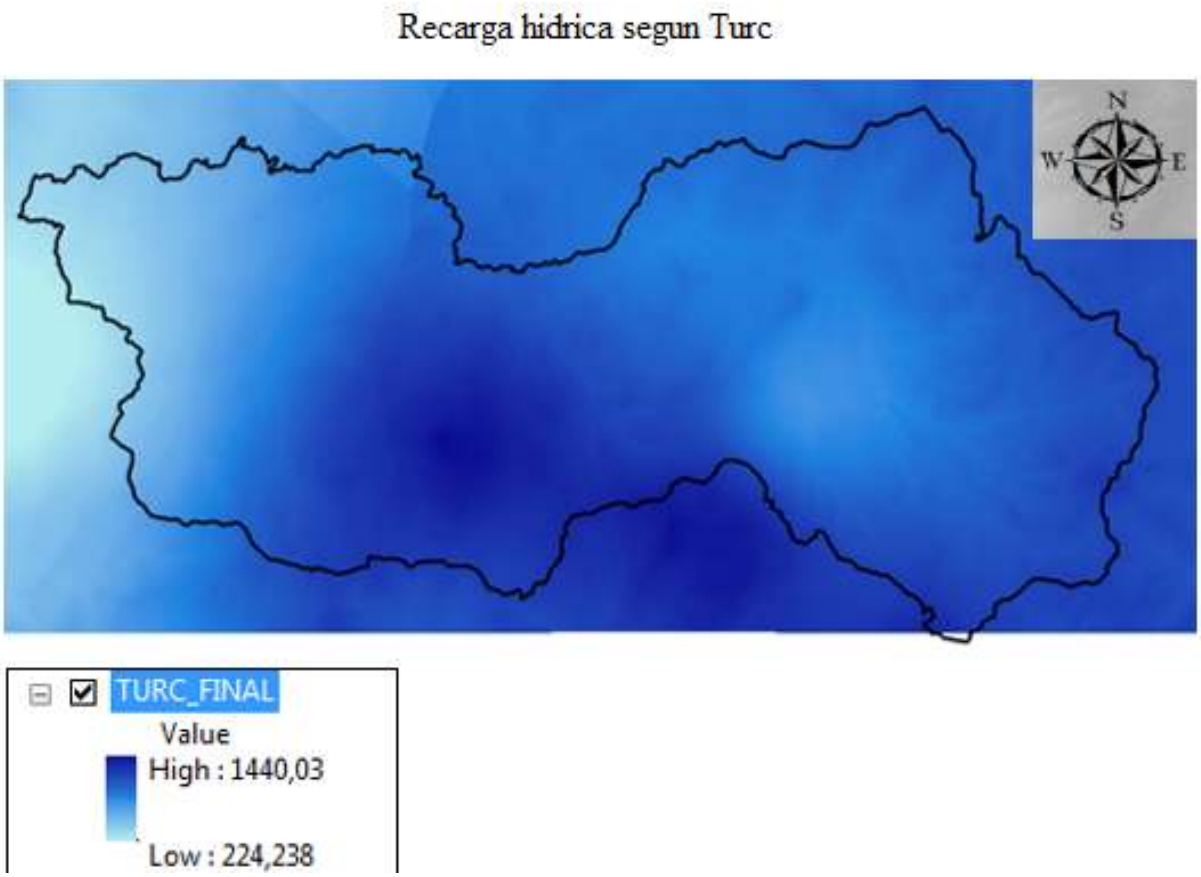


Figura 69. *Recarga hídrica según Turc*

Este último modelo como se puede apreciar en la figura anterior, difiere completamente de los modelos anteriores en el sentido que toma la altitud y la topografía como un factor primordial para la estimación de la recarga hídrica, en este se aprecia como en la zona más baja de la cuenca se presenta menor recarga hídrica, mientras que en las zonas más altas se presenta mayor recarga, pero aún no existe correspondencia con la realidad.

En este sentido se puede afirmar que la fórmula que más se ajusta a las condiciones de la cuenca es la de.

- Modelo para la estimación de la recarga potencial (UNAL, 2003)

"Este modelo fue desarrollado por Bradbury, Dripps, Hankley, Anderson y Potter, University Wisconsin, y probado en el año 2000 con resultados satisfactorios en Pheasant Branch Creek, una zona húmeda ubicada al sur de Wisconsin, Estados Unidos y adaptado por UNAL, 2003.

El modelo se fundamenta en la aplicación de la ecuación de balance a cada una de las celdas (de tamaño arbitrario) que forma la representación digital del área de estudio. Cada una de estas celdas contiene información de variables hidrometeorológicas, físicas y sobre las características del terreno, como se muestra en la Figura 53.

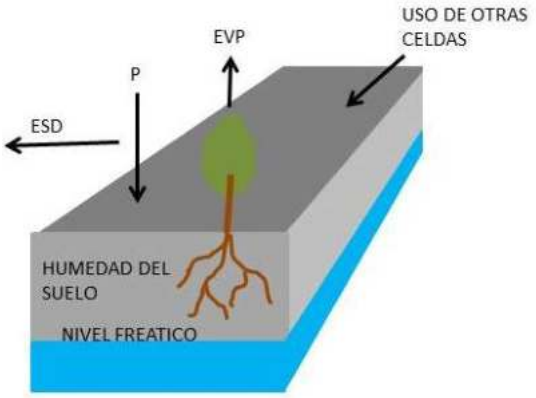


Figura 70. *Características del terreno*

La ecuación para el balance hídrico y la obtención de la recarga de cada celda a analizar es:

Ecuación 26. *Recarga potencial*

$$R = P - ESD - EVP - \Delta S \quad (26)$$

Donde R = recarga potencial; P = precipitación; ESD = escorrentía superficial; EVP= evapotranspiración y ΔS = cambio en la humedad del suelo.

El mapa de escurrimiento superficial fue obtenido a partir del DEM, este mapa se lo puede apreciar en la siguiente figura.

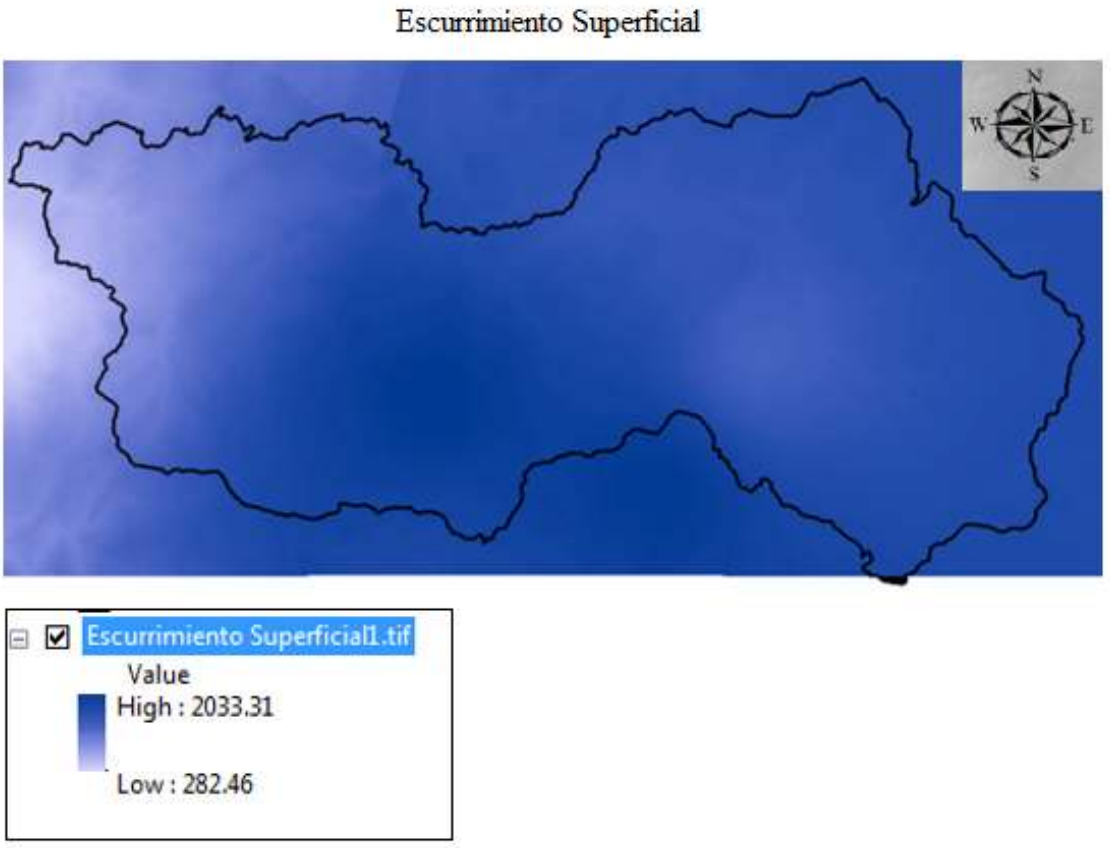


Figura 71. *Escurrimiento Superficial*

El factor de cambio de humedad del suelo se lo obtuvo a partir de la diferencia entre la evaporación potencial y la humedad relativa, este actor tiene que oscilar entre 0 y 1, para el caso del producto raster se obtuvo el siguiente mapa

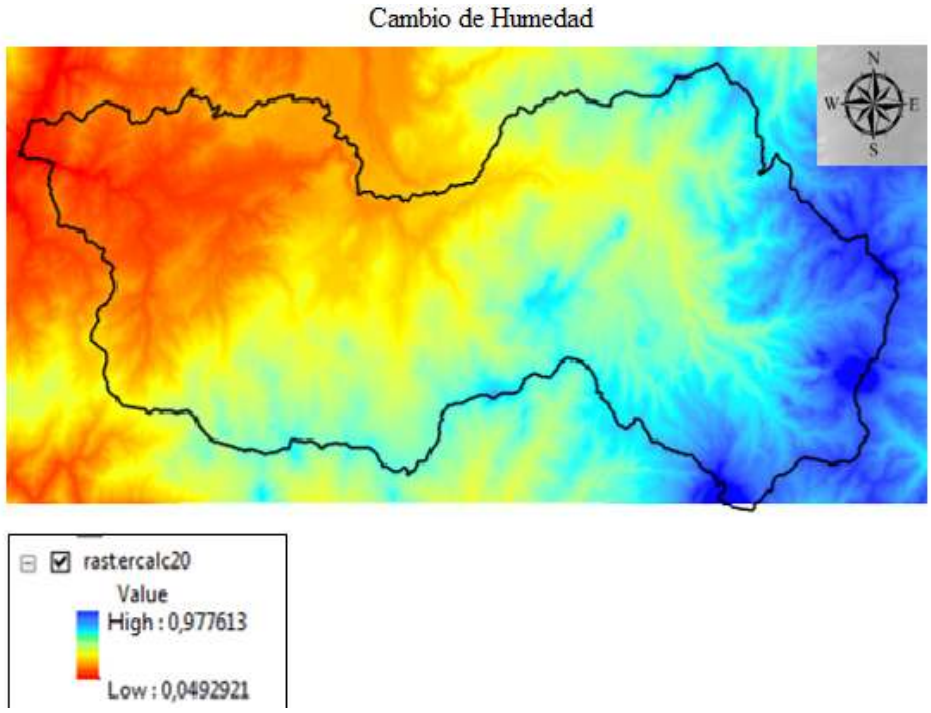


Figura 72. *Cambio de Humedad*

Ahora se aplica la formula y se obtiene el siguiente mapa

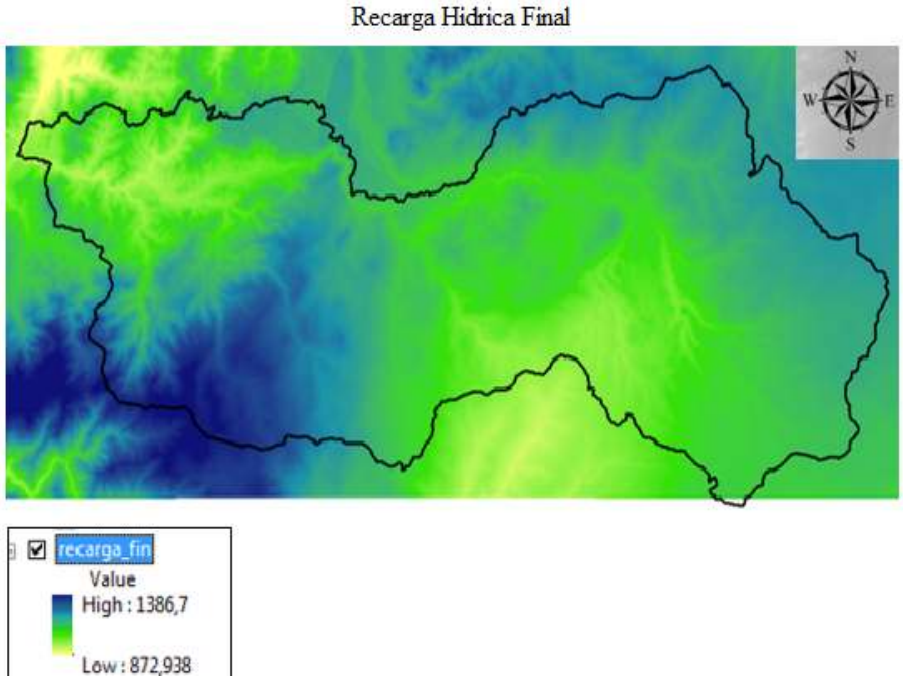


Figura 73. *Recarga Hídrica Final*

El resultado se aproxima mucho a la realidad de la forma del terreno, y muestra detalles que los otros modelos de recargas no presentaban, en este se aprecia como la zona de recarga hídrica más alta está en la zona sur oeste de la cuenca, sector del municipio de San Lorenzo y La Unión, y las zonas con menor recarga se encuentran en la parte baja de la cuenca municipio de Taminango zona nort oeste.

En este sentido las zonas con más color azul son las zonas que se deben proteger como zonas de recarga hídrica subterránea.

2.2.3.7. Determinación de calidad de agua subterránea. De acuerdo con la Propuesta Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad Intrínseca de los Acuíferos a la Contaminación (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT, 2010). A partir del análisis realizado a las ecuaciones contempladas en el manual, se optó por tomar la ecuación GOD, puesto que no se posee sufiviente información de la zona de estudio.

La ecuación se explica a continuación:

- Método GOD

El sistema de indexación GOD, propuesto por Foster (1987), es aplicable a áreas de trabajo con escasa información, con irregular distribución de datos o con incertidumbre de la información. Esta metodología comprende tres parámetros: G, O y D; cuyos valores son asignados de acuerdo con la contribución en la defensa a la contaminación, los cuales se describen a continuación.

"G. (Groundwater occurrence) Corresponde al grado de confinamiento hidráulico con la identificación del tipo de acuífero, su índice puede variar entre 0 y 1. El modo de ocurrencia varía entre la ausencia de acuíferos (evaluado con índice 0) en el extremo izquierdo y la presencia de un acuífero libre o freático (evaluado como índice 1) en el extremo derecho, pasando por acuíferos artesianos, confinados y semiconfinados," de acuerdo con la tabla de características del acuíferos del IDEAM en el estado de este acuífero es Libre a semiconfinado, es decir que el parámetro para el área es de 0,5.

"O. (Overall aquifer class) Corresponde a la caracterización de la zona no saturada del acuífero o de las capas confinantes. Los índices más bajos (0,4) corresponden a los materiales no

consolidados, mientras que los más altos (0,9 – 1,0) corresponden a rocas compactas fracturadas o karstificadas," de acuerdo con la clasificación geológica de la zona, se determinó que las terrazas Aluviales (Qt) por su constitución granulométrica de arenas y gravas sumado a la baja consolidación de esta unidad, y por su morfología plana a semiplano son secuencias que pueden formar acuíferos. Asi mismo la identificación de las rocas en los SEVs definen las rocas en un ambiente Karstico muy alto de 1.

"D: (Depth).Se refiere a la profundidad del nivel freático en acuíferos libres o a la profundidad del techo del acuífero, en los confinados. Los índices más bajos (0,6) corresponden a acuíferos libres con profundidad mayor a 50 m; mientras que los índices altos (1,0) corresponden a acuíferos que independientemente de la profundidad se encuentran en medios fracturados. Para el caso de los acuíferos libres la profundidad del nivel estático está sujeta a la oscilación natural.". en la zona de determina una profundidad de acuíferos entre los 11 a los 150 mt a mas por tal motivo el parámetro D es de 1 para el caso del acuífero del rio Mayo.

Ecuación 27. *Sistema de indexación GOD*

$$(27) iVGOD = G \; x \; O \; x \; D$$

la expresión anterior se calcula para los datos relacionados en cada parámetro así:

G = 0,5

O = 1

D = 1

Por lo tanto, el índice iVgod es de 0,5, esto quiere decir que el acuífero dentro de la cuenca del Rio Mayo presenta una mediana probabilidad de contaminación.

2.2.3.8. Identificación y Espacialización de Las Zonas Que Deben Ser Objeto De Protección.

A partir de la información de recarga hídrica y de la información del acuífero Cauca Patía del IDEAM se presenta la espacialización de las zonas objeto de protección que son las zonas de recarga hídrica que permiten la existencia del acuífero, el mapa se presenta a continuación y se puede apreciar en detalle en el anexo cartográfico.



Figura 74. *Mapa Zonas de protección de recarga hidrica*
(Ver Anexo Cartográfico 11)

2.2.4. Hidrografía. Antes de describir la hidrografía de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo, es importante precisar la cantidad de conceptos de Cuencas Hidrográficas que hay, dependiendo de la disciplina que se ocupe del tema, aunque en el fondo todas coinciden con lo fundamental y técnico. Algunas disciplinas son: Desde la normativa Nacional, desde la geografía, desde el enfoque sistémico, desde el enfoque ecosistémico, entre otras.

Según la OMM-UNESCO la Cuenca Hidrográfica se define como el "*Área de drenaje de un curso de agua, río o lago*". CORPONARIÑO – FUNDAMBIENTE 2016

"*En general desde el punto de vista hidrológico, la Cuenca Hidrográfica se define como: aquella parte del terreno donde el agua lluvia que corre por la superficie, se concentra y pasa por un punto del cauce principal que la drena*". CORPONARIÑO – FUNDAMBIENTE 2016

El Marco Biofísico describe conceptualmente la Cuenca Hidrográfica apoyada en una delimitación topográfica y fisiográfica, también se fundamenta en la conformación física estructural y en factores específicos.

- **Zonificación.** Se basa en el drenaje final de las aguas de una cuenca hidrográfica hacia un sistema hídrico que puede ser un río, lago, ciénaga, mar u océano:

Vertiente: Son aquellas regiones oceanográficas las cuales se alimentan del agua proveniente especialmente de la parte continental, tanto superficial, sub superficial, como sub terránea. Cada cuenca vertiente, tiene sus propias características en cuanto a área, dirección hacia el cual drenan sus aguas, clima, vegetación, longitud y caudal de los ríos que la conforman.

Zonas Hidrográficas: Es aquel territorio en que las aguas convergen hacia los puntos más bajos de la superficie de este y se unen en una corriente resultante o rio principal, que finalmente drena en un lago, mar u océano.

Cuenca: Es toda aquella parte del terreno donde el agua lluvia que corre por la superficie, se concentra y pasa por un punto del cauce principal que la drena.

Sub Cuenca: Son aquellas subdivisiones principales de las áreas, donde las aguas superficiales y subterráneas que escurren alimentan a las cuencas.

Micro Cuencas: Son las que tienen menor extensión y corresponden a afluentes del cauce principal de una sub cuenca.

Área Aportante: Son las que tienen poca extensión y sus aguas forman parte de una micro cuenca.

Estructura Física. Está conformada por los siguientes componentes básicos:
Divisoria de Aguas: La divisoria de aguas está formada por las máximas alturas y se llama así porque es una línea de separación que divide la precipitación que cae sobre dos cuencas vecinas y dirige las aguas hacia uno u otro sistema fluvial.

Cuenca Receptora: Llamada también área o cuenca receptora, es el área superior de la cuenca, de mayor elevación y generalmente de mayores pendientes. Tiene la forma de embudo de perfil cóncavo. Aquí se concentran significativos volúmenes de precipitación y es considerada como

una zona productora y reguladora de aguas. Constituye la zona forestal protectora por excelencia, de especial atención.

Lecho o Cono De Eyección: Es el área plana y explayada de poca inclinación, en la cual tiene lugar el desarrollo agropecuario e industrial a gran escala. Es aquí donde se deja sentir con mayor intensidad los problemas causados por el mal uso e inadecuado manejo de las áreas superiores, tales como: inundaciones, colmatación o destrucción de las obras de infraestructura (embalses, presas, equipos energéticos, puentes, carreteras, acueductos, etc.), de vivienda y en ocasiones hasta de vidas humanas.

Garganta o Delta: El área estrecha (garganta) de topografía quebrada o amplia y plana (delta) de topografía plana que presenta un encajonamiento o un explayamiento formado por las dos vertientes por cuyo fondo son conducidas las aguas y los materiales aquí desprendidos y los provenientes de la cuenca de recepción. Es aquí en esta zona en donde se originan los mayores perjuicios por el ejercicio de actividades agropecuarias realizadas por una fuerte presión campesina.

- **Factores Específicos.** Cada cuenca es una unidad bio geográfica diferente, cuyo comportamiento se encuentra enmarcado por la acción o influencia de los siguientes factores específicos:

Geológicos: Tienen que ver con litología, mineralogía, hidrología (acuíferos, filtraciones, etc.).

Edáficos: Textura, estructura, contenido de materia orgánica, pH, contenido de nutrientes.

Climáticos: Aquellos que condicionan la naturaleza y bondad del clima, por ejemplo: la temperatura, la precipitación, la humedad relativa, los vientos, las heladas, etc. estos factores determinan los diferentes tipos de climas y microclimas en la cuenca.

Biocenóticos: La influencia de la vegetación sobre el ciclo hidrológico y sobre el microclima. Ecología vegetal y animal.

Antrópicos: Todos aquellos que tienen relación con la actividad humana dentro de la cuenca: aprovechamiento de los recursos, construcción de obras de ingeniería, densidad demográfica, tenencia de la tierra, etc.

Fisiográficos: El área, la forma, la elevación, la pendiente, la orientación y la red de drenaje. (Tipo y uso del suelo, cubrimiento con vegetación forestal o bosque).

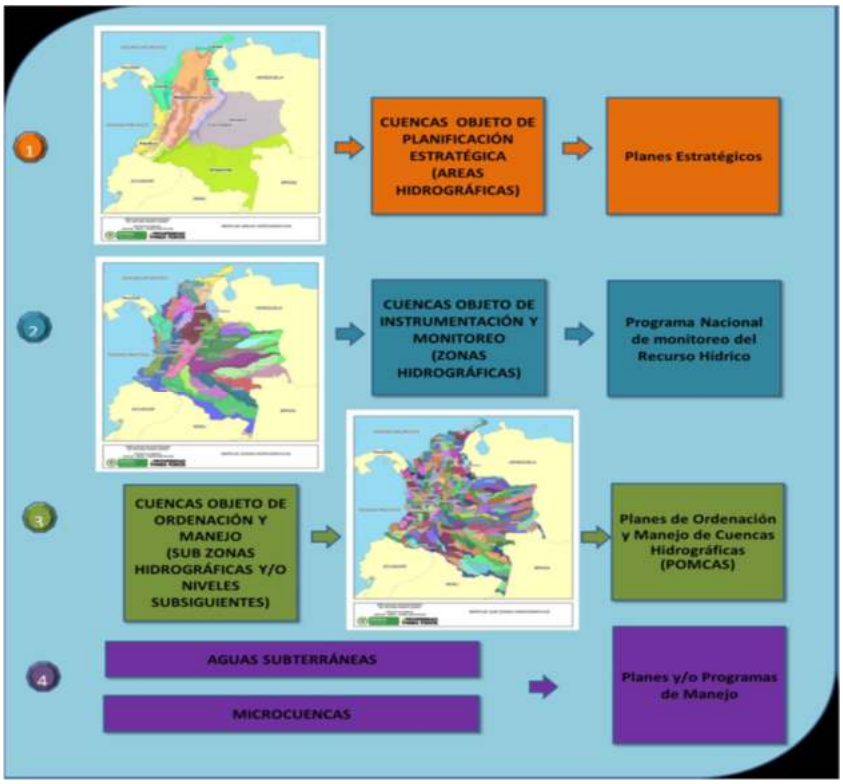


Figura 75. *Estructura POMCAs*

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010

Ahora desde el punto de vista de planificación de cuencas para abarcar los cinco niveles de planificación: Estado, Ministerio de Ambiente, Corporaciones Autónomas Regionales, Municipios – Umatas y Fincas, el Decreto 1640 de 2012, en concordancia con la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico – PNGIRH, fija la estructura para la planificación, ordenación y manejo integral de cuencas hidrográficas y acuíferos en cuatro niveles:

Áreas Hidrográficas o Macrocuencas: corresponden a las cinco macro cuencas o áreas hidrográficas del país: Magdalena-Cauca, Caribe, Orinoco, Amazonas y Pacífico, que son objeto de planes estratégicos, instrumentos de planificación ambiental de largo plazo con visión nacional y constituyen el marco de formulación, ajuste, y/o ejecución de los diferentes instrumentos de política, planeación, gestión y seguimiento existentes en cada una de ellas, los planes estratégicos se formularán a escala 1: 500.000.

Zonas Hidrográficas: corresponden a las definidas en el mapa de zonificación hidrográfica de Colombia, las cuales son el espacio para monitorear el estado del recurso hídrico y el impacto que sobre éste tienen las acciones desarrolladas en el marco de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. El instrumento de planificación de las zonas hidrográficas es el *programa nacional de monitoreo recurso hídrico*.

Subzonas Hidrográficas o Su Nivel Subsiguiente: corresponden a las cuencas objeto de ordenación y manejo, definidas en el mapa de zonificación hidrográfica del IDEAM, en las cuales se formularán e implementarán los *planes de ordenación y manejo de cuencas* (POMCA).

Microcuencas y Acuíferos: corresponden a las cuencas de orden inferior a las subzonas hidrográficas o su nivel subsiguiente que no hagan parte de un POMCA, así como, los acuíferos prioritarios; estos serán objeto de *planes de manejo ambiental*.

2.2.4.1. Mapa Base de La Cuenca Hidrográfica Del Rio Mayo. El área total de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo, es igual a 873,05 Km², y está compuesta por 26 Sub Cuencas, incluyendo 6 de corrientes directas.

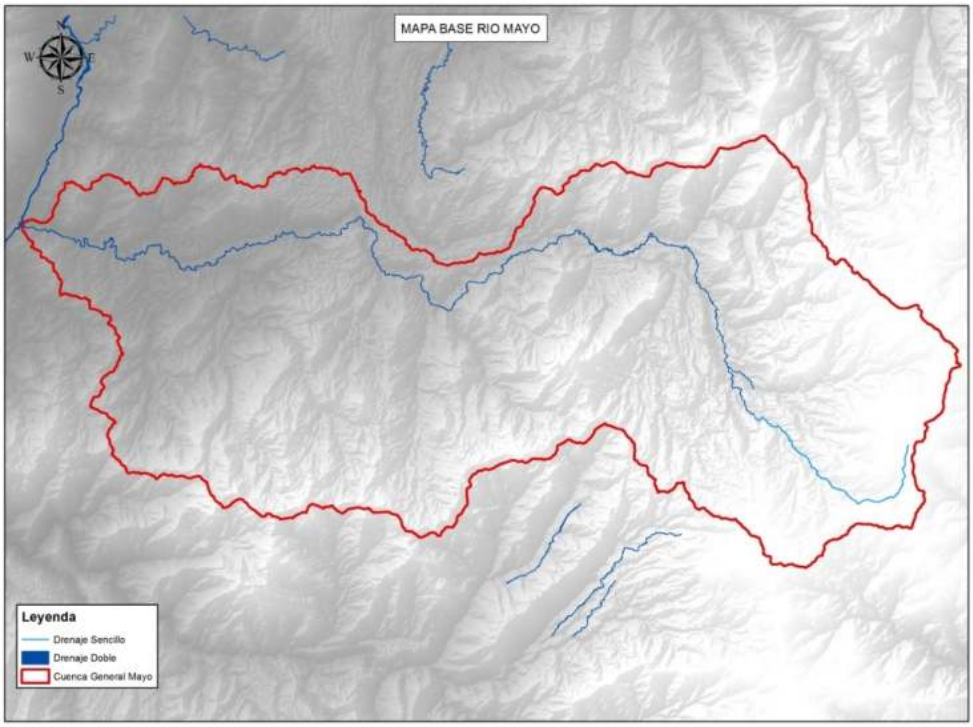


Figura 76. *Mapa base de la Cuenca Hidrográfica Rio Mayo*

2.2.4.2. Division Politico Administrativa de La Cuenca Hidrográfica Mayo. El área total de la Cuenca Hidrográfica Mayo está circunscrita por dos Departamentos: Nariño y Cauca, Figura 60 y por diez municipios, dos del Departamento del Cauca y ocho del Departamento de Nariño, Sus áreas de participación por Departamento y Nariño se relacionan en la Tabla 66 y Tabla 67.

Tabla 83. *Áreas Departamentos Cuenca Hidrográfica Río Mayo*

AREAS POR DEPARTAMENTO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO MAYO		
DEPARTAMENTO	**AREA m²**	**PORCENTAJE**
CAUCA	78,44	8,99
NARIÑO	793,85	91,01
TOTAL	**872,29**	**100,00**

Tabla 84. *Áreas Municipios Cuenca Hidrográfica Río Mayo*

AREAS POR MUNICIPIO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO MAYO		
MUNICIPIO	**AREA m²**	**PORCENTAJE**
FLORENCIA (Cauca)	0,99	0,11
MERCADERES (Cauca)	77,46	8,88
BELEN (Nariño)	41,73	4,78
COLON - GENOVA (Nariño)	61,59	7,06
LA CRUZ (Nariño)	238,27	27,31
LA UNION (Nariño)	141,75	16,25
SAN LORENZO (Nariño)	123,97	14,21
SAN PABLO (Nariño)	111,57	12,79
SAN PEDRO DE CARTAGO (Nariño)	29,92	3,43
TAMINANGO (Nariño)	45,06	5,17
TOTAL	**872,29**	**100,00**

Es claro notar que la gran mayoría de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo con un 91% está en el Departamento de Nariño.

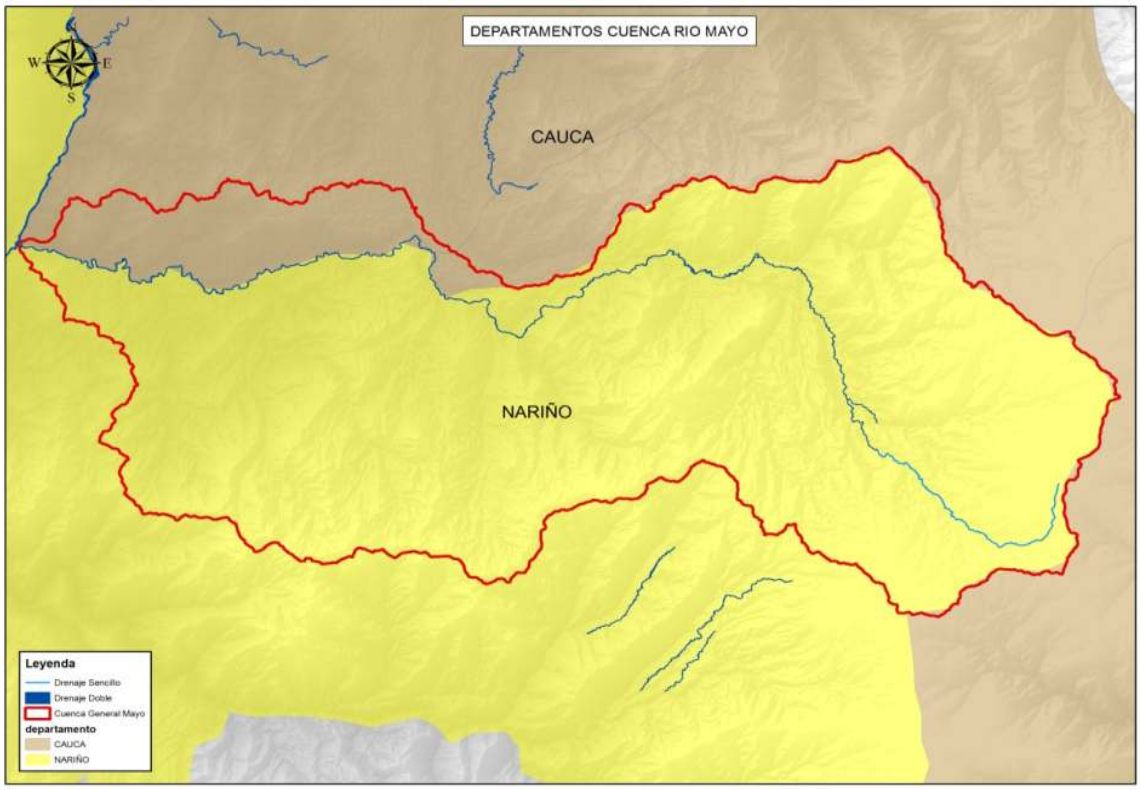


Figura 77. *Participación por Departamentos Cuenca Hidrográfica Rio Mayo*

2.2.4.3. Ubicación y Caracteristicas de las Estaciones Hidroclimatológicas en La Cuenca Hidrográfica Del Río Mayo

Tabla 85.*Ubicación y características de las estaciones de la Cuenca del Rio Mayo*

UBICACIÓN Y CARACTERIZACION DE ESTACIONES HIDROMETEORLOGICAS (IDEAM) DE LA CUENCA HIDROGRAFICA RIO MAYO												
CODIGO	NOMBRE	CAT.	TIPO	ESTADO	DEPAR.	MUNICIPIO	CORRIENTE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	FECHA INST.	FECHA SUS
52037010	CAÑADA LA	LG	CON	ACT	NARIÑO	COLON - Genova	MAJO	N1°39'56.4"	W77°0'53"	1.750	15/07/1960	
52035020	VIENTO LIBRE	ME	CON	ACT	NARIÑO	TAMINANGO	MAYO	N1°37'6,6"	W77°20'37"	1.400	15/04/1986	
52045030	SAN BERNARDO	CO	CON	ACT	NARIÑO	SAN BERNARDO	JUANAMBU	N1°32'19,4"	W77°01'57,4"	2.190	15/09/1972	
52045040	TAMINANGO	CO	CON	ACT	NARIÑO	TAMINANGO	JUANAMBU	N1°32'57"	W77°16'03"	1.875	15/10/1972	
52035040	VIENTO LIBRE	CP	AUT	ACT	NARIÑO	TAMINANGO	MAYO	N1°37'6,6"	W77°20'37"	1.400	01/03/2004	
52025010	BOLIVAR	CO	CON	ACT	CAUCA	BOLÍVAR	SAMBINGO	N1°49'47,8"	W77°0'14,5"	1.510	15/06/1971	
52025030	MERCADERES	CO	CON	FSR	CAUCA	MERCADERES	SAMBINGO	N1°45'37,5"	W77°09'31,2"	1.174	15/03/1971	
52025050	SIERRA LA	CO	CON	ACT	CAUCA	LA SIERRA	GUACHICONO	N2°11'37,8"	W76°45'1,2"	1.870	15/05/1971	
52025020	MILAGROS LOS	CO	CON	ACT	CAUCA	BOLÍVAR	SAMBINGO	N1°45'12,0"	W76°53'30"	2.300	15/08/1972	
47015040	MICHOACAN	CO	CON	ACT	PUTUMAYO	COLÓN	PUTUMAYO	N1°11'53,8"	W76°57'39,5"	2.100	15/01/1977	
47015030	SIBUNDOY	CO	CON	SUS	PUTUMAYO	SIBUNDOY	PUTUMAYO	N1°11'0"	W76°55'0"	2.100	15/10/1957	15/08/1996
52030010	HIDROM. CASA MAQ	PM	CON	SUS	NARIÑO	COLON - Genova	MAYO	N1°40'0,0"	W77°0'0"	1680	15/01/1965	15/11/1985
52030020	PRESA HIDROMAYO	PM	CON	SUS	NARIÑO	COLON - Genova	MAYO	N1°39'0,0"	W77°0'0"	1770	15/03/1971	31/03/2008
52030060	HIDROMAYO CAMP	PM	CON	ACT	NARIÑO	COLON - Genova	MAYO	N1°39'56,3"	W77°0'53,9"	1820	15/01/1958	
52030080	TAMINANGO	PM	CON	SUS	NARIÑO	TAMINANGO	MAYO	N1°33'0,0"	W77°17'0"	1680	15/09/1965	31/03/2008
52030090	CRUZ LA	PM	CON	ACT	NARIÑO	LA CRUZ	MAYO	N1°35'43"	W76°50'03"	2248	15/03/1971	
52030030	UNION LA	PM	CON	ACT	NARIÑO	LA UNIÓN	MAYO	N1°34'59"	W77°07'57,6"	1745	15/01/1959	
52040160	BERRUECOS	PM	CON	ACT	NARIÑO	ARBOLEDA	JUANAMBU	N1°30'19"	W77°08'7,1"	2200	15/03/1980	

De la tabla anterior se observa que solamente 9 estaciones entre hidrológicas, climatológicas y pluviométricas están dentro de la Cuenca del Rio Mayo, 3 estaciones pertenecen a la Cuenca del Rio Juanambu que desemboca en la Zona Hidrográfica del Rio Patía, 3 a la Sub Cuenca del Rio Sambingo que entrega sus aguas a la Cuenca del Rio Guachicono, 1 a la Cuenca del Rio Guachicono y 2 a la Cuenca del Rio Putumayo que desemboca en la Zona Hidrográfica del Amazonas, para un total de 18 estaciones que se analizan para este estudio Hidrológico de la Cuenca del Rio Mayo.

Las 9 estaciones que están fuera de la Cuenca se utilizan para cerrar polígonos que nos permiten definir parámetros como evaporación, humedad relativa y otros.

2.2.4.4. Sub Cuencas de la Cuenca Hidrografica Del Rio Mayo. La hidrografía de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo está conformada básicamente por las siguientes Sub Cuencas afluentes, que le drenan sus aguas

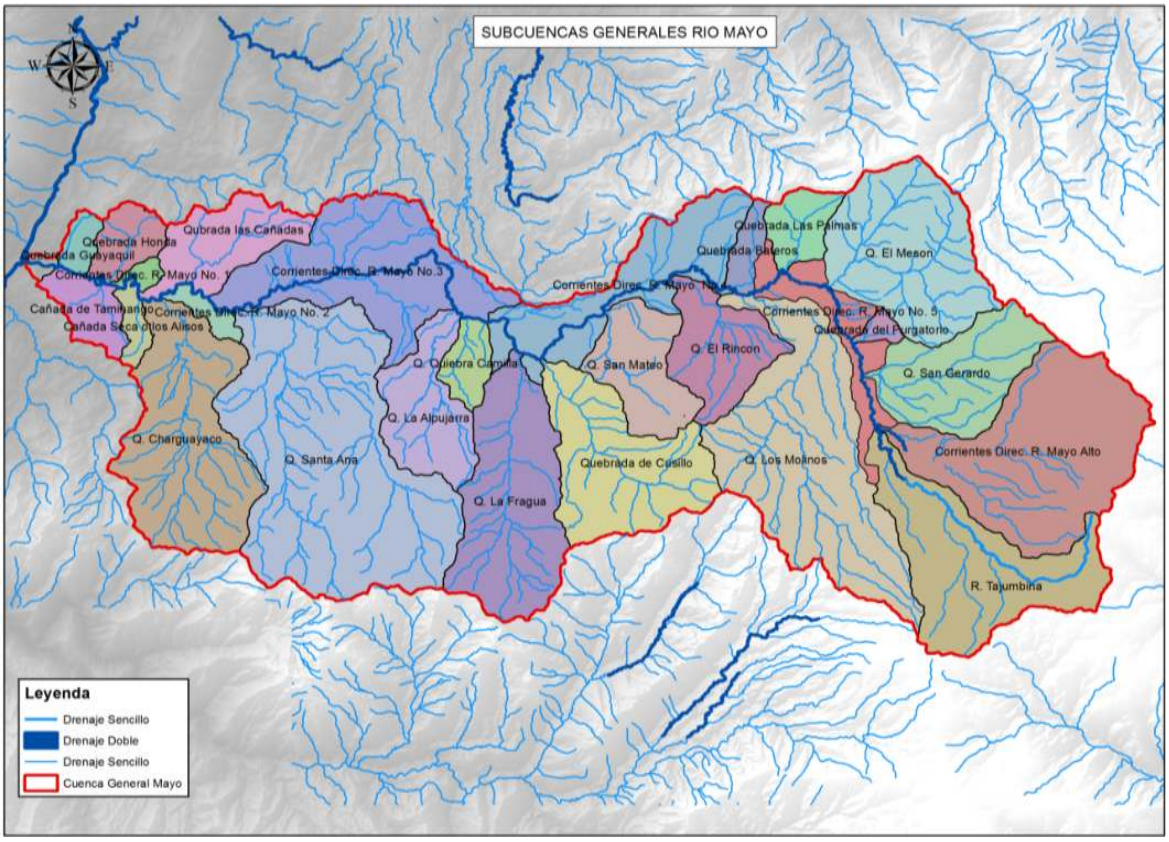


Figura 78. *Mapa Sub Cuencas Afluentes de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo*
(Ver Anexo Cartográfico 12)

Corrientes directas Rio Mayo Alto, Rio Tajumbina, Quebrada San Gerardo, Quebrada del Purgatorio, Corrientes directas Rio Mayo No. Cinco, Quebrada El Mesón, Quebrada Las Palmas, Quebrada Bateros, Quebrada Los Molinos, Quebrada El Rincón, Corrientes directas Rio Mayo No. Cuatro, Quebrada San Mateo, Quebrada de Cusillo, Quebrada La Fragua, Quebrada Quiebra Camilla, Quebrada La Alpujarra, Corrientes directas Rio Mayo No. Tres, Quebrada Santa Ana, Corrientes directas Rio Mayo No. Dos, Quebrada Las Cañadas, Quebrada Charguayaco, Quebrada Cañada Seca o Los Alisos, Quebrada Cañada de Taminango, Quebrada Honda, Corrientes directas Rio Mayo No. uno y Quebrada Guayaquil.

2.2.4.5. Caracterización de los Sistemas y Patrones de Drenaje

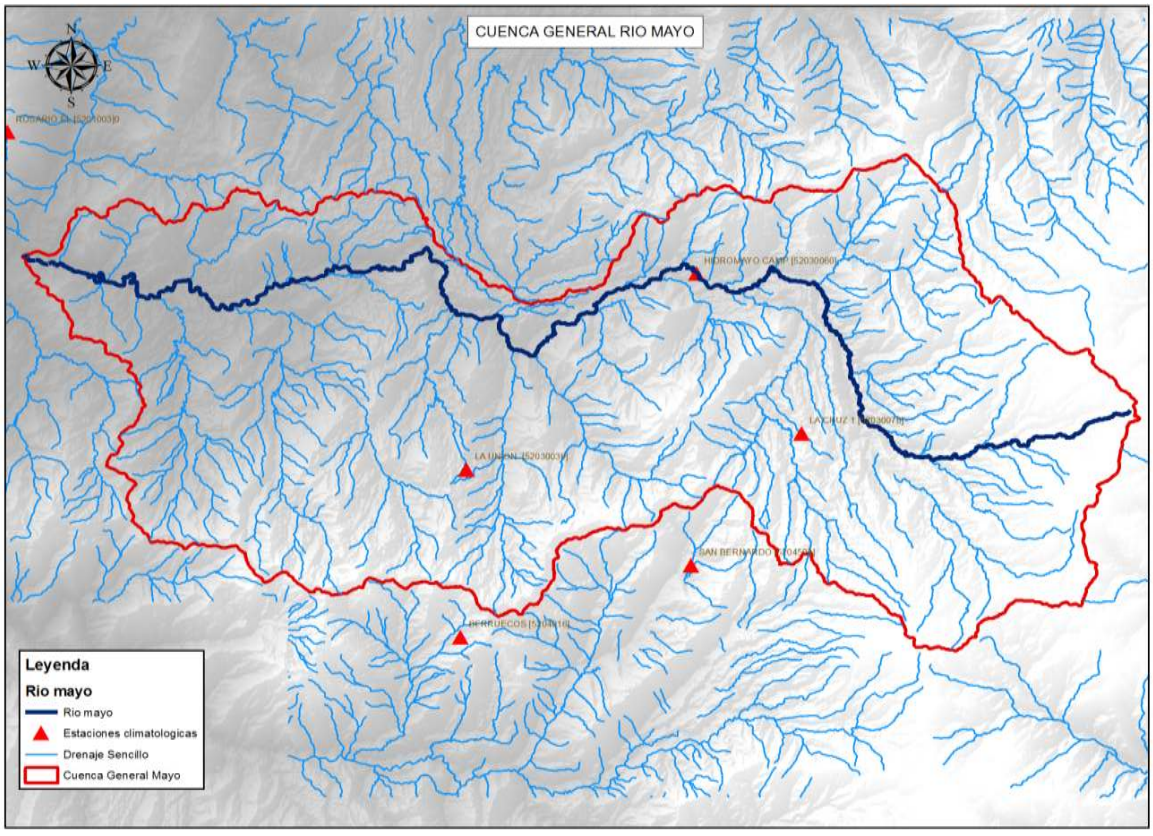


Figura 79. *Patrones de drenaje Cuenca Rio Mayo*

2.2.4.5.1. Factores Morfometricos de la Cuenca del Rio Mayo y Sub Cuencas.

Tabla 86. *Factores Morfométricos de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo*

NOMBRE DE LA CUENCA	AREA (Km2)	PERIMETRO (Km)	LONGITUD CAUCE PPL (Km)	COTA SUPERIOR	COTA INFERIOR	LONGITUD AXIAL (Km)	ANCHO PROMEDIO (Km)	FACTOR FORMA	COEFICIENTE DE COMPACIDAD	PENDIENTE MEDIA
Cañada de Taminango	10,88	17,90	6,76	1.143,78	515,18	5,58	1,95	3,47	1,52	1,13
Cañada Seca o los Alisos	4,77	13,20	6,39	1.098,80	567,92	4,14	1,15	5,55	1,69	1,28
Corrientes Direc. R. Mayo No.4	41,57	49,39	17,29	2.612,20	1.117,29	14,42	2,88	6,00	2,14	1,04
Corrientes Direc. R. Mayo Alto	75,19	42,53	17,06	4.197,70	2.050,35	13,67	5,50	3,10	1,37	1,57
Corrientes Direc. R. Mayo No. 1	2,27	8,77	3,54	1.001,79	563,96	2,75	0,82	4,30	1,63	1,59
Corrientes Direc. R. Mayo No. 2	4,14	13,32	6,91	1.007,84	613,71	4,49	0,92	7,50	1,83	0,88
Corrientes Direc. R. Mayo No. 5	19,13	42,51	13,18	2.707,04	1.667,07	11,42	1,68	7,86	2,72	0,91
Corrientes Direc. R. Mayo No.3	58,41	46,56	18,88	1.671,47	669,50	15,45	3,78	4,99	1,71	0,65
Q. Charguayaco	61,41	42,09	19,87	2.390,20	595,51	13,66	4,49	4,42	1,50	1,31
Q. El Meson	53,26	30,46	9,54	3.362,49	1.804,38	8,78	6,06	1,57	1,17	1,77
Q. El Rincon	25,34	25,66	8,74	2.945,78	1.410,07	7,15	3,54	2,46	1,43	2,15
Q. La Alpujarra	26,93	27,33	11,02	2.456,82	1.060,96	9,06	2,97	3,71	1,47	1,54
Q. La Fragua	53,92	36,99	11,27	2.780,13	1.191,25	13,94	3,87	2,91	1,41	1,14
Q. Los Molinos	84,90	57,17	13,97	3.952,30	1.643,41	19,75	4,30	3,25	1,74	1,17
Q. Quiebra Camilla	8,41	12,86	5,38	1.874,52	1.074,49	4,84	1,74	3,09	1,24	1,65
Q. San Gerardo	35,11	27,75	8,06	3.706,58	1.958,11	9,76	3,60	2,24	1,31	1,79
Q. San Mateo	24,16	23,75	7,89	2.969,01	1.332,26	7,25	3,33	2,37	1,35	2,26
Q. Santa Ana	120,28	55,44	23,33	2.865,64	683,69	17,37	6,92	3,37	1,42	1,26
Qubrada Las Cañadas	23,37	27,81	10,83	1.351,85	596,54	9,43	2,48	4,37	1,61	0,80
Quebrada Bateros	6,01	13,07	6,90	2.566,79	1.633,97	4,99	1,20	5,73	1,49	1,87
Quebrada De Cusillo	47,67	35,80	13,71	3.115,87	1.234,01	11,11	4,29	3,19	1,45	1,69
Quebrada Del Purgatorio	2,46	7,26	2,38	2.723,38	1.897,98	2,61	0,94	2,53	1,30	3,16
Quebrada Guayaquil	5,34	13,05	5,67	1.140,18	480,11	4,42	1,21	4,69	1,58	1,49
Quebrada Honda	10,24	14,98	7,35	1.208,73	530,78	4,73	2,17	3,39	1,31	1,43
Quebrada Las Palmas	10,63	14,60	5,58	2.960,84	1.744,88	5,03	2,11	2,64	1,25	2,42
R. Tajumbina	56,42	45,68	20,05	4.197,70	2.049,50	14,32	3,94	5,09	1,70	1,50
Cuenca Mayo	873,05	177,45	69,21	4.197,70	480,11	55,77	15,65	4,42	1,68	0,67

2.2.4.5.2. Factor densidad de drenaje. La densidad de drenaje es uno de los factores morfométricos que definen físicamente una Cuenca Hidrográfica.

Su cálculo está dado por la siguiente ecuación:

Ecuación 28. *Densidad de drenaje*

(28) $Dd = \frac{Lc}{A}$

Donde:

Dd = Densidad de drenaje

Lc = Longitud total de las corrientes

A = Área total de la cuenca

Tabla 87. *Densidad de Drenaje de la Cuenca del Rio Mayo y sus Sub Cuencas*

NOMBRE DE LA CUENCA	AREA (Km2)	LONGITUD CAUCE PPL (Km)	LONGITUD TOTAL CTES. (Km)	DENSIDAD DE DRENAJE
Cañada de Taminango	10,88	6,76	50,80	4,67
Cañada Seca o los Alisos	4,77	6,39	20,41	4,28
Corrientes Direc. R. Mayo No.4	41,57	17,29	152,16	3,66
Corrientes Direc. R. Mayo Alto	75,19	17,06	337,03	4,48
Corrientes Direc. R. Mayo No. 1	2,27	3,54	9,13	4,03
Corrientes Direc. R. Mayo No. 2	4,14	6,91	13,25	3,20
Corrientes Direc. R. Mayo No. 5	19,13	13,18	76,45	4,00
Corrientes Direc. R. Mayo No.3	58,41	18,88	225,47	3,86
Q. Charguayaco	61,41	19,87	224,47	3,66
Q. El Meson	53,26	9,54	164,95	3,10
Q. El Rincon	25,34	8,74	109,92	4,34
Q. La Alpujarra	26,93	11,02	78,68	2,92
Q. La Fragua	53,92	11,27	135,21	2,51
Q. Los Molinos	84,90	13,97	370,99	4,37
Q. Quiebra Camilla	8,41	5,38	22,61	2,69
Q. San Gerardo	35,11	8,06	128,69	3,67
Q. San Mateo	24,16	7,89	92,96	3,85
Q. Santa Ana	120,28	23,33	426,49	3,55
Qubrada Las Cañadas	23,37	10,83	112,01	4,79
Quebrada Bateros	6,01	6,90	25,34	4,22
Quebrada De Cusillo	47,67	13,71	211,24	4,43
Quebrada Del Purgatorio	2,46	2,38	4,48	1,82
Quebrada Guayaquil	5,34	5,67	21,75	4,07
Quebrada Honda	10,24	7,35	46,00	4,49
Quebrada Las Palmas	10,63	5,58	35,11	3,30
R. Tajumbina	56,42	20,05	250,77	4,44
Cuenca Mayo	873,05	69,21	3.346,37	3,83

2.2.4.5.3. Tiempos de concentracion. El tiempo de concertación se refiere a la velocidad de respuesta de la cuenca a las precipitaciones e indica la rapidez para evacuar las aguas ante la ocurrencia de lluvias. Este parámetro depende de la pendiente y la longitud del cauce principal.

Se lo define como el tiempo requerido por una gota de agua para desplazarse desde el punto más remoto de la divisoria de aguas hasta la salida de la cuenca.

Cuando ha transcurrido el tiempo de concentración, se considera que toda el área de la cuenca contribuye a la salida del caudal.

Tabla 88. *Descripción de fórmulas empíricas para el cálculo de tiempos de concentración*

METODO Y FECHA	FORMULA PARA T_C (minutos)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0{,}01947L^{0,77}S^{-0,385}$ L = Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida. m S = pendiente promedio de la cuenca m/m	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar t_c por 0,4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0,2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
California Culverts Practice (1042)	$t_c = 0{,}0195(L^3/H)^{0,385}$ L = longitud del curso de agua más largo. m. H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida. m	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.
Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 0{,}7035\{(1{,}1-C)L^{0,50}\}/S^{0,333}$ C = coeficiente de escorrentía del método racional. L = longitud de flujo superficial, m. S = pendiente de la superficie, m/m	Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Engineers; el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos, pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas-.

Este es un factor morfométrico que define claramente la densidad de drenaje de una cuenca, por eso, se calcula a continuación, para completar el análisis. El tiempo de concentración depende de muchos factores:

- Forma en planta de la cuenca: entre más alargada sea, el tiempo de concentración será mayor.
- Pendiente: a mayor pendiente mayor velocidad de flujo y menor tiempo de concentración.
- Área
- Características del suelo, cobertura vegetal, entre otros.

Sin embargo, las fórmulas más comunes solo tienen en cuenta la pendiente, el área y la longitud del cauce mayor desde la divisoria de aguas.

Tabla 89. *Tiempos de concentración de las cuencas del Río Mayo*

NOMBRE DE CUENCA	KIRPICH (minutos)	CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE	FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION
Cañada de Taminango	16,51	43,28	33,35
Cañada Seca o los Alisos	15,05	43,26	31,07
Corrientes Direc. R. Mayo No.4	35,14	91,72	54,84
Corrientes Direc. R. Mayo Alto	29,64	78,56	47,44
Corrientes Direc. R. Mayo No. 1	8,79	23,59	21,52
Corrientes Direc. R. Mayo No. 2	18,50	53,16	36,65
Corrientes Direc. R. Mayo No. 5	29,97	77,09	49,99
Corrientes Direc. R. Mayo No.3	45,05	118,43	66,99
Q. Charguayaco	35,71	100,38	54,33
Q. El Meson	18,07	45,40	34,05
Q. El Rincon	15,69	41,26	30,58
Q. La Alpujarra	21,33	55,95	38,36
Q. La Fragua	24,37	54,64	42,90
Q. Los Molinos	28,47	60,64	47,36
Q. Quiebra Camilla	11,94	30,27	26,17
Q. San Gerardo	15,82	35,78	31,21
Q. San Mateo	14,24	35,81	28,59
Q. Santa Ana	41,11	112,10	59,76
Qubrada Las Cañadas	27,07	69,47	47,29
Quebrada Bateros	13,81	38,06	28,47
Quebrada De Cusillo	24,33	64,19	41,46
Quebrada Del Purgatorio	4,96	11,65	14,03
Quebrada Guayaquil	12,95	34,66	27,82
Quebrada Honda	16,06	46,32	32,10
Quebrada Las Palmas	10,62	26,90	23,50
R. Tajumbina	34,17	94,67	52,22
Cuenca Mayo	121,22	320,56	127,11

El tiempo de concentración puede estimarse básicamente de tres maneras:

a. Mediante formula empírica
b. Suponiendo una velocidad media del cauce principal, que puede obtenerse de tablas que relacionan la pendiente media del cauce que resulta de la experiencia; o puede calcularse con la fórmula de Manning.
c. Tomándose como una aproximación al considerar el tiempo entre el centro de masa del histograma de lluvia efectiva y el pico del hidrograma producido, multiplicado por 1.67

Para el presente estudio se optó por utilizar las formulas empíricas, seleccionando tres, de las muchas que existen, como las ajustadas al estudio.

De los resultados obtenidos en la *Tabla 89*, se estima conveniente utilizar la fórmula de Kirpich, cuyo tiempo de concentración es el más bajo y que por experiencia, se ajusta más al tipo de cuencas del país y por ende a la Cuenca del Rio Mayo y sus Sub Cuencas.

Las Corrientes directas Rio Mayo No.3 en la parte media de la Cuenca, presenta el tiempo de concentración más alto de 45,05 minutos o 0,75 horas, lo cual es lógico por ser la zona de más baja pendiente de la Cuenca. El menor tiempo de concentración se presenta en la Sub Cuenca Quebradas del Purgatorio básicamente por tener el área y la longitud del cauce más pequeñas de toda la cuenca y altas pendientes en la zona alta de la Cuenca.

2.2.4.5.4. Patrones de drenaje. Para analizar los patrones de drenaje de un Cuenca, se revisa el factor de densidad de drenaje que depende básicamente de la longitud total de los cauces, si es bastante o poca para drenar las aguas y por supuesto del área de la cuenca para drenar.

Si se mira este factor de la *Tabla 87*, se observa que la mayoría de las Sub Cuencas presentan patrones de drenaje altos, unas por tener una mayor red de drenaje y otras por tener áreas relativamente pequeñas.

Sobresalen las densidades de drenaje de las Sub Cuencas Quebradas del Purgatorio por tener un área muy pequeña y la Quebrada La Fragua por tener una red de drenaje relativamente grande comparada con su área.

2.2.5. Morfometría

2.2.5.1. Caracteristicas Morfometricas. Los principales factores morfométricos que definen físicamente una Cuenca Hidrográfica son: Area en Km^2, Perímetro (Km), Longitud axial (Km), Ancho promedio (Km), Factor de forma, Coeficiente de compacidad, Pendiente media, Longitud total de corrientes (Km) y densidad de drenaje; y los principales factores morfométricos del Río que drena la Cuenca Hidrográfica son: Longitud cauce principal (Km), Cota superior, Cota inferior y Pendiente media del cauce principal.

- **Área de la Cuenca**

Corresponde a la zona encerrada por la divisoria de aguas, que es una línea que bordea la cuenca y donde las precipitaciones que caen drenan o escurren hacia el cauce principal que evacua las aguas de la cuenca.

- **Perímetro**

Viene dado por la longitud de la divisoria de aguas que marca el contorno de la cuenca.

- **Longitud cauce principal**

Es la distancia total del rio que marca en su recorrido desde que nace hasta su desembocadura.

- **Cota superior y cota inferior**

La cota superior es la altitud de la cabecera que corresponde al extremo más alto de las corrientes que forman la parte superior del río y la cota inferior es la altitud del punto más bajo que corresponde a la desembocadura.

- **Longitud axial**

Corresponde a la distancia longitudinal que hay entre la desembocadura y el punto más distante o remoto de la cuenca.

- **Ancho promedio**

El ancho promedio corresponde a la relación entre el área y la longitud axial y se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 29. *Ancho promedio*

$$a = \frac{A}{Lax}$$

Donde:

a = Ancho promedio

A = Área de la cuenca

Lax = Longitud axial

- **Factor de forma**

Este índice de factor de forma expresa la relación entre el ancho promedio y la longitud axial de la cuenca. Se calcula mediante las siguientes fórmulas:

Ecuación 30. *Factor Forma (Ancho parcial)*

$$Ff = \frac{a}{Lax}$$

Donde:

Ff = Factor de forma

a = Ancho parcial

Lax = Longitud axial

Reemplazando ancho parcial **a,** tenemos:

Ecuación 31. *Factor Forma (Area de la cuenca)*

$$Ff = \frac{A}{Lax^2}$$

Donde:

Ff = Factor de forma

A = Área de la cuenca

Lax² = Longitud axial al cuadrado

- **Coeficiente de compacidad**

Este índice relaciona el perímetro de la cuenca contra la circunferencia de un circulo cuya área sea igual a la de la cuenca y viene dado por siguiente fórmula:

Ecuación 32. *Coeficiente de compacidad*

$$Kc = 0{,}28P\sqrt{A}$$

Kc = Coeficiente de compacidad
0,28 = Constante
P = Perímetro
$\sqrt{A}$ = Área de la cuenca

- **Pendiente media del cauce principal**

Está dada por la relación entre la diferencia de cotas de cabecera y desembocadura y la longitud del cauce principal, de acuerdo con la siguiente fórmula:

Ecuación 33. *Pendiente media del cauce principal*

$$Ic = (Hc - Hp)/L$$

Ic = Pendiente media del cauce principal
Hc = Cota superior o cabecera del río
Hp = Cota inferior o desembocadura del río
L = Longitud del río o cauce principal

2.2.5.2. Calculo de Parámetros e Indices Morfométricos

2.2.5.2.1. Parámetros Morfométricos Cuenca Río Mayo

Tabla 90. *Parámetros Morfométricos Cuenca Rio Mayo*

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS RÍO MAYO	
PARAMETRO	VALOR
ÁREA (Km2)	873,05
PERÍMETRO (Km.)	177,45
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL (Km.)	69,21
COTA SUPERIOR CAUCE PRINCIPAL (m.s.n.m)	4197,70
COTA INFERIOR DEL CAUCE PRINCIPAL (m.s.n.m)	480,11
LONGITUD AXIAL (Km)	55,77
ANCHO PROMEDIO (Km)	15,65
FORMA	4,42
COEFICIENTE DE COMPACIDAD	1,68
PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE (m/m)	0,67
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (minutos)	121,22

Al observar la longitud del cauce principal y al compararla con la longitud axial, se nota que el Río Mayo no tiene un recorrido muy sinuoso, debido a su encajonamiento.

La pendiente media del Rio Mayo del 67%, es una clara influencia de la diferencia de 3717,59 metros entre la altitud de la cota superior y la cota inferior, que caracterizan altas pendientes.

El tiempo de concentración de aproximadamente 2,02 horas que demoraría en recorrer una gota de agua desde el punto más lejano de la cuenca hasta llegar al cauce principal, es una clara muestra del buen drenaje de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo.

En la medida que el Tiempo de Concentración de la Cuenca sea mayor, su respuesta a determinada precipitación – producción de caudal – tenderá a ser mayor y viceversa

La hidrología está orientada a la estimación de caudales de escorrentía superficial que nacen en un “Cuenca Hidrográfica” por la ocurrencia de precipitaciones originando caudales cuyas magnitudes dependen de estas, aunque la **FORMA** de la cuenca tiene un papel muy importante en la respuesta que la cuenca da a la cantidad de precipitación que recibe.

En términos básicos, la forma de la Cuenca Hidrográfica es importante pues se relaciona con el **Tiempo de Concentración** (Tc), el cual es el tiempo que toma el agua precipitada en los límites más extremos de la cuenca para llegar al punto de salida de esta.

De la fórmula del coeficiente de compacidad se puede notar que en ningún caso podrá ser menor que la unidad y en la medida que este se acerque a este valor, la forma de la cuenca tenderá a parecerse a la de un círculo.

2.2.5.2.2. Parámetros Morfométricos Sub Cuencas del Río Mayo

Tabla 91. *Parámetros Morfométricos Sub Cuencas Rio Mayo (1)*

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS SUB CUENCAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MAYO						
NOMBRE DE CUENCA	AREA (Km²)	PERIMETRO (Km)	LONG. CAUCE PPL (Km)	COTA SUPERIOR	COTA INFERIOR	LONG. AXIAL (Km)
Cañada de Taminango	10,9	17,9	6,8	1.143,8	515,2	5,6
Cañada Seca o los Alisos	4,8	13,2	6,4	1.098,8	567,9	4,1
Corrientes Direc. R. Mayo No.4	41,6	49,4	17,3	2.612,2	1.117,3	14,4
Corrientes Direc. R. Mayo Alto	75,2	42,5	17,1	4.197,7	2.050,4	13,7
Corrientes Direc. R. Mayo No. 1	2,3	8,8	3,5	1.001,8	564,0	2,7
Corrientes Direc. R. Mayo No. 2	4,1	13,3	6,9	1.007,8	613,7	4,5
Corrientes Direc. R. Mayo No. 5	19,1	42,5	13,2	2.707,0	1.667,1	11,4
Corrientes Direc. R. Mayo No.3	58,4	46,6	18,9	1.671,5	669,5	15,4
Q. Charguayaco	61,4	42,1	19,9	2.390,2	595,5	13,7
Q. El Meson	53,3	30,5	9,5	3.362,5	1.804,4	8,8
Q. El Rincon	25,3	25,7	8,7	2.945,8	1.410,1	7,1
Q. La Alpujarra	26,9	27,3	11,0	2.456,8	1.061,0	9,1
Q. La Fragua	53,9	37,0	11,3	2.780,1	1.191,3	13,9
Q. Los Molinos	84,9	57,2	14,0	3.952,3	1.643,4	19,7
Q. Quiebra Camilla	8,4	12,9	5,4	1.874,5	1.074,5	4,8
Q. San Gerardo	35,1	27,7	8,1	3.706,6	1.958,1	9,8
Q. San Mateo	24,2	23,8	7,9	2.969,0	1.332,3	7,2
Q. Santa Ana	120,3	55,4	23,3	2.865,6	683,7	17,4
Qubrada Las Cañadas	23,4	27,8	10,8	1.351,9	596,5	9,4

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS SUB CUENCAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MAYO						
NOMBRE DE CUENCA	AREA (Km²)	PERIMETRO (Km)	LONG. CAUCE PPL (Km)	COTA SUPERIOR	COTA INFERIOR	LONG. AXIAL (Km)
Quebrada Bateros	6,0	13,1	6,9	2.566,8	1.634,0	5,0
Quebrada De Cusillo	47,7	35,8	13,7	3.115,9	1.234,0	11,1
Quebrada Del Purgatorio	2,5	7,3	2,4	2.723,4	1.898,0	2,6
Quebrada Guayaquil	5,3	13,0	5,7	1.140,2	480,1	4,4
Quebrada Honda	10,2	15,0	7,4	1.208,7	530,8	4,7
Quebrada Las Palmas	10,6	14,6	5,6	2.960,8	1.744,9	5,0
R. Tajumbina	56,4	45,7	20,1	4.197,7	2.049,5	14,3

Tabla 92. *Parámetros Morfométricos Sub Cuencas Rio Mayo (2)*

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS SUB CUENCAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MAYO						
NOMBRE DE CUENCA	ANCHO PROMEDIO (Km)	FACTOR FORMA	COEF. COMPACIDAD	PENDIENTE MEDIA	LONGITUD TOTAL CTES. (Km)	DENSIDAD DE DRENAJE
Cañada de Taminango	2,0	3,5	1,5	1,1	50,8	4,7
Cañada Seca o los Alisos	1,2	5,5	1,7	1,3	20,4	4,3
Corrientes Direc. R. Mayo No.4	2,9	6,0	2,1	1,0	152,2	3,7
Corrientes Direc. R. Mayo Alto	5,5	3,1	1,4	1,6	337,0	4,5
Corrientes Direc. R. Mayo No. 1	0,8	4,3	1,6	1,6	9,1	4,0
Corrientes Direc. R. Mayo No. 2	0,9	7,5	1,8	0,9	13,3	3,2
Corrientes Direc. R. Mayo No. 5	1,7	7,9	2,7	0,9	76,5	4,0
Corrientes Direc. R. Mayo No.3	3,8	5,0	1,7	0,6	225,5	3,9
Q. Charguayaco	4,5	4,4	1,5	1,3	224,5	3,7
Q. El Meson	6,1	1,6	1,2	1,8	165,0	3,1
Q. El Rincon	3,5	2,5	1,4	2,1	109,9	4,3
Q. La Alpujarra	3,0	3,7	1,5	1,5	78,7	2,9
Q. La Fragua	3,9	2,9	1,4	1,1	135,2	2,5
Q. Los Molinos	4,3	3,2	1,7	1,2	371,0	4,4
Q. Quiebra Camilla	1,7	3,1	1,2	1,7	22,6	2,7
Q. San Gerardo	3,6	2,2	1,3	1,8	128,7	3,7
Q. San Mateo	3,3	2,4	1,4	2,3	93,0	3,8
Q. Santa Ana	6,9	3,4	1,4	1,3	426,5	3,5
Qubrada Las Cañadas	2,5	4,4	1,6	0,8	112,0	4,8
Quebrada Bateros	1,2	5,7	1,5	1,9	25,3	4,2

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS SUB CUENCAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MAYO						
NOMBRE DE CUENCA	ANCHO PROMEDIO (Km)	FACTOR FORMA	COEF. COMPACIDAD	PENDIENTE MEDIA	LONGITUD TOTAL CTES. (Km)	DENSIDAD DE DRENAJE
Quebrada De Cusillo	4,3	3,2	1,5	1,7	211,2	4,4
Quebrada Del Purgatorio	0,9	2,5	1,3	3,2	4,5	1,8
Quebrada Guayaquil	1,2	4,7	1,6	1,5	21,8	4,1
Quebrada Honda	2,2	3,4	1,3	1,4	46,0	4,5
Quebrada Las Palmas	2,1	2,6	1,3	2,4	35,1	3,3
R. Tajumbina	3,9	5,1	1,7	1,5	250,8	4,4

2.2.6. Pendientes

La pendiente media de las cuencas hidrográfica viene dada por la siguiente fórmula según criterio de ALVORD

Ecuación 34. *Pendiente media de la cuenca %*

$$Im = \frac{(Ed \times \sum Li)}{A} \times 100$$

Donde:

Im = Pendiente media de la cuenca en %

Ed = El valor de la equidistancia entre curvas de nivel que se han medido en Km.

$\sum Li$ = Longitud total de las curvas de nivel que se encuentran en la cuenca considerada, en km

A = Área de la cuenca en km²

Tabla 93. *Calculo Pendientes Medias de las Sub Cuencas del Rio Mayo*

CALCULO PENDIENTE MEDIA SUB CUENCAS RIO MAYO				
SUB CUENCAS	Ed (Km)	$\sum Li$	A	Im
Nombre	Km	Km	Km²	%
Cañada de Taminango	0,100	57,20	10,88	52,57
Cañada Seca o los Alisos	0,100	26,49	4,77	55,50
Corrientes Direc. R. Mayo No.4	0,100	207,87	41,57	50,00
Corrientes Direc. R. Mayo Alto	0,100	469,32	75,19	62,42
Corrientes Direc. R. Mayo No. 1	0,100	12,71	2,27	56,07
Corrientes Direc. R. Mayo No. 2	0,100	13,55	4,14	32,76

CALCULO PENDIENTE MEDIA SUB CUENCAS RIO MAYO				
SUB CUENCAS	Ed (Km)	$\sum Li$	A	Im
Nombre	Km	Km	Km²	%
Corrientes Direc. R. Mayo No. 5	0,100	92,78	19,13	48,49
Corrientes Direc. R. Mayo No.3	0,100	258,36	58,41	44,23
Q. Charguayaco	0,100	311,17	61,41	50,67
Q. El Meson	0,100	297,29	53,26	55,82
Q. El Rincon	0,100	143,37	25,34	56,59
Q. La Alpujarra	0,100	96,82	26,93	35,95
Q. La Fragua	0,100	204,57	53,92	37,94
Q. Los Molinos	0,100	459,34	84,90	54,10
Q. Quiebra Camilla	0,100	32,71	8,41	38,88
Q. San Gerardo	0,100	206,33	35,11	58,78
Q. San Mateo	0,100	123,38	24,16	51,06
Q. Santa Ana	0,100	564,01	120,28	46,89
Qubrada Las Cañadas	0,100	111,20	23,37	47,58
Quebrada Bateros	0,100	25,35	6,01	42,20
Quebrada De Cusillo	0,100	247,12	47,67	51,84
Quebrada Del Purgatorio	0,100	13,39	2,46	54,47
Quebrada Guayaquil	0,100	22,47	5,34	42,05
Quebrada Honda	0,100	55,52	10,24	54,20
Quebrada Las Palmas	0,100	53,78	10,63	50,60
R. Tajumbina	0,100	321,03	56,42	56,90
RIO MAYO	0,100	4.427,13	872,23	50,76

Tabla 94. *Rangos de Pendientes según IGAC*

SIMBOLO	GRADIENTE %	DESCRIPCIÓN
a	0 - 3	Plano
b	3 - 7	Ligeramente inclinado
c	7 - 12	Moderadamente inclinado
d	12 - 25	Fuertemente inclinado
e	25 - 50	Ligeramente escarpado
f	50 - 75	Moderadamente escarpado
g	>75	Fuertemente escarpado

Fuente: IGAC

Al revisar la *Tabla 93*, extractamos las pendientes medias de:

Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo No 2 (menor) = 32,76%

Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo Alto (mayor) = 62,42%

Sub Cuenca Quebrada Las Cañadas (media) = 47,58%

Lo anterior implica que las pendientes medias de las Sub Cuencas del Rio Mayo están según el rango de pendientes del IGAC entre los símbolos **e** y **f** cuya descripción corresponde entre **Ligeramente Escarpado** y **Moderadamente Escarpado**.

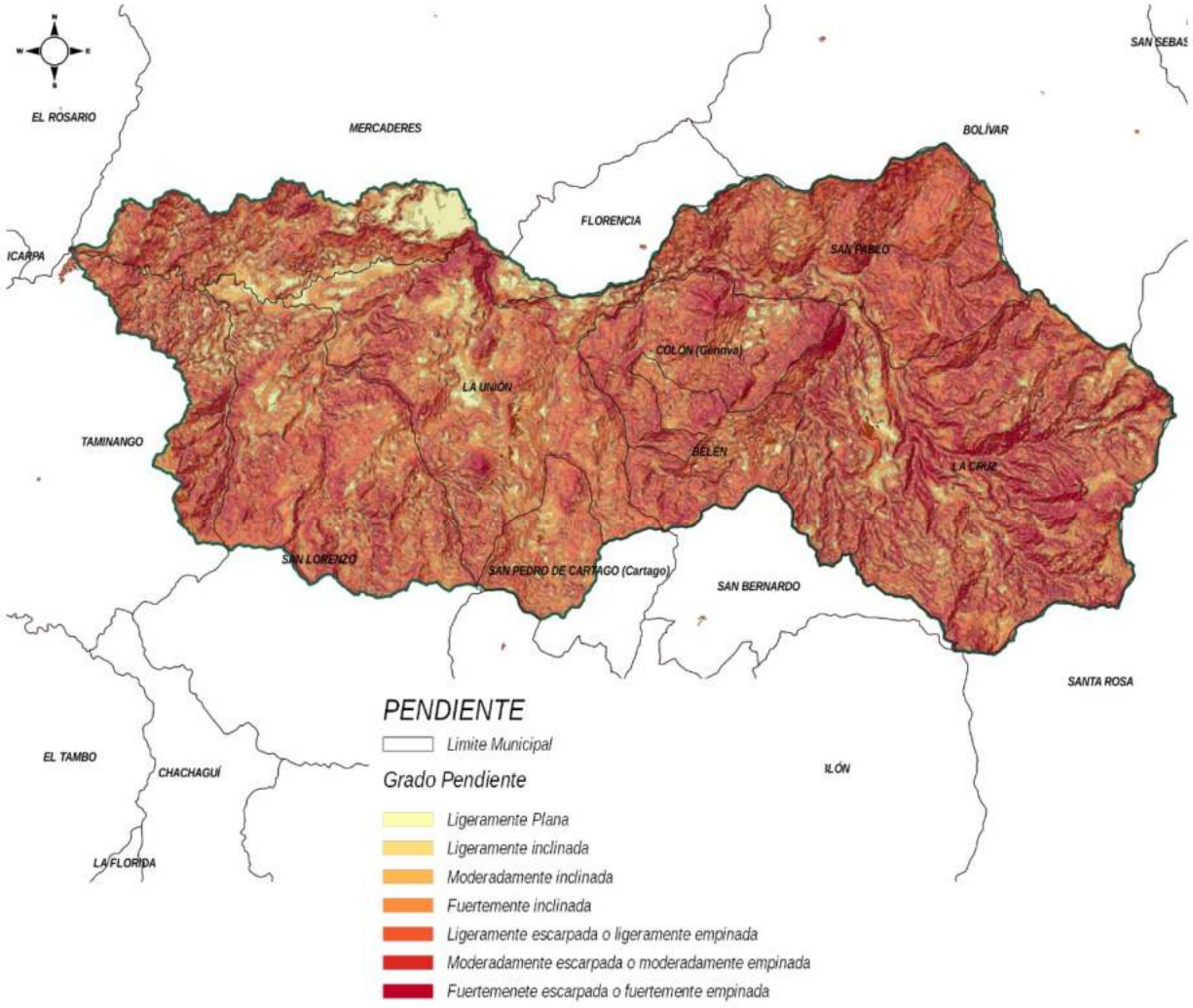


Figura 80. Mapa de pendiente

(Ver Anexo Cartográfico 13)

2.2.7. Hidrología

2.2.7.1. Alcances. Hidrología es la ciencia geográfica encargada del estudio de las propiedades y la distribución espacial y temporal del agua en la atmósfera y en la corteza (suelo y subsuelo) de la tierra, que estudia y cuantifica los factores o elementos climáticos como precipitación, infiltración, humedad del suelo, evapotranspiración, etc., que son los causantes de las escorrentías.

Con la hidrología se puede conocer los eventos hidrometeorológicos extremos, de grandes y súbitas crecidas ocasionadas generalmente por altas precipitaciones.

Lo anterior permite identificar las áreas expuestas, susceptibles o vulnerables a estos eventos para así planificar y diseñar obras civiles para prevenir, mitigar o corregir las posibles afectaciones que causen a los ecosistemas y a la población asentada en su área.

De la recolección, proceso y análisis de información primaria y secundaria hidrológica de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo y de sus Sub Cuencas afluentes, se determina la tormenta de diseño y se calcula el caudal máximo de diseño para diferentes periodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 100 y 500 años, con lo cual se pueden proyectar las obras civiles e hidráulicas necesarias.

2.2.7.2. Descripción y Evaluación de la Red Hidrológica en La Cuenca Hidrográfica. La Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo, no está bien instrumentada desde el punto de vista hidrológico. El IDEAM nos reporta solamente una (1) estación Limnigráfica. Lo que quiere decir que las otras Sub Cuencas afluentes del Río Mayo no tienen información hidrológica directa, por consiguiente se va a generar indirectamente por uno de los muchos modelos lluvia – Caudal.

Las máximas crecidas o avenidas son fenómenos originados por la acción del hombre y de la naturaleza que provocan con carácter **aleatorio** las descargas de los ríos con graves y grandes consecuencias. Por el carácter aleatorio estas avenidas se describen en términos probabilísticos, es decir, que cada avenida está asociada a una probabilidad de ocurrencia.

Estos parámetros hidrológicos permiten conocer el factor del riesgo y diseñar las obras necesarias para:

- Elaborar planes de prevención en las áreas vulnerables y expuestas a inundaciones.
- Garantizar la seguridad de las comunidades localizadas en las orillas.
- Proteger las orillas.
- Diseñar y construir los drenajes para manejo de aguas superficiales y subterráneas.
- Evitar inundaciones.
- Proteger la fauna y flora y conservar los ecosistemas de la zona.

2.2.7.3. Análisis de la Información. Por medio del análisis de frecuencias se busca estimar y calcular las precipitaciones y caudales máximos para diferentes periodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos.

De las funciones de distribución de probabilidad se ha definido utilizar las siguientes para determinar la que mejor se ajusta a las series de datos analizadas:

a. Distribución Normal
b. Distribución Log Normal
c. Distribución Gumbel
d. Distribución Gamma
e. Distribución Pearson
f. Distribución Log Pearson

La distribución Pearson en la mayoría de los casos se sale del rango de las otras donde se encuentran los datos de la serie analizada y la Distribución Log Pearson en la mayoría de los casos sigue la tendencia de Gumbel, pero para niveles altos su proyección es mayor y se aleja de la tendencia alta de los datos de cada serie analizada.

Después de este análisis preliminar se eliminó las dos últimas distribuciones y finalmente se consideró las cuatro primeras.

2.2.7.4. Homogeneidad de Estas Series de Datos. El tratamiento estadístico de datos requiere, como condición básica, que éstos sean de la misma naturaleza, del mismo origen, obtenidos mediante observaciones y mediciones que hayan seguido procedimientos y métodos semejantes.

Las series de datos climatológicos disponibles son muestras extraídas de una población cuya existencia y permanencia se suponen de antemano. Como muchas de estas muestras o series de datos no cumplen con esta condición esencial es necesario determinar la homogeneidad de la serie de datos.

Se dice que una serie de datos es homogénea, si es una muestra proveniente de una única población.

Como en muchos de estos casos de serie de datos hidrológicos y meteorológicos, los métodos de las distribuciones de la hipótesis nula (Ho), el de límite de significancia y el de dobles masas son difíciles de especificar, se acude a los llamados test no paramétricos.

La alternativa de homogeneidad en una serie de datos meteorológicos o hidrológicos es usualmente alguna forma de oscilación alrededor de la media o mediana.

Un método no paramétrico bien conocido es el test de corridas. Este test es hecho contando el número de corridas arriba y abajo de la mediana o valor medio en una serie ordenada naturalmente, y probando estos datos en una tabla de distribución de u. (u es el número de corridas).

De la prueba de homogeneidad aplicado a la serie de datos de caudales y niveles máximos de la estación Mayo – La Cañada por medio del test de corridas se concluye que las series si son homogéneas dado que el número de corridas 12 de Caudales máximos, si está dentro del intervalo de confianza 9 y 16 definido por los límites de confianza al 0,10 y 0,90 de probabilidad, para una serie de 23 años. Ver *Anexo 13*.

Tabla 95. *Prueba homogeneidad valores máximos mensuales caudales Mayo – La Cañada*

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES: LA CAÑADA								
m	Año	Caudales	Caudales Ordenados	Corridas	No Corridas	Distribución Del Número De Corridas. Na=Nb		
1	1990	183,8	43	B	1	Na	p=0,10	P=0,90
2	1991	81	48,35	A	2	7	5	10
3	1992	76	65,2	A	2	8	6	11
4	1993	75,1	75,1	A	2	10	8	13
5	1994	102	76	A	2	11	9	14
6	1995	43	79,13	A	2	12	9	16
7	1996	142	81	B	3	13	10	17
8	1997	128,8	86	B	3	14	11	18
9	1998	108	91	B	3	15	12	19
10	1999	131	102	B	3	16	13	20
11	2000	142	103	B	3	17	14	21
12	2001	91	103,2	A	4	18	15	22
13	2002	86	108	A	4	19	16	23
14	2003	65,2	128,8	A	4	20	16	25
15	2004	168	131	B	5	25	22	30
16	2005	103,2	140,6	B	5	30	26	36
17	2006	181,9	142	B	5	35	31	41
18	2007	79,13	142	A	6	40	35	47
19	2008	140,6	161,3	B	7	45	40	52
20	2009	103	168	A	8	50	45	53
21	2010	48,35	181,9	A	8	SERIE HOMOGENEA		
22	2011	206,9	183,8	B	9			
23	2012	161,3	206,9	B	9	Na=12		
MEDIANA			103,2					

Igualmente para los niveles máximos el número de corridas 13, si está dentro del intervalo de confianza 10 y 17 definido por los límites de confianza al 0,10 y 0,90 de probabilidad, para una serie de 25 años.

En la Tabla 95 y

Tabla 96 se presenta el análisis de homogeneidad para caudales y niveles respectivamente de la estación Limnigráfica Mayo – La Cañada.

Tabla 96. *Prueba homogeneidad valores máximos mensuales niveles Estación Mayo – La Cañada*

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE NIVELES: LA CAÑADA								
m	AÑO	CAUDALES	CAUDALES ordenados	CORRIDAS	No Corridas	Distribución del numero de corridas. NA=NB		
1	1990	251	120	B	1	Na	p=0,10	P=0,90
2	1991	165	135	A	2	7	5	10
3	1992	160	148	A	2	8	6	11
4	1993	159	159	A	2	10	8	13
5	1994	185	160	A	2	11	9	14
6	1995	120	165	A	2	12	9	16
7	1996	220	170	B	3	13	10	17
8	1997	208	175	B	3	14	11	18
9	1998	190	178	B	3	15	12	19
10	1999	210	185	B	3	16	13	20
11	2000	220	185	B	3	17	14	21
12	2001	175	186	A	4	18	15	22
13	2002	170	190	A	4	19	16	23
14	2003	148	190	A	4	20	16	25
15	2004	240	206	B	5	25	22	30
16	2005	186	208	A	6	30	26	36
17	2006	280	210	B	7	35	31	41
18	2007	178	220	A	8	40	35	47
19	2008	245	220	B	9	45	40	52
20	2009	206	240	B	9	50	45	53
21	2010	135	245	A	10	SERIE HOMOGENEA		
22	2011	300	251	B	11			
23	2012	380	280	B	11			
24	2013	190	300	B	11	Na=13		
25	2014	185	380	A	12			
MEDIANA			190,0					

2.2.7.5. Caracterización Hidrológica

2.2.7.5.1. A Nivel de La Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo . Se analiza una serie de 52 años de información suministrada por IDEAM de la estación LG Mayo – La Cañada, ubicada en la zona media de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo, para caudales medios, caudales máximos y caudales mínimos.

Tabla 97. *Caudales medios mensuales multianuales Mayo – La Cañada*

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES: LA CANADA.1961-2012													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MEDIO	14,36	13,30	13,66	14,76	14,70	16,37	18,95	13,85	9,21	9,80	15,01	17,12	14,26
MAXIM	32,30	31,11	26,94	30,00	23,66	25,20	34,35	23,40	16,80	18,78	28,13	46,30	46,30
MINIM	5,54	5,37	6,70	8,13	6,40	7,34	9,21	6,38	4,88	4,04	4,91	7,71	4,04

La serie de caudales medios permite obtener para estos 52 años caudales medios medios, máximos medios y mínimos medios que se observan en la Tabla 97 y en la Figura 81.

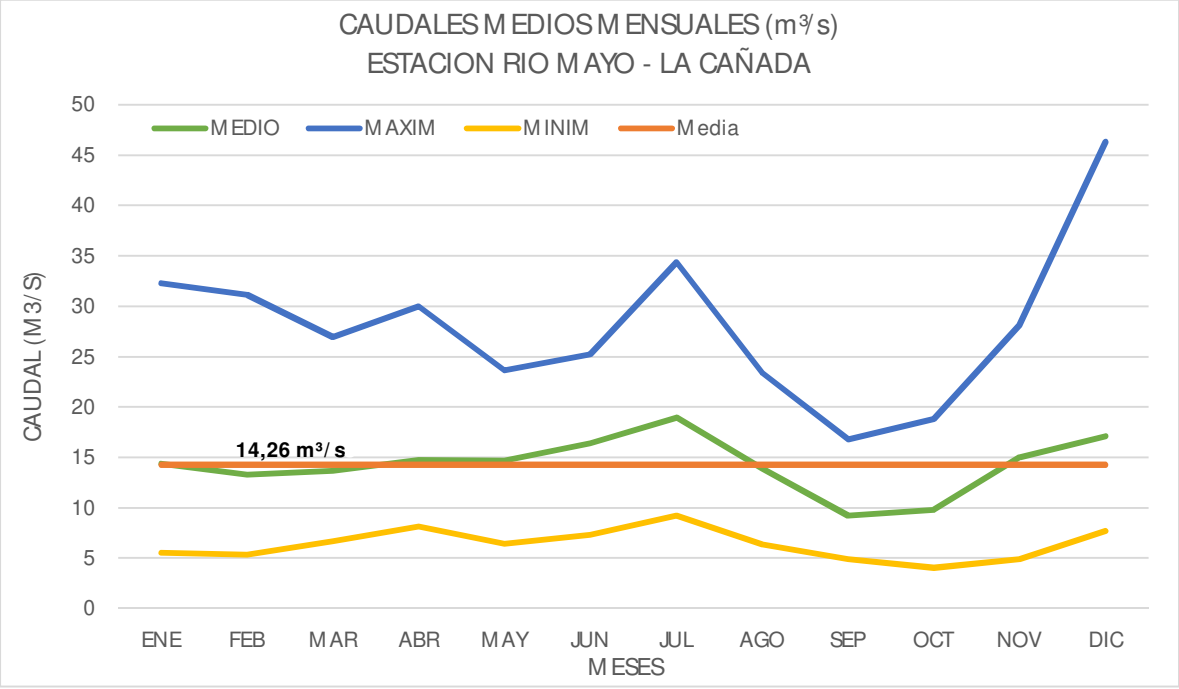


Figura 81. *Caudales medios Estación Mayo - La Cañada*

El comportamiento de estos tres factores es bastante homogéneo, registrando para los tres un pico máximo en el mes de Julio, y un pico mínimo en el mes de Octubre.

La media anual de caudal medio está indicada por línea recta de 14,26 m³/s.

Los caudales máximos mensuales multianuales no tienen un comportamiento muy homogéneo para los parámetros medios, máximos y mínimos.

Tabla 98. *Caudales máximos mensuales multianuales Mayo – La Cañada*

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES: LA CANADA.1961-2012													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Medio	54,37	43,68	58,07	57,03	58,57	69,95	88,60	64,71	37,05	48,58	62,05	64,13	58,90
Maxim	168,00	101,30	181,90	160,00	206,90	174,90	220,00	183,20	101,60	240,00	200,00	194,00	240,00
Minim	7,80	9,27	13,89	15,40	17,38	18,50	22,10	11,97	11,90	10,60	14,60	16,20	7,80

Mientras que en los registros de los caudales máximos máximos se presentan dos picos en Julio y Octubre, para los máximos medios se presentan un solo pico en Julio, y para los máximos mínimos no se presentan picos.

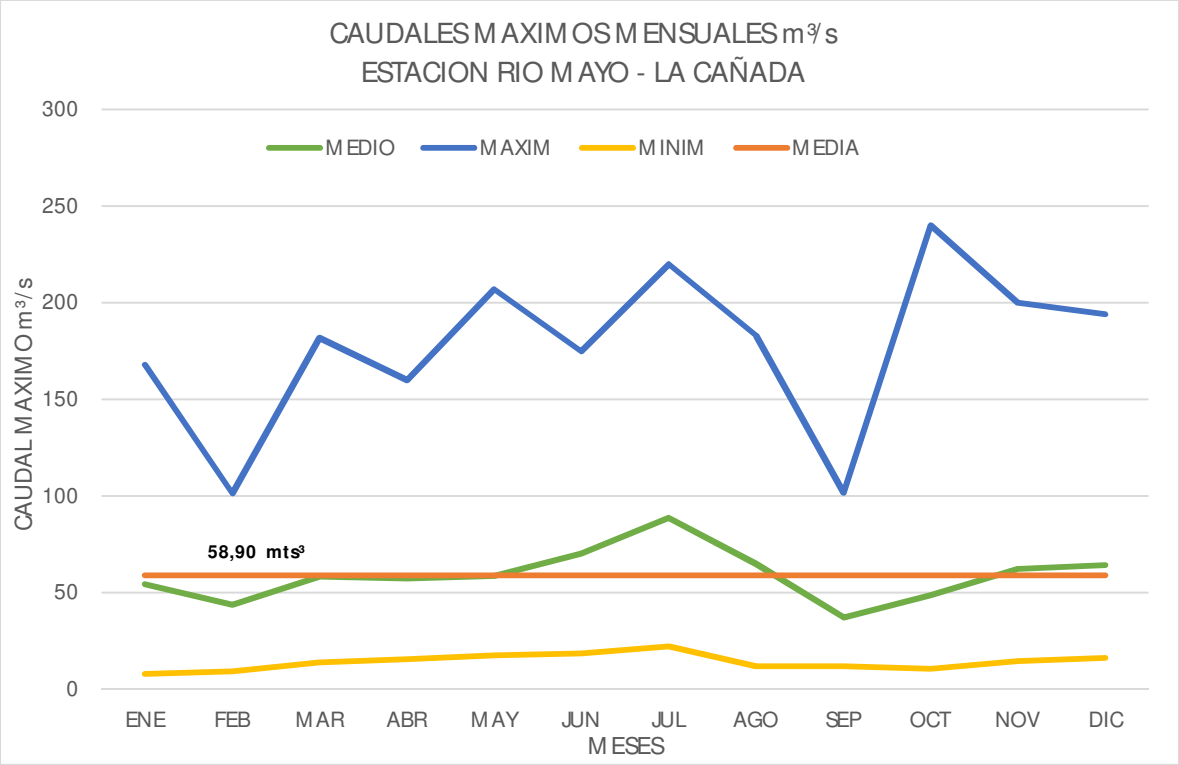


Figura 82. *Caudales máximos Mayo – La Cañada*

La media anual de caudal máximo es de 58,90 m³/s.

Para los caudales mínimos multianuales el análisis es semejante al anterior pues no presenta un comportamiento homogéneo.

En la Figura 66 se observa solo un pico pronunciado para caudales mínimos máximos (9,65 m³/s) en el mes de Septiembre.

Tabla 99. *Caudales mínimos mensuales multianuales Mayo - La Cañada*

VALORES MINIMOS MENSUALES DE CAUDALES: LA CANADA.1961-2012													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MEDIO	8,95	8,05	8,42	8,76	8,92	8,07	8,01	6,89	5,81	5,69	7,73	9,84	7,93
MAXIM	19,70	14,81	15,40	14,10	13,89	13,57	13,89	13,89	9,65	10,40	17,29	23,00	23,00
MINIM	3,90	3,60	3,55	4,60	3,70	3,97	3,95	3,00	2,30	2,00	1,59	3,58	1,59
MEDIA	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93	

La media anual de caudal mínimo es de 7,93 m³/s

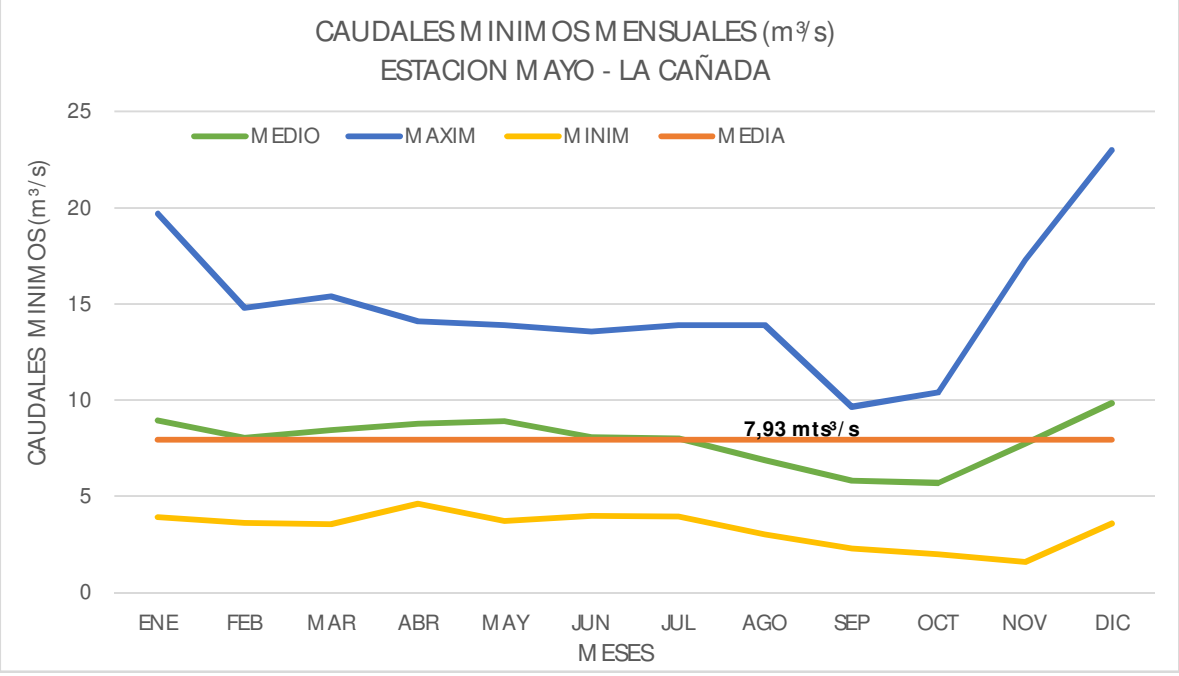


Figura 83. *Caudales mínimos Mayo*

2.2.7.5.2. A Nivel De Sub Cuencas De La Cuenca Hidrográfica Del Rio Mayo. La Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo solamente tiene una estación hidrológica ubicada en la parte media de la Cuenca. Las Sub Cuencas no tienen estaciones hidrológicas que determinen el nivel y caudal de sus aguas por lo que es necesario calcularlas o estimarlas por métodos indirectos o modelos Lluvia – Caudal.

Para poder comparar se aplican dos métodos cuyas condiciones o limitaciones son cubiertas por las Sub Cuencas de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo.

- ✓ Metodo Racional

Estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente C (coeficiente escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas, A<10 Km². Considerar que la duración de la Precipitación (P) es igual al Tiempo de Concentración (Tc).

La descarga máxima de diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

Ecuación 35. Descarga máxima de diseño

$Q = 0{,}278\ CIA$

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía (Ver *Tabla 100*)

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca (Km²).

Coeficientes de escorrentía método racional

Tabla 100. *Coeficientes de escorrentía método racional*

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%
Sin Vegetacion	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0.70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos Vegetacion Ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, Grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, Densa Vegetacion	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Perú

El valor del coeficiente de escorrentía se establecerá de acuerdo con las características hidrológicas y geomorfológicas de las fuentes de agua. En virtud de ello, los coeficientes de escorrentía variarán según dichas características.

Por medio de programas digitales se obtienen las coberturas vegetales, el tipo de suelo y los coeficientes de escorrentía para cada una de las Sub Cuencas – *Tabla 102*, además con la ayuda de los parámetros morfométricos de cada una de ellas se obtiene la pendiente media que nos permite verificar la información digital obtenida con el uso de la *Tabla 104*.

La fórmula nos pide además la intensidad máxima horaria de cada una de las Sub Cuencas, la cual también se puede obtener a través de las isoyetas o de las curvas de IDF, sin embargo en lo posible se usa la información directa de estaciones Climatológicas cuando se cuenta con esta información y la otra digital sirve para corroborar esta información.

Desde el punto de vista Climatológico y siguiendo la normatividad de la OMM que establece las áreas de cobertura de cada tipo de estación, se utiliza estaciones cercanas para obtener la información de intensidad máxima de lluvia horaria.

De esta manera se utilizan las siguientes estaciones Meteorológicas con cobertura para las diferentes Sub Cuencas de acuerdo la siguiente *Tabla 101*

Tabla 101. *Distribución de sub Cuencas por estaciones Meteorológicas*

DISTRIBUCION DE SUB CUENCAS POR AREAS DE INFLUENCIA DE LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS					
Estac.	PM Taminango	PM La Cruz	PM Hidromayo Campamento	PM La Union	CO Mercaderes
Subcuencas	Q. Chalguayaco	Tajumbina	Q. Bateros	Q. El Cusillo	Ctes directas Rio Mayo 3
	Ctes directas Rio Mayo 2	Ctes directas Rio Mayo Alto	Ctes directas Rio Mayo 4	Q. La Fragua	Q. Las Cañadas
	Ctes directas Rio Mayo 1	Q. San Gerardo	Q.El Rincon	Q. Quiebra Camilla	Q. Honda
	Q. Seca o Los Alisios	Q El Meson	Q. San Mateo	Q. La Alpujarra	
	Q. Cañada de Taminango	Ctes directas Rio Mayo 5		Q. Santa Ana	
	Q. Guayaquil	Q. Del Purgatorio			
		Q. Los Molinos			
		Q. Las Palmas			

Tabla 102. *Calculo de área y coeficiente de escorrentía método racional*

CALCULO DE AREA Y COEFICIENTE DE ESCORRENTIA METODO RACIONAL					
SUB CUENCA	COBERTURA	AREA Km²	TIPO DE SUELO	AREA Km²	COEFIC. C
Cañada de Taminango	Bosque	1,42	B	10,80	0,01
	Cultivos	0,11			
	Pastos	0,32			
	Cuerpos de agua	0,07			
	Rastrojo	8,96			
SUMA		10,88		**10,80**	
					0,01
Cañada Seca o los Alisos	Bosque	1,16	B	4,71	0,01
	Pastos	0,55			0,03
	Cuerpos de agua	0,07			0,10
	Rastrojo	2,98			1,00
SUAMA		4,77		**4,71**	
PROMEDIO					**0,285**
Corrientes Direc. R. Mayo No.4	Bosque	13,97	B	14,29	0,01
	Cultivos	17,41	C	26,67	0,03
	Pastos	7,00	ZU	0,03	0,1
	Zonas urbanizadas	0,21			0,12
	Cuerpos de agua	0,51			0,19
	Rastrojo	2,47			0,32
					0,37
					1
SUMA		41,57		**41,00**	
PROMEDIO					**0,2675**
Corrientes Direc. R. Mayo Alto	Bosque	48,15	B	15,49	0,01
	Cultivos	6,41	C	59,64	0,03
	Pastos	7,24			0,1
	Cuerpos de agua	0,17			0,12
	Rastrojo	13,21			0,19
					0,32
					0,37
					1
SUMA		75,19		**75,13**	
PROMEDIO					**0,2675**
Corrientes Direc. R. Mayo No. 1	Bosque	1,20	B	2,20	0,01
	Cuerpos de agua	0,07			0,03
	Rastrojo	1,00			
SUMA		2,27		**2,20**	
PROMEDIO					**0,0200**

Tabla 103. *Intensidades Precipitación por Zonas*

INTENSIDADES DE PRECIPITACION CUENCA HIDROGRAFICA RIO MAYO										
ESTACION	PM TAMINANGO		PM HIDROM. CAMPAMENTO		PM LA CRUZ		CO MERCADERES		PM LA UNION	
ZONA	Zona Baja		Zona Media		Zona Alta		Zona Media y Baja		Zona Media	
INTENSIDAD PRECIPITACION	PREC MAX EN 24 HORAS	I PREC / H0RA	PREC MAX EN 24 HORAS	I PREC / H0RA	PREC MAX EN 24 HORAS	I PREC / H0RA	PREC MAX EN 24 HORAS	I PREC / H0RA	PREC MAX EN 24 HORAS	I PREC / H0RA
ENE	61,00	2,54	88,00	3,67	195,00	8,13	59,00	2,46	85,30	3,55
FEB	61,00	2,54	85,00	3,54	130,00	5,42	82,00	3,42	90,50	3,77
MAR	70,00	2,92	95,40	3,98	71,70	2,99	94,00	3,92	99,40	4,14
ABR	90,00	3,75	84,00	3,50	200,50	8,35	87,00	3,63	110,80	4,62
MAY	118,40	4,93	80,70	3,36	59,80	2,49	86,50	3,60	106,00	4,42
JUN	67,00	2,79	51,30	2,14	85,00	3,54	82,70	3,45	85,40	3,56
JUL	51,60	2,15	50,00	2,08	36,00	1,50	40,80	1,70	47,50	1,98
AGO	84,00	3,50	51,00	2,13	120,00	5,00	65,60	2,73	50,00	2,08
SEP	77,20	3,22	286,60	11,94	150,00	6,25	79,10	3,30	63,00	2,63
OCT	85,00	3,54	86,80	3,62	131,50	5,48	118,20	4,93	103,00	4,29
NOV	108,00	4,50	124,50	5,19	261,00	10,88	70,00	2,92	127,00	5,29
DIC	91,70	3,82	88,00	3,67	137,00	5,71	105,30	4,39	113,30	4,72

Con toda esta información y ya teniendo todos los factores de la fórmula del método racional se procede a calcular los caudales máximos de todas las Sub Cuencas de la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo. *Tabla 104*.

Finalmente en la *Tabla 105* se presenta el resumen de todos los caudales máximos de las Sub Cuencas hidrográficas del Rio Mayo.

Tabla 104. *Calculo de Caudales por el Método Racional*

CALCULO DE CAUDALES POR METODO RACIONAL PARA LAS SUB CUENCAS DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO MAYO										
SUB CUENCA	**Pmedia %**	**TIPO DE SUELO**	**AREA Km²**	**COEFIC. C**	**MESES**	**K CONST.**	**C ESCOR.**	**I PREC / HORA**	**A Km²**	**Q CAUDAL**
CAÑADA DE TAMINANGO (Zona Baja) (Estacion PM Taminango)		B	10,80	0,01	ENE	0,278	0,01	2,54	10,80	**0,08**
					FEB	0,278	0,01	2,54	10,80	**0,08**
					MAR	0,278	0,01	2,92	10,80	**0,09**
					ABR	0,278	0,01	3,75	10,80	**0,11**
					MAY	0,278	0,01	4,93	10,80	**0,15**
					JUN	0,278	0,01	2,79	10,80	**0,08**
	1,13				JUL	0,278	0,01	2,15	10,80	**0,06**
					AGO	0,278	0,01	3,50	10,80	**0,11**
					SEP	0,278	0,01	3,22	10,80	**0,10**
					OCT	0,278	0,01	3,54	10,80	**0,11**
SUMA			10,80		NOV	0,278	0,01	4,50	10,80	**0,14**
PROMEDIO				0,01	DIC	0,278	0,01	3,82	10,80	**0,11**
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No. 4 (Zona Media) (Estacion PM Hidromayo Campamento)		B	14,29	0,01	ENE	0,278	0,27	3,67	41,00	**11,18**
		C	26,67	0,03	FEB	0,278	0,27	3,54	41,00	**10,80**
		ZU	0,03	0,10	MAR	0,278	0,27	3,98	41,00	**12,12**
				0,12	ABR	0,278	0,27	3,50	41,00	**10,67**
				0,19	MAY	0,278	0,27	3,36	41,00	**10,25**
				0,32	JUN	0,278	0,27	2,14	41,00	**6,52**
	1,04			0,37	JUL	0,278	0,27	2,08	41,00	**6,35**
				1,00	AGO	0,278	0,27	2,13	41,00	**6,48**
					SEP	0,278	0,27	11,94	41,00	**36,41**
					OCT	0,278	0,27	3,62	41,00	**11,03**
SUMA			41,00		NOV	0,278	0,27	5,19	41,00	**15,82**
PROMEDIO				0,27	DIC	0,278	0,27	3,67	41,00	**11,18**
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO ALTO (Zona Alta) (Estacion PM La Cruz)		B	15,49	0,01	ENE	0,278	0,27	8,13	75,13	**45,40**
		C	59,64	0,03	FEB	0,278	0,27	5,42	75,13	**30,26**
				0,10	MAR	0,278	0,27	2,99	75,13	**16,69**
				0,12	ABR	0,278	0,27	8,35	75,13	**46,68**
				0,19	MAY	0,278	0,27	2,49	75,13	**13,92**
				0,32	JUN	0,278	0,27	3,54	75,13	**19,79**
	1,57			0,37	JUL	0,278	0,27	1,50	75,13	**8,38**
				1,00	AGO	0,278	0,27	5,00	75,13	**27,94**
					SEP	0,278	0,27	6,25	75,13	**34,92**
					OCT	0,278	0,27	5,48	75,13	**30,61**
SUMA			75,13		NOV	0,278	0,27	10,88	75,13	**60,76**
PROMEDIO				0,27	DIC	0,278	0,27	5,71	75,13	**31,89**

Tabla 105. *Resumen Caudales Sub Cuencas Rio Mayo Método Racional*

CAUDALES SUB CUENCAS RIO MAYO POR EL METODO RACIONAL												
NOMBRE DE LA SUB CUENCA	CAUDALES MENSUALES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Cañada de Taminango	0,08	0,08	0,09	0,11	0,15	0,08	0,06	0,11	0,10	0,11	0,14	0,11
Cañada Seca o los Alisos	0,95	0,95	1,09	1,40	1,84	1,04	0,80	1,31	1,20	1,32	1,68	1,43
Corrientes Direc. R. Mayo No.4	11,18	10,80	12,12	10,67	10,25	6,52	6,35	6,48	36,41	11,03	15,82	11,18
Corrientes Direc. R. Mayo Alto	45,40	30,26	16,69	46,68	13,92	19,79	8,38	27,94	34,92	30,61	60,76	31,89
Corrientes Direc. R. Mayo No. 1	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Corrientes Direc. R. Mayo No. 2	0,79	0,79	0,91	1,17	1,54	0,87	0,67	1,09	1,01	1,11	1,41	1,19
Corrientes Direc. R. Mayo No. 5	12,90	8,60	4,74	13,26	3,96	5,62	2,38	7,94	9,92	8,70	17,26	9,06
Corrientes Direc. R. Mayo No.3	10,58	14,71	16,86	15,61	15,52	14,83	7,32	11,77	14,19	21,20	12,56	18,89
Q. Charguayaco	11,60	11,60	13,31	17,12	22,52	12,74	9,81	15,98	14,68	16,17	20,54	17,44
Q. El Meson	19,58	13,05	7,20	20,13	6,00	8,53	3,61	12,05	15,06	13,20	26,21	13,76
Q. El Rincon	6,91	6,67	7,49	6,59	6,33	4,03	3,92	4,00	22,49	6,81	9,77	6,91
Q. La Alpujarra	6,73	7,14	7,84	8,74	8,36	6,73	3,75	3,94	4,97	8,12	10,01	8,93
Q. La Fragua	16,21	17,20	18,89	21,05	20,14	16,23	9,03	9,50	11,97	19,57	24,13	21,53
Q. Los Molinos	51,28	34,19	18,86	52,73	15,73	22,35	9,47	31,56	39,45	34,58	68,64	36,03
Q. Quiebra Camilla	2,74	2,90	3,19	3,56	3,40	2,74	1,52	1,60	2,02	3,30	4,08	3,64
Q. San Gerardo	12,91	8,61	4,75	13,28	3,96	5,63	2,38	7,95	9,93	8,71	17,28	9,07
Q. San Mateo	6,59	6,36	7,14	6,29	6,04	3,84	3,74	3,82	21,46	6,50	9,32	6,59
Q. Santa Ana	31,76	33,69	37,00	41,25	39,46	31,79	17,68	18,61	23,45	38,35	47,28	42,18
Qubrada Las Cañadas	4,13	5,75	6,59	6,10	6,06	5,79	2,86	4,60	5,54	8,28	4,90	7,38
Quebrada Bateros	1,85	1,78	2,00	1,76	1,69	1,08	1,05	1,07	6,01	1,82	2,61	1,85
Quebrada De Cusillo	6,04	6,41	7,04	7,85	7,51	6,05	3,37	3,54	4,46	7,30	9,00	8,03
Quebrada Del Purgatorio	1,69	1,13	0,62	1,74	0,52	0,74	0,31	1,04	1,30	1,14	2,26	1,19
Quebrada Guayaquil	0,15	0,15	0,18	0,23	0,30	0,17	0,13	0,21	0,19	0,21	0,27	0,23
Quebrada Honda	0,33	0,45	0,52	0,48	0,48	0,46	0,23	0,36	0,44	0,65	0,39	0,58
Quebrada Las Palmas	3,90	2,60	1,44	4,01	1,20	1,70	0,72	2,40	3,00	2,63	5,23	2,74
R. Tajumbina	34,05	22,70	12,52	35,01	10,44	14,84	6,29	20,95	26,19	22,96	45,57	23,92

- ✓ Método Soil Conservation Service (SCS)

De los dos modelos Lluvia – Caudal analizados, el de la formula racional y el modelo Soil Conservation Service – SCS, es el segundo el que brinda mayor seguridad al considerar factores y parámetros de la Cuenca Hidrográfica, que garantizan los resultados obtenidos.

Con base en mapas topográficos, de uso del suelo y en general cartografía del IGAC, se definen los factores morfométricos de las Sub Cuencas Hidrográficas, información requerida para obtener los parámetros necesarios para la aplicación del Modelo Soil Consevation Service – SCS.

- ✓ Precipitación total y efectiva

La precipitación efectiva conocida también como exceso de precipitación es el resultado de quitar a la precipitación total todas las pérdidas o abstracciones que pueden ser aguas infiltradas, interceptadas, almacenadas o evapotranspiradas.

La precipitación efectiva sobre la Cuenca Hidrográfica del Rio Mayo se convierte en escorrentía directa que sale como flujo superficial.

- ✓ Calculo de perdidas o abstraciones por el método SCS

El método parte de la hipótesis de que las relaciones de las dos cantidades reales (Pe precipitación efectiva y P precipitación efectiva máxima) es igual a la de dos cantidades potenciales (Fa abstracción producida continuada y S abstracción o retención potencial máxima de la cuenca), es decir:

$Fa/S = Pe/(P - Ia)$

Y del principio de continuidad se tiene que:

$P = Pe + Ia + Fa$

Ahora combinando las ecuaciones y resolviendo para Pe se encuentra que:

Ecuación 36. *Precipitación efectiva*

$$Pe = (P - Ia)2/(P - Ia + S)$$

Lo cual genera la ecuación básica para el cálculo de la profundidad de exceso de precipitación o lo que se llama escorrentía directa de una tormenta.

El método también provee como resultado de experiencias obtenidas en muchas cuencas una relación empírica para reemplazar las abstracciones iniciales Ia, así:

$Ia = 0{,}2S$

Con base en lo anterior la ecuación finalmente se expresa así:

$$Pe = (P - 0{,}2S)^2 / (P + 0{,}8S)$$

Para calcular el parámetro S abstracción potencial máxima, el método introduce un valor adimensional CN que significa Curva Número, correspondiente a características del área específica de estudio. La ecuación de este parámetro S es:

S = (1000/CN) – 10; S en pulgadas o
S = (25400/CN) – 254; S en ms.

El valor numérico adimensional de CN está comprendido en el rango 0 < CN < 100

El modelo define primero el tipo de suelo con respecto a la humedad, para determinar las condiciones precedentes producidas por la lluvia y la respuesta de la cuenca con relación al escurrimiento potencial, clasificándolos en tres grupos, debido a las dificultades de su estimación.

Condición I: es la que presentan los suelos cuando están secos, pero no hasta el punto de marchitamiento cuando se aran o cultivan técnicamente bien.

Condición II: Para caudales máximos anuales, es decir, un promedio de las condiciones que han precedido a la creciente máxima anual en numerosas cuencas.

Condición III: cuando ha llovido mucho o poco han ocurrido bajas temperaturas durante los días anteriores a una tormenta y el suelo está casi saturado.
Con base en lo anterior, se define la condición dos para la Cuenca del Río Mayo lo cual permite seleccionar la tabla del método para definir el parámetro CN.

La tabulación de los CN se ha realizado con base en el tipo de suelo y el uso del suelo, para lo cual el método especifica cuatro grupos así:

Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
Grupo B: Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.

Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
Grupo D: Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

En cuanto al tipo y uso del suelo de la Sub Cuenca Corrientes directas Rio Mayo No. 4, el grupo B es el que más acorde está a las condiciones de la zona.

Con los dos criterios, condición II y grupo C, se seleccionó CNs para Cultivos = 88, para bosque = 70 y para pastos = 86, para un promedio de 81,3.

Cálculos:

S = (25400/CN) – 254
S = (25400/81,3) – 254
S = 58,30 m

Tabla 106. *Determinación de las CN del método S.C.S.*

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada[1] sin tratamientos de conservación con tratamiento de conservación	72 62	81 71	88 78	91 81
Pastizales: condiciones pobres condiciones óptimas	68 39	79 61	86 74	89 80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas, cubierta buena[2]	45 25	66 55	77 70	83 77
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. óptimas condic.: cubierta de pasto en el 75% o más condic. aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%	39 49	61 69	74 79	80 84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos Industriales /72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial: Tamaño promedio del lote Porcen. promedio impermeable 1/8 acre o menos 65 1/4 acre 38 1/3 acre 30 1/2 acre 25 1 acre 20	77 61 57 54 51	85 75 72 70 68	90 83 81 80 79	92 87 86 85 84
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc.	98	98	98	98
Calles y carreteras: Pavimentados con cunetas y alcantarillados Grava Tierra	98 76 72	98 85 82	98 89 87	98 91 89

Fuente: Hidrología Aplicada (Ven te Chow)

De igual manera se calculó las abstracciones o pérdidas para cada una de las Sub Cuencas que hacen parte de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo, *Tabla 107*.

Tabla 107. *Abstracciones o pérdidas por cada Sub Cuenca y Precipitación efectiva*

Cuencas	Coberturas Vegetales			SOIL Conservation Service (SCS)							
Cuencas	Cobertura	Area (km²)	Porcentaje	Cond.	Hum	Grupo suelo	Curva	P Ret.	S	P	Pe
Rio Mayo	Bosque	307,45	35,22								
	Cultivos	250,27	28,67				70	2	58,3	64,40	25,05
	Pastos	176,09	20,17				88	5	58,3	94,80	48,87
	Zonas urbanizadas	3,52	0,40	Bueno	II	C	86,0	10	58,3	116,00	66,94
	Cuerpos de agua	2,45	0,28				81,3	25	58,3	143,80	91,69
	Rastrojo	133,27	15,27					50	58,3	122,27	72,44
	SUMAS	873,05	100,00					100	58,3	131,93	81,01

Sub Cuencas	Cobertura	Area (km²)	Porcentaje	Cond.	Hum	Grupo suelo	Curva	P Ret.	S	P	Pe
Cañada de Taminango	Bosque	1,42	13,03	Regular	II	B	66	2	130,8	65,6	9,13
	Cultivos	0,11	1,03					5	130,8	74,8	13,18
	Pastos	0,32	2,9				66	10	130,8	80,2	15,79
	Cuerpos de agua	0,07	0,69					25	130,8	86,3	18,93
	Rastrojo	8,96	82,36					50	130,8	90,6	21,26
	SUMAS	10,88	100					100	130,8	94,5	23,44
Cañada Seca O Los Alisos	Bosque	1,16	24,33	Regular	II	B	66	2	130,8	65,6	9,13
	Pastos	0,55	11,57					5	130,8	74,8	13,18
	Cuerpos de agua	0,07	1,54				66	10	130,8	80,2	15,79
	Rastrojo	2,98	62,56					25	130,8	86,3	18,93
								50	130,8	90,6	21,26
								100	130,8	94,5	23,44

Sub Cuencas	Cobertura	Area (km²)	Porcentaje	Cond.	Hum	Grupo suelo	Curva	P Ret.	S	P	Pe
	SUMAS	4,77	100								
Corrientes Directas Rio Mayo No.4	Bosque	13,97	33,6	Bueno	II	C	70	2	58,3	64,4	25,05
	Cultivos	17,41	41,89				88	5	58,3	94,8	48,87
	Pastos	7	16,84				86	10	58,3	116	66,94
	Zonas urbanizadas	0,21	0,52				81,3	25	58,3	143,8	91,69
	Cuerpos de agua	0,51	1,22					50	58,3	122,27	72,44
	Rastrojo	2,47	5,93					100	58,3	131,93	81,01
	SUMAS	41,57	100								
Corrientes Directas Rio Mayo Alto	Bosque	48,15	64,03					2	91,6	56,6	11,29
	Cultivos	6,41	8,53					5	91,6	93	33,55
	Pastos	7,24	9,63	Bueno	II	C	70	10	91,6	120,6	53,97
	Cuerpos de agua	0,17	0,23				77	25	91,6	159	85,21
	Rastrojo	13,21	17,57				73,5	50	91,6	190,1	112,05
								100	91,6	223,3	141,69
	SUMAS	75,19	100								
Corrientes Directas Rio Mayo No. 1	Bosque	1,2	52,92				66	2	165,8	65,6	5,31
	Cuerpos de agua	0,07	3,13	Regular	II	B	55	5	165,8	74,8	8,35
	Rastrojo	1	43,95				60,5	10	165,8	80,2	10,39
								25	165,8	86,3	12,89
								50	165,8	90,6	14,77
								100	165,8	94,5	16,56
	SUMAS	2,27	100								
Corrientes Directas Rio Mayo No. 2	Bosque	0,95	22,92				66	2	91,6	65,6	16,1
	Cultivos	1,45	35,04	Regular	II	B	81	5	91,6	74,8	21,55
	Zonas urbanizadas	0,06	1,55				73,5	10	91,6	80,2	24,96

Sub Cuencas	Cobertura	Area (km²)	Porcentaje	Cond.	Hum	Grupo suelo	Curva	P Ret.	S	P	Pe
	Cuerpos de agua	0,09	2,29					25	91,6	86,3	28,97
	Rastrojo	1,58	38,21					50	91,6	90,6	31,89
								100	91,6	94,5	34,6
	SUMAS	4,14	100								
Corrientes Directas Rio Mayo No. 5	Bosque	1,87	9,78				78	2	55,8	56,6	20,41
	Cultivos	13,04	68,13	Bueno	II	C	86	5	55,8	93	48,68
	Pastos	3,78	19,77				82	10	55,8	120,6	72,51
	Zonas urbanizadas	0,08	0,41					25	55,8	159	107,36
	Cuerpos de agua	0,37	1,91					50	55,8	190,1	136,44
								100	55,8	223,3	168
	SUMAS	19,13	100								
Corrientes Directas Rio Mayo No.3	Bosque	9,84	16,84					2	96,3	66,7	15,65
	Cultivos	2,95	5,06				66	5	96,3	81,8	24,61
	Pastos	14,73	25,22	Regular	II	B	79	10	96,3	90,9	30,55
	Zonas urbanizadas	0,08	0,14					25	96,3	101,8	38,08
	Cuerpos de agua	0,53	0,9				72,5	50	96,3	109,5	43,64
	Rastrojo	30,28	51,84					100	96,3	117	49,21
	SUMAS	58,41	100								
Quebrada Charguayaco	Bosque	25,69	41,84				66	2	83,2	65,6	18,15
	Cultivos	13,59	22,13				81	5	83,2	74,8	23,94
	Pastos	10,4	16,93	Regular	II	B	79	10	83,2	80,2	27,54
	Zonas urbanizadas	0,31	0,5				75,33	25	83,2	86,3	31,76
	Cuerpos de agua	0,02	0,03					50	83,2	90,6	34,82

Sub Cuencas	Cobertura	Area (km²)	Porcentaje	Cond.	Hum	Grupo suelo	Curva	P Ret.	S	P	Pe
	Rastrojo	11,4	18,56					100	83,2	94,5	37,65
	SUMAS	61,41	100								
Quebrada El Meson	Bosque	13,17	24,73				70	2	74,4	56,6	14,98
	Cultivos	19,32	36,28	Bueno	II	C	88	5	74,4	93	39,99
	Pastos	17,8	33,43				74	10	74,4	120,6	62,03
	Cuerpos de agua	0	0				77,33	25	74,4	159	95,02
	Rastrojo	2,96	5,56					50	74,4	190,1	122,96
								100	74,4	223,3	153,56
	SUMAS	53,25	100								
Quebrada El Rincon	Bosque	6,78	26,74				70	2	89,2	64,4	15,96
	Cultivos	14,74	58,16				78	5	89,2	94,8	35,63
	Pastos	3,58	14,15	Bueno	II	C	74	10	89,2	116	51,41
	Zonas urbanizadas	0,1	0,4				74	25	89,2	143,8	73,72
	Cuerpos de agua	0,01	0,04					50	89,2	122,27	56,3
	Rastrojo	0,13	0,51					100	89,2	131,93	64,01
	SUMAS	25,34	100								
Quebrada La Alpujarra	Bosque	14,22	52,79				70	2	89,2	73,3	21,25
	Cultivos	9,27	34,4				78	5	89,2	89,9	32,19
	Pastos	3,22	11,97	Bueno	II	C	74	10	89,2	100	39,38
	Zonas urbanizadas	0,22	0,8				74	25	89,2	112	48,34
	Cuerpos de agua	0,01	0,03					50	89,2	120,5	54,91
	Rastrojo	0	0,01					100	89,2	128,7	61,41
	SUMAS	26,93	100								
Quebrada La Fragua	Bosque	20,03	37,15				70	2	89,2	73,3	21,25

Sub Cuencas	Cobertura	Area (km²)	Porcentaje	Cond.	Hum	Grupo suelo	Curva	P Ret.	S	P	Pe
	Cultivos	29,29	54,33				78	5	89,2	89,9	32,19
	Pastos	3,57	6,63	Bueno	II	C	74	10	89,2	100	39,38
	Zonas urbanizadas	0,77	1,43				74	25	89,2	112	48,34
	Cuerpos de agua	0,01	0,01					50	89,2	120,5	54,91
	Rastrojo	0,24	0,45					100	89,2	128,7	61,41
	SUMAS	53,92	100								
Qubrada Los Molinos	Bosque	11,2	13,19				70	2	89,2	56,6	11,73
	Cultivos	41,99	49,46				78	5	89,2	93	34,35
	Pastos	30,02	35,36	Bueno	II	C	74	10	89,2	120,6	54,99
	Zonas urbanizadas	0,77	0,91				74	25	89,2	159	86,48
	Cuerpos de agua	0,03	0,03					50	89,2	190,1	113,47
	Rastrojo	0,89	1,05					100	89,2	223,3	143,23
	SUMAS	84,9	100								
Quebrada Quiebra Camilla	Bosque	3,21	19,1				77	2	78,8	73,3	24,3
	Cultivos	3,5	20,78				78	5	78,8	89,9	35,96
	Pastos	1,68	9,96	Bueno	II	C	74	10	78,8	100	43,55
	Zonas urbanizadas	0,01	0,05				76,33	25	78,8	112	52,94
	Cuerpos de agua	0,02	0,11					50	78,8	120,5	59,8
	Rastrojo	8,41	50					100	78,8	128,7	66,55
	SUMAS	16,83	100								
Quebrada San Gerardo	Bosque	11,73	25,23				70	2	89,2	56,6	11,73
	Cultivos	7,34	15,77				78	5	89,2	93	34,35
	Pastos	10,76	23,14	Bueno	II	C	74	10	89,2	120,6	54,99
	Cuerpos de agua	0	0				74	25	89,2	159	86,48

Sub Cuencas	Cobertura	Area (km²)	Porcentaje	Cond.	Hum	Grupo suelo	Curva	P Ret.	S	P	Pe
	Rastrojo	5,28	11,34					50	89,2	190,1	113,47
	Rastrojo	11,4	24,51					100	89,2	223,3	143,23
	SUMAS	46,51	100								
	Bosque	8,82	36,51				70	2	89,2	64,4	15,96
	Cultivos	8,66	35,83				78	5	89,2	94,8	35,63
Quebrada San Mateo	Pastos	6,33	26,19	Bueno	II	C	74	10	89,2	116	51,41
	Zonas urbanizadas	0,06	0,26				74	25	89,2	143,8	73,72
	Cuerpos de agua	0	0,01					50	89,2	122,27	56,3
	Rastrojo	0,29	1,2					100	89,2	131,93	64,01
	SUMAS	24,16	100								
Quebrada Santa Ana	Bosque	47,68	39,64				77	2	41,3	73,3	39,75
	Cultivos	27,68	23,02				88	5	41,3	89,9	54,18
	Pastos	18,78	15,61	Regular	II	C	86	10	41,3	100	63,23
	Zonas urbanizadas	0,5	0,42				83,67	25	41,3	112	74,17
	Cuerpos de agua	0,06	0,05					50	41,3	120,5	82,01
	Rastrojo	25,57	21,26					100	41,3	128,7	89,65
	SUMAS	120,28	100								
Quebrada Las Cañadas	Bosque	6,71	28,72				77	2	49,6	66,7	30,31
	Cultivos	1,07	4,57				88	5	49,6	81,8	42,54
	Pastos	4,07	17,44	Regular	II	B	86	10	49,6	90,9	50,23
	Zonas urbanizadas	0,02	0,09				83,67	25	49,6	101,8	59,68
	Cuerpos de agua	0,1	0,43					50	49,6	109,5	66,48
	Rastrojo	11,39	48,76					100	49,6	117	73,19

Sub Cuencas	Cobertura	Area (km²)	Porcentaje	Cond.	Hum	Grupo suelo	Curva	P Ret.	S	P	Pe
	SUMAS	23,37	100								
Quebrada Bateros	Bosque	0,82	13,58				70	2	89,2	64,4	15,96
	Cultivos	1,3	21,61				78	5	89,2	94,8	35,63
	Pastos	2,94	48,97	Bueno	II	C	74	10	89,2	116	51,41
	Zonas urbanizadas	0,3	4,96				74	25	89,2	143,8	73,72
	Cuerpos de agua	0,05	0,84					50	89,2	122,27	56,3
	Rastrojo	0,6	10,04					100	89,2	131,93	64,01
	SUMAS	6,01	100								
Quebrada De Cusillo	Bosque	16,31	27,61				70	2	89,2	73,3	21,25
	Cultivos	20,43	34,59				78	5	89,2	89,9	32,19
	Pastos	10,05	17,01	Bueno	II	C	74	10	89,2	100	39,38
	Cuerpos de agua	0	0				74	25	89,2	112	48,34
	Rastrojo	0,88	1,5					50	89,2	120,5	54,91
	Rastrojo	11,39	19,29					100	89,2	128,7	61,41
	SUMAS	59,07	100								
Quebrada Del Purgatorio	Bosque	0,41	16,63				70	2	89,2	56,6	11,73
	Cultivos	0,19	7,56				78	5	89,2	93	34,35
	Pastos	1,86	75,78	Bueno	II	C	74	10	89,2	120,6	54,99
	Zonas urbanizadas	0	0				74	25	89,2	159	86,48
	Cuerpos de agua	0	0,03					50	89,2	190,1	113,47
	SUMAS	2,46	100								
Quebrada Guayaquil	Bosque	1,15	24,71				66	2	130,8	65,6	9,13
	Pastos	0,19	4,07	Regular	II	B		5	130,8	74,8	13,18
	Cuerpos de agua	0,03	0,59					10	130,8	80,2	15,79

Sub Cuencas	Cobertura	Area (km²)	Porcentaje	Cond.	Hum	Grupo suelo	Curva	P Ret.	S	P	Pe
	Rastrojo	3,3	70,63					25	130,8	86,3	18,93
								50	130,8	90,6	21,26
								100	130,8	94,5	23,44
	SUMAS	4,67	100								
	Bosque	5,5	53,74				66	2	91,6	66,7	16,73
	Pastos	1,77	17,28				81	5	91,6	81,8	25,99
	Cuerpos de agua	0,04	0,39				73,5	10	91,6	90,9	32,09
Quebrada Honda	Rastrojo	2,93	28,59	Regular	II	B		25	91,6	101,8	39,81
								50	91,6	109,5	45,49
								100	91,6	117	51,19
	SUMAS	10,24	100								
	Bosque	1,41	13,29				70	2	74,4	56,6	14,98
	Cultivos	5,31	49,92				88	5	74,4	93	39,99
	Pastos	3,03	28,46	Buen o	II	C	74	10	74,4	120,6	62,03
Quebrada Las Palmas	Cuerpos de agua	0,01	0,06				77,33	25	74,4	159	95,02
	Rastrojo	0,88	8,28					50	74,4	190,1	122,96
								100	74,4	223,3	153,56
	SUMAS	10,63	100								
	Bosque	33,74	59,8				70	2	74,4	56,6	14,98
	Cultivos	5,24	9,28				88	5	74,4	93	39,99
	Pastos	11,34	20,1	Buen o	II	C	74	10	74,4	120,6	62,03
Rio Tajumbina	Cuerpos de agua	0,12	0,22				77,33	25	74,4	159	95,02
	Rastrojo	5,98	10,6					50	74,4	190,1	122,96
								100	74,4	223,3	153,56
	SUMAS	56,42	100								

- ✓ Calculo de caudales por el metodo S.C.S. para las Sub Cuencas de La Cuenca Hidrografica Rio Mayo

a) Con precipitación multianual mensual máxima en 24 horas

Tabla 108. *Caudales máx. Instantáneos Sub Cuenca Cañada De Taminango*

CAUDALES MEDIOS GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CAÑADA DE TAMINANGO												
Parametros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
S	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85
P	61,00	61,00	70,00	90,00	118,40	67,00	51,60	84,00	77,20	85,00	108,00	91,70
Pe	7,32	7,32	11,00	20,93	38,13	9,71	4,14	17,73	14,32	18,25	31,49	21,87
Tc (minutos)	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51
Tc (horas)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
D	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Tp	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92
A(km²)	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88
Qmed	1,67	1,67	2,51	4,77	8,70	2,21	0,94	4,04	3,26	4,16	7,18	4,99

Tabla 109. *Resumen caudales máximos instantáneos Sub Cuencas*

CAUDALES SUB CUENCAS RIO MAYO POR EL METODO S.C.S. (Precipitación multianual mensual máxima en 24H)												
Nombre de la Sub Cuenca	Caudales Mensuales											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cañada de Taminango	1,67	1,67	2,51	4,77	8,70	2,21	0,94	4,04	3,26	4,16	7,18	4,99
Cañada Seca o los Alisos	0,80	0,80	1,21	2,30	4,18	1,06	0,45	1,94	1,57	2,00	3,45	2,40
Corrientes Direc. R. Mayo No.4	17,72	16,73	20,21	16,40	15,32	6,57	6,23	6,49	92,86	17,32	30,46	17,72
Corrientes Direc. R. Mayo Alto	102,15	53,87	17,26	106,42	11,35	24,66	2,51	46,96	68,18	54,92	154,66	58,81
Corrientes Direc. R. Mayo No. 1	0,36	0,36	0,60	1,30	2,59	0,51	0,16	1,07	0,83	1,10	2,08	1,36
Corrientes Direc. R. Mayo No. 2	1,05	1,05	1,44	2,44	4,05	1,31	0,69	2,12	1,78	2,18	3,44	2,53
Corrientes Direc. R. Mayo No. 5	14,85	8,52	3,32	15,40	2,39	4,43	0,81	7,58	10,43	8,66	21,51	9,18

CAUDALES SUB CUENCAS RIO MAYO POR EL METODO S.C.S. (Precipitación multianual mensual máxima en 24H)												
Nombre de la Sub Cuenca	Caudales Mensuales											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Corrientes Direc. R. Mayo No.3	5,20	11,10	14,65	12,54	12,40	11,30	1,76	6,75	10,28	22,49	7,85	18,21
Q. Charguayaco	9,18	9,18	12,41	20,46	33,32	11,30	6,16	17,94	15,19	18,35	28,46	21,19
Q. El Meson	129,97	71,29	25,08	135,11	17,23	34,68	4,76	62,75	88,84	72,59	192,71	77,37
Q. El Rincon	17,25	16,11	20,15	15,74	14,51	5,10	4,76	5,02	112,75	16,80	32,45	17,25
Q. La Alpujarra	12,68	14,24	17,01	20,72	19,14	12,71	3,23	3,72	6,63	18,16	26,24	21,55
Q. La Fragua	22,23	24,96	29,81	36,31	33,54	22,28	5,66	6,52	11,61	31,83	45,98	37,77
Q. Los Molinos	121,56	64,45	20,91	126,61	13,84	29,75	3,17	56,26	81,40	65,69	183,54	70,30
Q. Quiebra Camilla	7,95	8,87	10,50	12,67	11,75	7,97	2,22	2,53	4,32	11,18	15,88	13,16
Q. San Gerardo	90,47	47,96	15,56	94,23	10,30	22,14	2,36	41,87	60,58	48,89	136,59	52,32
Q. San Mateo	18,13	16,93	21,17	16,53	15,25	5,35	5,00	5,27	118,45	17,64	34,09	18,13
Q. Santa Ana	46,04	50,51	58,29	68,48	64,16	46,12	16,41	18,14	27,79	61,48	83,27	70,74
Qubrada Las Cañadas	7,29	12,76	15,80	14,01	13,89	12,93	3,54	8,80	12,04	22,19	9,83	18,75
Quebrada Bateros	4,65	4,34	5,43	4,24	3,91	1,37	1,28	1,35	30,38	4,53	8,74	4,65
Quebrada De Cusillo	66,48	64,32	81,07	102,79	75,19	27,69	5,31	4,90	26,50	125,00	157,11	104,16
Quebrada Del Purgatorio	20,22	10,72	3,48	21,06	2,30	4,95	0,53	9,36	13,54	10,93	30,53	11,69
Quebrada Guayaquil	1,04	1,04	1,57	2,99	5,44	1,39	0,59	2,53	2,04	2,60	4,49	3,12
Quebrada Honda	2,76	5,76	7,56	6,49	6,42	5,86	0,98	3,55	5,35	11,50	4,11	9,35
Quebrada Las Palmas	44,14	24,21	8,52	45,88	5,85	11,78	1,62	21,31	30,17	24,65	65,44	26,27
R. Tajumbina	72,81	39,94	14,05	75,69	9,65	19,43	2,66	35,15	49,77	40,66	107,96	43,34

b) Con precipitación multianual mensual

Caudales medios

Tabla 110. *Caudales medios Sub Cuenca Cañada de Taminango*

CAUDALES MEDIOS GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CAÑADA DE TAMINANGO												
Parametros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
S	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85
P	111,6	95,9	141,8	182,7	164,7	74,3	44,6	50,6	95,0	194,7	197,3	142,0
Pe	33,75	24,24	54,25	85,26	71,24	12,94	2,28	3,84	23,73	94,87	96,98	54,39
Tc (minutos)	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
Tc (horas)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tp	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9
A(km²)	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
Qmed	7,7	5,5	12,4	19,4	16,2	3,0	0,5	0,9	5,4	21,6	22,1	12,4

Caudales maximos

Tabla 111. *Caudales máximos Sub Cuenca Cañada de Taminago*

CAUDALES MÁXIMOS GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CAÑADA DE TAMINANGO												
Parametros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
S	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85
P	258,00	256,80	311,00	386,00	300,00	206,60	174,30	225,00	210,20	474,00	505,00	265,00
Pe	148,19	147,15	195,17	263,87	185,29	104,59	78,65	119,92	107,56	346,57	376,06	154,30
Tc (minutos)	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51
Tc (horas)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
D	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Tp	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92
A(km²)	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88
Qmax	33,79	33,55	44,50	60,17	42,25	23,85	17,94	27,34	24,53	79,03	85,75	35,18

Caudales mínimos

Tabla 112. *Caudales mínimos Sub Cuenca CAÑADA DE TAMINANGO*

CAUDALES MÍNIMOS GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CAÑADA DE TAMINANGO												
Parametros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
S	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85	130,85
P	0,00	10,90	13,30	35,00	46,00	1,30	0,00	0,00	1,20	10,70	60,20	55,50
Pe	6,54	2,02	1,40	0,56	2,61	5,84	6,54	6,54	5,89	2,07	7,02	5,37
Tc (minutos)	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51	16,51
Tc (horas)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
D	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Tp	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92	9,92
A(km²)	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88	10,88
Qmin	1,49	0,46	0,32	0,13	0,60	1,33	1,49	1,49	1,34	0,47	1,60	1,22

Resumen caudales medios, máximos y mínimos

Tabla 113. *Resumen caudales med, máx. y min de Sub Cuenca CAÑADA DE TAMINANGO*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CAÑADA DE TAMINANGO												
Parametros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Qm	7,69	5,53	12,37	19,44	16,24	2,95	0,52	0,88	5,41	21,63	22,11	12,40
Qmax	33,79	33,55	44,50	60,17	42,25	23,85	17,94	27,34	24,53	79,03	85,75	35,18
Qmin	1,08	0,17	0,08	0,53	1,36	0,92	1,08	1,08	0,94	0,18	2,84	2,31

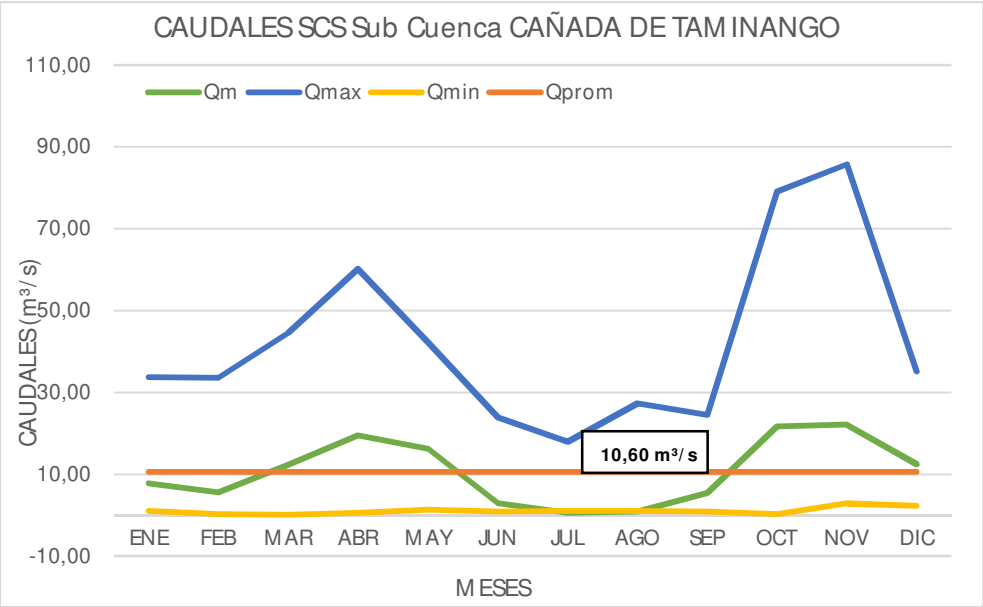


Figura 84. *Distribución caudal Su Cuenca CAÑADA DE TAMINANGO*

Tabla 114. *Caudales Sub Cuenca Cañada Seca o Los Alisos*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CAÑADA SECA O LOS ALISOS												
Parametros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Qm	3,70	2,66	5,95	9,35	7,81	1,42	0,25	0,42	2,60	10,40	10,64	5,96
Qmax	16,25	16,14	21,40	28,94	20,32	11,47	8,63	13,15	11,80	38,01	41,24	16,92
Qmin	0,72	0,22	0,15	0,06	0,29	0,64	0,72	0,72	0,65	0,23	0,77	0,59

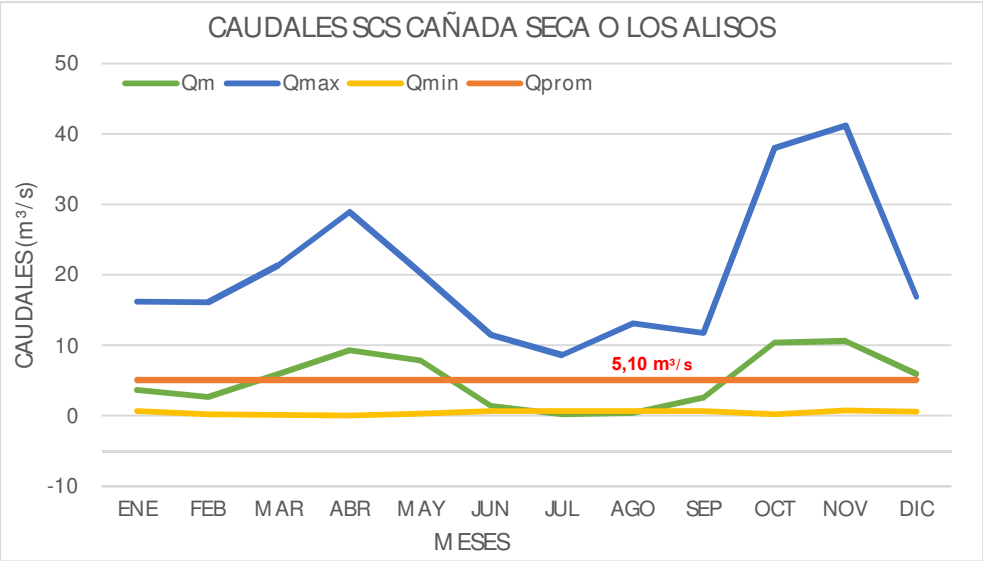


Figura 85. *Caudales SCS Su Cuenca CAÑADA SECA o LOS ALISOS*

Tabla 115. *Caudales Sub Cuencas Rio Mayo por el método SCS*

CAUDALES SUB CUENCAS RIO MAYO POR EL METODO S.C.S. (Precipitacion multianual mensual)												
Nombre De La Sub Cuenca	Caudales Mensuales											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cañada de Taminango	7,69	5,53	12,37	19,44	16,24	2,95	0,52	0,88	5,41	21,63	22,11	12,40
Cañada Seca o los Alisos	3,70	2,66	5,95	9,35	7,81	1,42	0,25	0,42	2,60	10,40	10,64	5,96
Corrientes Direc. R. Mayo No.4	36,79	35,17	40,25	46,31	25,87	6,62	0,82	1,17	11,03	61,89	78,94	60,61
Corrientes Direc. R. Mayo Alto	63,68	53,87	53,94	61,45	32,17	2,94	2,59	0,05	5,04	79,94	115,20	97,82
Corrientes Direc. R. Mayo No. 1	2,25	1,54	3,84	6,34	5,20	0,73	0,07	0,15	1,50	7,12	7,30	3,85
Corrientes Direc. R. Mayo No. 2	3,65	2,76	5,49	8,17	6,97	1,64	0,45	0,65	2,71	8,99	9,17	5,50
Corrientes Direc. R. Mayo No. 5	9,83	8,52	8,53	9,54	5,52	0,90	0,82	0,04	1,30	11,98	16,52	14,30
Corrientes Direc. R. Mayo No.3	14,86	14,95	34,47	44,08	31,10	8,74	1,58	2,18	16,17	54,71	55,54	34,47
Q. Charguayaco	30,13	23,02	44,75	65,84	56,42	14,05	4,19	5,86	22,62	72,23	73,62	44,85
Q. El Meson	83,34	71,29	71,38	80,61	44,24	5,41	4,88	0,02	8,49	103,16	145,64	124,76
Q. El Rincon	40,27	38,25	44,60	52,25	26,88	5,15	0,19	0,39	9,76	72,22	94,43	70,57

CAUDALES SUB CUENCAS RIO MAYO POR EL METODO S.C.S. (Precipitacion multianual mensual)												
Nombre De La Sub Cuenca	Caudales Mensuales											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Q. La Alpujarra	42,84	41,44	52,24	66,24	48,45	17,84	3,42	3,15	17,08	80,55	101,24	67,12
Q. La Fragua	75,08	72,63	91,55	116,08	84,91	31,27	6,00	5,53	29,92	141,16	177,42	117,62
Q. Los Molinos	76,07	64,45	64,53	73,43	38,69	3,69	3,26	0,04	6,24	95,32	136,97	116,44
Q. Quiebra Camilla	25,43	24,63	30,80	38,75	28,63	10,99	2,34	2,18	10,54	46,85	58,53	39,25
Q. San Gerardo	56,61	47,96	48,02	54,65	28,79	2,75	2,43	0,03	4,64	70,94	101,94	86,66
Q. San Mateo	42,31	40,19	46,85	54,89	28,24	5,41	0,20	0,41	10,25	75,87	99,21	74,13
Q. Santa Ana	126,13	122,59	149,72	184,29	140,25	60,60	17,09	16,13	58,47	219,18	269,06	186,44
Qubrada Las Cañadas	15,98	16,06	31,44	38,60	28,88	10,65	3,30	4,05	17,07	46,35	46,95	31,44
Quebrada Bateros	10,85	10,31	12,02	14,08	7,24	1,39	0,05	0,11	2,63	19,46	25,45	19,02
Quebrada De Cusillo	66,48	64,32	81,07	102,79	75,19	27,69	5,31	4,90	26,50	125,00	157,11	104,16
Quebrada Del Purgatorio	12,65	10,72	10,73	12,21	6,43	0,61	0,54	0,01	1,04	15,85	22,78	19,37
Quebrada Guayaquil	4,81	3,46	7,74	12,17	10,17	1,85	0,32	0,55	3,39	13,54	13,84	7,76
Quebrada Honda	7,66	7,71	17,49	22,28	15,81	4,56	0,88	1,20	8,32	27,55	27,97	17,49
Quebrada Las Palmas	28,30	24,21	24,24	27,38	15,02	1,84	1,66	0,01	2,88	35,03	49,46	42,37
R. Tajumbina	46,69	39,94	39,99	45,16	24,78	3,03	2,73	0,01	4,76	57,79	81,59	69,89

2.2.7.6. Estimación de la Oferta Hídrica Superficial Total y Disponible Mensual y Anual A Nivel De Cuenca Hidrográfica y Sub Cuencas

2.2.7.6.1. Calculo de la oferta hidrica superficial total de La Cuenca Hidrográfica Río Mayo

"La oferta hídrica de una cuenca, es el volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre. Al cuantificar la escorrentía superficial a partir del balance hídrico de la cuenca, se está estimando la oferta de agua superficial de la

misma." Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución 865 de julio 22 de 2004

"El conocimiento del caudal del río, su confiabilidad y extensión de la serie del registro histórico son variables que pueden influir en la estimación de la oferta hídrica superficial. Cuando existe información histórica confiable de los caudales con series extensas, el caudal medio anual del río es la oferta hídrica de esa cuenca." Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución 865 de julio 22 de 2004

De acuerdo con lo anterior la oferta hídrica superficial total de la Cuenca Hidrográfica Río Mayo es de 14,26 m^3/s para una serie de 51 años y la oferta hídrica superficial total mensual se presenta en el cuadro siguiente, pero esta oferta es a nivel de la ubicación de la estacion.

Tabla 116. *Oferta hídrica total del Río Mayo*

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m^3/s) = OFERTA HIDRICA SUPERFICIAL TOTAL RIO MAYO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Medio	14,36	13,30	13,66	14,76	14,70	16,37	18,95	13,85	9,21	9,80	15,01	17,12	14,26
Maxim	32,30	31,11	26,94	30,00	23,66	25,20	34,35	23,40	16,80	18,78	28,13	46,30	46,30
Minim	5,54	5,37	6,70	8,13	6,40	7,34	9,21	6,38	4,88	4,04	4,91	7,71	4,04

2.2.7.6.2. Calculo de la disponibilidad hidrica de La Cuenca Hidrográfica Río Mayo. La disponibilidad hídrica según la Resolución 865 de julio 22 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial se calcula reduciendo la oferta hídrica superficial total por los porcentajes del 25% por calidad del agua y un 25% por caudal mínimo ecológico, equivalente al 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio, o sea 4,04 m^3/s del mes de Octubre.

Tabla 117. *Disponibilidad hídrica del Río Mayo*

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m³/s) = OFERTA HIDRICA SUPERFICIAL TOTAL RIO MAYO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Medio	9,76	8,97	9,24	10,06	10,02	11,27	13,20	9,38	5,9	6,34	10,25	11,83	9,69

2.2.7.6.3. Calculo de la oferta hídrica superficial total y de la disponibilidad hidrica mensual y anual de Las Sub Cuencas De La Cuenca Hidrográfica Río Mayo. Para los efectos de calcular la oferta hídrica en una Sub Cuenca hidrográfica, se aplicará según cada caso las siguientes metodologías de acuerdo con la información disponible y características físicas de la Sub Cuenca.

a) Balance hídrico: Para cuencas hidrográficas con un registro de las variables climatológicas e hidrológicas mayor de 10 años, situación que permite estimar la oferta hídrica media anual. Esta metodología se aplica en cuencas instrumentadas y con un área de drenaje mayor (más de 250 km²);

b) Caudal medio puntual en las corrientes de interés: Cuando los registros de caudal generan series cortas y no confiables (series anuales menores de dos años);

c) Relación lluvia-escorrentía: Aplicable en cuencas menores, es decir cuyas áreas de drenaje sean inferiores a 250 km², cuencas no instrumentadas y en consecuencia no cuentan con registros de caudal para la estimación de la oferta superficial mensual.

Con base en el punto c, definimos la Oferta Hídrica Superficial Total y la Disponibilidad Hídrica de cada una de las Sub Cuencas de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo.

Tabla 118. *Oferta hidria superficial total Cañada de Taminango*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CAÑADA DE TAMINANGO													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL CAÑADA DE TAMINANGO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	7,69	5,53	12,37	19,44	16,24	2,95	0,52	0,88	5,41	21,63	22,11	12,40	10,6
Qmax	33,79	33,55	44,50	60,17	42,25	23,85	17,94	27,34	24,53	79,03	85,75	35,18	85,8
Qmin	1,49	0,46	0,32	0,13	0,60	1,33	1,49	1,49	1,34	0,47	1,60	1,22	0,1

Tabla 119. *Disponibilidad hídrica Cañada de Taminango*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENA CAÑADA DE TAMINANGO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	5,4	3,7	8,9	14,2	11,8	1,8	0,0	0,3	3,7	15,8	16,2	8,9	7,5

Tabla 120. *Oferta hídrica superficial total Cañada Seca o Los Alisios*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CAÑADA SECA O LOS ALISOS													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL CAÑADA SECA O LOS ALISOS													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	3,70	2,66	5,95	9,35	7,81	1,42	0,25	0,42	2,60	10,40	10,64	5,96	5,1
Qmax	16,25	16,14	21,40	28,94	20,32	11,47	8,63	13,15	11,80	38,01	41,24	16,92	38,0
Qmin	0,72	0,22	0,15	0,06	0,29	0,64	0,72	0,72	0,65	0,23	0,77	0,59	0,1

Tabla 121. *Disponibilidad hídrica Cañada Seca o Los Alisios*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA CAÑADA SECA O LOS ALISOS													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	2,8	2,0	4,4	7,0	5,8	1,0	0,2	0,3	1,9	7,8	8,0	4,5	3,8

Tabla 122. *Oferta hídrica superficial total Ctes Directas Rio Mayo No. 4*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CTES DIRECTAS RIO MAYO No. 4													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL CTES DIRECTAS RIO MAYO No. 4													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	36,79	35,17	40,25	46,31	25,87	6,62	0,82	1,17	11,03	61,89	78,94	60,61	33,8
Qmax	138,62	119,74	103,92	122,55	96,59	57,72	27,40	63,91	115,30	201,67	194,78	208,57	208,6
Qmin	1,19	0,48	1,04	0,00	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	0,0

Tabla 123. *Disponibilidad hídrica Ctes Directas Rio Mayo No. 4*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA CTES DIRECTAS RIO MAYO No. 4													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	27,59	26,37	30,19	34,73	19,40	4,96	0,61	0,88	8,27	46,42	59,21	45,46	25,34

Tabla 124. *Oferta hídrica superficial total Ctes Directas Rio Mayo Alto*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CTES DIRECTAS RIO MAYO ALTO													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL CTES DIRECTAS RIO MAYO ALTO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	63,68	53,87	53,94	61,45	32,17	2,94	2,59	0,05	5,04	79,94	115,20	97,82	47,4
Qmax	243,92	191,30	204,48	166,97	129,46	30,74	50,25	7,83	61,45	204,98	258,22	253,93	258,2
Qmin	1,32	2,64	1,63	0,67	0,00	1,89	1,25	3,64	1,51	0,35	20,67	5,43	0,0

Tabla 125. *Disponibilidad hídrica Ctes Directas Rio Mayo Alto*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA CTES DIRECTAS RIO MAYO ALTO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	47,8	40,4	40,5	46,1	24,1	2,2	1,9	0,0	3,8	60,0	86,4	73,4	35,5

Tabla 126. *Oferta hídrica superficial total Ctes Directas Rio Mayo No. 1*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CTES DIRECTAS RIO MAYO No. 1													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL CTES DIRECTAS RIO MAYO No. 1													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	2,25	1,54	3,84	6,34	5,20	0,73	0,07	0,15	1,50	7,12	7,30	3,85	3,3
Qmax	11,56	11,47	15,55	21,45	14,71	7,92	5,80	9,19	8,17	28,62	31,20	12,08	31,2
Qmin	0,74	0,31	0,24	0,00	0,08	0,68	0,74	0,74	0,68	0,31	0,34	0,24	0,0

Tabla 127. *Disponibilidad hídrica Ctes Directas Rio Mayo No. 1*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA CTES DIRECTAS RIO MAYO No. 1													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	1,7	1,2	2,9	4,8	3,9	0,5	0,0	0,1	1,1	5,3	5,5	2,9	2,5

Tabla 128. *Oferta hídrica superficial total Ctes Directas Rio Mayo No. 2*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CTES DIRECTAS RIO MAYO No. 2													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL CTES DIRECTAS RIO MAYO No 2													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	3,65	2,76	5,49	8,17	6,97	1,64	0,45	0,65	2,71	8,99	9,17	5,50	4,7
Qmax	13,43	13,34	17,26	22,79	16,46	9,81	7,61	11,09	10,06	29,38	31,72	13,93	31,7
Qmin	0,35	0,05	0,02	0,20	0,50	0,30	0,35	0,35	0,30	0,05	1,02	0,83	0,0

Tabla 129. *Disponibilidad hídrica Cte Directas Rio Mayo No. 2*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA CTES DIRECTAS RIO MAYO No. 2													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	2,7	2,1	4,1	6,1	5,2	1,2	0,3	0,5	2,0	6,7	6,9	4,1	3,5

Tabla 130. *Oferta hídrica superficial total Ctes Directas Rio Mayo No. 5*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CTES DIRECTAS RIO MAYO No. 5													
NOVALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL CTES DIRECTAS RIO MAYO No 5													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	9,83	8,52	8,53	9,54	5,52	0,90	0,82	0,04	1,30	11,98	16,52	14,30	7,3
Qmax	32,58	26,08	27,71	23,05	18,34	5,31	8,03	1,80	9,54	27,77	34,34	33,81	34,3
Qmin	0,03	0,83	0,61	0,37	0,10	0,07	0,03	0,25	0,04	0,00	3,84	1,37	0,0

Tabla 131. *Disponibilidad hídrica Ctes Directas Rio Mayo No. 5*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA CTES DIRECTAS RIO MAYO No. 5													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	7,4	6,4	6,4	7,2	4,1	0,7	0,6	0,0	1,0	9,0	12,4	10,7	5,5

Tabla 132. *Oferta hídrica superficial total Ctes Directas Rio Mayo No. 3*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - CTES DIRECTAS RIO MAYO No. 3													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL CTES DIRECTAS RIO MAYO No. 3													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	14,86	14,95	34,47	44,08	31,10	8,74	1,58	2,18	16,17	54,71	55,54	34,47	26,1
Qmax	85,83	78,91	103,28	153,50	98,18	61,29	22,32	26,39	81,55	141,06	169,22	91,88	169,2
Qmin	0,04	0,28	0,33	6,05	0,57	0,67	2,16	2,16	0,86	5,98	5,52	0,16	0,0

Tabla 133. *Disponibilidad hídrica Ctes Directas Rio Mayo No. 3*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA CTES DIRESTAS RIO MAYO No. 3													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	11,14	11,21	25,84	33,05	23,32	6,54	1,17	1,63	12,12	41,02	41,65	25,84	19,54

Tabla 134. *Oferta hídrica superficial total Quebrada Charguayaco*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA CHARGUAYACO													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA CHARGUAYACO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	30,13	23,02	44,75	65,84	56,42	14,05	4,19	5,86	22,62	72,23	73,62	44,85	38,1
Qmax	114,01	113,33	144,28	187,64	137,97	85,13	67,39	95,40	87,14	238,98	257,14	117,98	257,1
Qmin	2,01	0,06	0,00	3,09	6,28	1,60	2,01	2,01	1,63	0,07	11,36	9,58	0,0

Tabla 135. *Disponibilidad hídrica Quebrada Charguayaco*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA CHARGUAYACO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	22,6	14,4	33,6	49,4	42,3	10,5	3,1	4,4	17,0	54,2	55,2	33,6	28,6

Tabla 136. *Oferta hídrica superficial total Quebrada El Mesón*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA EL MESON													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA EL MESON													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	83,34	71,29	71,38	80,61	44,24	5,41	4,88	0,02	8,49	103,16	145,64	124,76	61,9
Qmax	298,22	236,14	251,71	207,32	162,70	42,43	66,83	12,42	80,61	252,30	315,05	310,00	315,1
Qmin	0,88	4,96	3,37	1,75	0,22	1,45	0,81	3,35	1,06	0,08	29,53	9,05	0,1

Tabla 137. *Disponibilidad hídrica Sistema Quebrada El Mesón*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA EL MESON													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	62,49	53,45	53,51	60,44	33,16	4,04	3,64	-0,01	6,35	77,35	109,21	93,55	46,43

Tabla 138. *Oferta Hídrica Quebrada El Rincón*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA EL RINCON													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA EL RINCON													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	40,27	38,25	44,60	52,25	26,88	5,15	0,19	0,39	9,76	72,22	94,43	70,57	37,9
Qmax	173,67	148,45	127,39	152,19	117,69	66,83	28,73	74,84	142,52	258,51	249,21	267,83	267,8
Qmin	2,49	0,04	0,31	0,32	2,49	2,49	2,49	2,49	2,49	2,49	2,49	2,49	0,0

Tabla 139. *Disponibilidad hídrica Quebrada El Rincón*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA EL RINCON													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	30,19	28,68	33,44	39,17	20,15	3,85	0,13	0,28	7,31	54,16	70,82	52,92	28,42

Tabla 140. *Oferta Hídrica Quebrada La Alpujarra*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA LA ALPUJARRA													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA LA ALPUJARRA													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	42,84	41,44	52,24	66,24	48,45	17,84	3,42	3,15	17,08	80,55	101,24	67,12	45,1
Qmax	165,48	174,80	144,88	359,08	140,83	89,54	42,58	40,24	117,30	309,73	262,67	202,09	359,1
Qmin	1,11	0,34	0,04	3,88	0,03	1,95	1,95	1,95	0,98	2,73	19,96	1,95	0,0

Tabla 141. *Disponibilidad Hídrica Quebrada Alpujarra*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA ALPUJARRA													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	32,12	31,08	39,17	49,67	36,33	13,37	2,56	2,36	12,80	60,40	75,92	50,33	33,84

Tabla 142. *Oferta Hídrica Quebrada La Fragua*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA LA FRAGUA													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA LA FRAGUA													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	75,08	72,63	91,55	116,08	84,91	31,27	6,00	5,53	29,92	141,16	177,42	117,62	79,1
Qmax	290,00	306,33	253,90	629,28	246,79	156,91	74,61	70,52	205,56	542,80	460,33	354,16	542,8
Qmin	1,95	0,60	0,07	6,80	0,05	3,42	3,42	3,42	1,71	4,79	34,97	3,42	0,1

Tabla 143. *Disponibilidad Hídrica Quebrada La Fragua*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA LA FRAGUA													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	56,29	54,46	68,65	87,05	63,67	23,44	4,49	4,13	22,43	105,86	133,05	88,20	59,31

Tabla 144. *Oferta Hídrica Quebrada Los Molinos*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA LOS MOLINOS													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA LOS MOLINOS													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	76,07	64,45	64,53	73,43	38,69	3,69	3,26	0,04	6,24	95,32	136,97	116,44	56,6
Qmax	288,72	226,73	242,26	198,05	153,81	36,99	60,16	9,61	73,43	242,85	305,57	300,51	305,6
Qmin	1,46	3,33	2,08	0,90	0,02	2,12	1,37	4,15	1,67	0,35	24,99	6,71	0,0

Tabla 145. *Disponibilidad Hídrica Quebrada Los Molinos*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA LOS MOLINOS													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	57,05	48,33	48,39	55,07	29,01	2,77	2,44	0,02	4,68	71,48	102,73	87,33	42,44

Tabla 146. *Oferta Hídrica Quebrada Quiebra Camilla*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA QUIEBRA CAMILLA													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA QUIEBRA CAMILLA													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	25,43	24,63	30,80	38,75	28,63	10,99	2,34	2,18	10,54	46,85	58,53	39,25	26,6
Qmax	94,64	99,87	83,08	202,98	80,80	51,93	25,28	23,94	67,58	175,39	149,07	115,16	203,0
Qmin	0,50	0,11	0,00	2,63	0,00	0,96	0,96	0,96	0,43	1,91	12,23	0,96	0,0

Tabla 147. *Disponibilidad Hídrica Quebrada Quiebra Camilla*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA QUIEBRA CAMILLA													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	19,07	18,47	23,10	29,06	21,48	8,24	1,76	1,63	7,90	35,14	43,90	29,44	19,93

Tabla 148. *Oferta Hídrica Quebrada San Gerardo*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA SAN GERARDO													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA SAN GERARDO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	56,61	47,96	48,02	54,65	28,79	2,75	2,43	0,03	4,64	70,94	101,94	86,66	42,1
Qmax	214,87	168,74	180,30	147,39	114,47	27,53	44,77	7,15	54,65	180,73	227,41	223,65	227,4
Qmin	1,09	2,48	1,55	0,67	0,01	1,58	1,02	3,09	1,25	0,26	18,60	4,99	0,0

Tabla 149. *Disponibilidad Hídrica Quebrada San Gerardo*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA SAN GERARDO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	42,46	35,97	36,01	40,98	21,59	2,06	1,82	0,02	3,48	53,20	76,45	64,99	31,59

Tabla 150. *Oferta Hídrica Quebrada San Mateo*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA SAN MATEO													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA SAN MATEO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	42,31	40,19	46,85	54,89	28,24	5,41	0,20	0,41	10,25	75,87	99,21	74,13	39,8
Qmax	182,45	155,95	133,83	159,88	123,63	70,20	30,18	78,62	149,72	271,57	261,80	281,36	281,4
Qmin	2,62	0,04	0,33	0,33	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	0,0

Tabla 151. *Disponibilidad Hídrica Quebrada San Mateo*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA SAN MATEO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	31,08	29,49	34,48	40,51	20,53	3,40	-0,51	-0,35	7,03	56,25	73,75	54,95	29,22

Tabla 152. *Oferta Hídrica Quebrada Santa Ana*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA SANTA ANA													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA SANTA ANA													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	126,13	122,59	149,72	184,29	140,25	60,60	17,09	16,13	58,47	219,18	269,06	186,44	129,2
Qmax	421,68	443,65	372,99	874,78	363,38	240,91	125,46	119,54	307,46	759,71	649,80	507,84	759,7
Qmin	0,81	0,00	0,50	18,70	0,55	2,51	2,51	2,51	0,60	14,58	66,41	2,51	0,0

Tabla 153. *Disponibilidad Hídrica Quebrada Santa Ana*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA SANTA ANA													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	94,60	91,95	112,29	138,22	105,19	45,45	12,82	12,10	43,85	164,38	201,80	139,83	96,87

Tabla 154. *Oferta Hídrica Quebrada Las Cañadas*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA LAS CAÑADAS													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA LAS CAÑADAS													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	15,98	16,06	31,44	38,60	28,88	10,65	3,30	4,05	17,07	46,35	46,95	31,44	24,2
Qmax	68,46	63,60	80,62	115,14	77,08	51,09	22,05	25,25	65,46	106,63	125,85	72,69	125,9
Qmin	0,73	0,02	1,44	8,13	1,88	0,02	0,74	0,74	0,07	8,06	7,61	0,07	26,2

Tabla 155. *Disponibilidad Hídrica Quebrada Las Cañadas*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA LAS CAÑADAS													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	11,98	12,04	23,57	28,95	21,66	7,98	2,47	3,03	12,80	34,76	35,21	23,57	18,17

Tabla 156. *Oferta Hídrica Quebrada Bateros*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA BATEROS													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA BATEROS													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	10,85	10,31	12,02	14,08	7,24	1,39	0,05	0,11	2,63	19,46	25,45	19,02	10,2
Qmax	46,80	40,00	34,33	41,01	31,71	18,01	7,74	20,17	38,40	69,66	67,15	72,17	72,2
Qmin	0,67	0,01	0,08	0,09	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,0

Tabla 157. *Disponibilidad Hídrica Quebrada Bateros*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA BATEROS													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	8,14	7,73	9,01	10,56	5,43	1,04	0,04	0,08	1,97	14,59	19,08	14,26	7,66

Tabla 158. *Oferta Hídrica Quebrada de Cusillo*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA DE CUSILLO													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA DE CUSILLO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	66,48	64,32	81,07	102,79	75,19	27,69	5,31	4,90	26,50	125,00	157,11	104,16	70,0
Qmax	256,81	271,27	224,84	557,25	218,55	138,95	66,07	62,45	182,04	480,67	407,64	313,62	480,7
Qmin	1,72	0,53	0,06	6,02	0,05	3,03	3,03	3,03	1,52	4,24	30,97	3,03	0,1

Tabla 159. *Disponibilidad Hídrica Quebrada de Cusillo*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA DE CUSILLO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	49,85	48,23	60,79	77,08	56,38	20,75	3,97	3,66	19,86	93,74	117,82	78,10	52,52

Tabla 160. *Oferta Hídrica Quebrada Del Purgatorio*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA DEL PURGATORIO													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA DEL PURGATORIO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	12,65	10,72	10,73	12,21	6,43	0,61	0,54	0,01	1,04	15,85	22,78	19,37	9,4
Qmax	48,02	37,71	40,29	32,94	25,58	6,15	10,01	1,60	12,21	40,39	50,82	49,98	50,8
Qmin	0,24	0,55	0,35	0,15	0,00	0,35	0,23	0,69	0,28	0,06	4,16	1,12	0,0

Tabla 161. *Disponibilidad Hídrica Quebrada Del Purgatorio*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA DEL PURGATORIO													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	9,49	8,04	8,05	9,16	4,83	0,46	0,41	0,00	0,78	11,89	17,09	14,52	7,06

Tabla 162. *Oferta Hídrica Quebrada Guayaquil*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA GUAYAQUIL													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA GUAYAQUIL													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	4,81	3,46	7,74	12,17	10,17	1,85	0,32	0,55	3,39	13,54	13,84	7,76	6,6
Qmax	21,14	21,00	27,85	37,65	26,44	14,92	11,22	17,11	15,35	49,45	53,66	22,02	53,7
Qmin	0,93	0,29	0,20	0,08	0,37	0,83	0,93	0,93	0,84	0,30	1,00	0,77	0,1

Tabla 163. *Disponibilidad Hídrica Quebrada Guayaquil*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA GUAYAQUIL													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	3,59	2,57	5,79	9,10	7,60	1,37	0,22	0,39	2,52	10,13	10,36	5,80	4,95

Tabla 164. *Oferta Hídrica Quebrada Honda*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA HONDA													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA HONDA													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	7,66	7,71	17,49	22,28	15,81	4,56	0,88	1,20	8,32	27,55	27,97	17,49	13,2
Qmax	42,97	39,55	51,60	76,39	49,08	30,82	11,41	13,45	40,86	70,25	84,14	45,97	84,1
Qmin	0,03	0,11	0,20	3,20	0,34	0,29	1,01	1,01	0,38	3,16	2,92	0,06	0,0

Tabla 165. *Disponibilidad Hídrica Quebrada Honda*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA HONDA													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	5,74	5,77	13,11	16,70	11,85	3,41	0,65	0,89	6,23	20,66	20,97	13,11	9,92

Tabla 166. *Oferta Hídrica Quebrada Las Palmas*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - QUEBRADA LAS PALMAS													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA LAS PALMAS													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	28,30	24,21	24,24	27,38	15,02	1,84	1,66	0,01	2,88	35,03	49,46	42,37	21,0
Qmax	101,3	80,2	85,5	70,4	55,3	14,4	22,7	4,2	27,4	85,7	107,0	105,3	107,0
Qmin	0,30	1,68	1,14	0,60	0,07	0,49	0,27	1,14	0,36	0,03	10,03	3,07	0,0

Tabla 167. *Disponibilidad Hídrica Quebrada Las Palmas*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA QUEBRADA LAS PALMAS													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	21,22	18,15	18,17	20,52	11,26	1,37	1,24	0,00	2,16	26,27	37,09	31,77	15,77

Tabla 168. *Oferta Hídrica Rio Tajumbina*

CAUDALES GENERADOS SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS) - RIO TAJUMBINA													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m²/s) = OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL QUEBRADA RIO TAJUMBINA													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	39,99	45,16	24,78	3,03	2,73	0,01	4,76	57,79	81,59	69,89	49,46	42,37	35,1
Qmax	167,06	132,29	141,01	116,14	91,14	23,77	37,44	6,96	45,16	141,34	176,49	173,66	176,5
Qmin	0,49	2,78	1,89	0,98	0,12	0,81	0,45	1,88	0,59	0,05	16,54	5,07	0,1

Tabla 169. *Disponibilidad Hídrica Rio Tajumbina*

DISPONIBILIDAD HÍDRICA MENSUAL Y ANUAL DE LA SUB CUENCA RIO TAJUMBINA													
Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Vr Anual
Qm	29,98	33,86	18,57	2,26	2,04	0,00	3,56	43,33	61,18	52,41	37,08	31,76	26,34

2.2.7.7. Estimación de la demanda hídrica

El cálculo de la demanda hídrica se hace con la siguiente ecuación:

Ecuación 37. Demanda Hídrica

$$DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP$$

Donde:

DT = Demanda Total de agua
DUD = Demanda de Agua para Uso Doméstico
DUI = Demanda de Agua para uso Industrial.
DUS = Demanda de Agua para el Sector Servicios.
DUA = Demanda de Agua para uso Agrícola
DUP = Demanda de Agua para uso Pecuario.

Sin embargo, el país no cuenta con un sistema de información continua y sectorial de uso del agua, ni ha contabilizado históricamente el agua usada de fuentes superficiales y subterráneas.

Ante este panorama contemplaremos tres escenarios:

- ✓ Escenario uno: cuando existe informacion medida

La demanda de agua en general representa el volumen de agua, expresado en millones de metros cúbicos, utilizado por las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinado y corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales descritas en la ecuación.

- ✓ Escenario dos: cuando existe informacion medida, pero esta es insuficiente

Aquí se debe aprovechar la información medida y la información inexistente debe complementarse utilizando las tablas que agrupan la demanda por sectores.

- ✓ Escenario tres: cuando no existe información

En este caso se debe estimar potencialmente el volumen de agua demandada en millones de metros cúbicos a nivel sectorial, basados en dos variables: el volumen de producción sectorial y un factor de consumo de agua por tipo de servicio o bien.

Para la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo, nos ubicamos en el escenario dos por cuanto existe información medida pero es parcial, incompleta, insuficiente y dispersa.

Descripción y cálculo de cada uno de los factores de la ecuación de demanda total:

DUD = Demanda de Agua para Uso Doméstico, es la cantidad de agua consumida por la población urbana y rural para suplir sus necesidades.

El cálculo de la demanda de agua para consumo humano se realiza utilizando la siguiente expresión:

Ecuación 38. Demanda de agua para uso doméstico

$$DUD = Demanda\ per\ cápita\ urbana * número\ de\ e\ habitantes\ urbanos + Demanda\ per\ cápita\ rural * número\ de\ habitantes\ rurales.$$

Tabla 170. *Dotación de agua por habitante*

DOTACION POR HABITANTE SEGÚN EL GRADO DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA		
NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	DOTACIÓN NETA (L/ ha* día) CLIMAS TEMPLADO Y FRIO	DOTACIÓN NETA (L/ ha* día) CLIMAS CÁLIDO
BAJO	90	100
MEDIO	115	125
MEDIO ALTO	125	135
ALTO	140	150

Fuente: RAS 2000

Tabla 171. *Calculo Demanda de uso Doméstico - DUD*

CALCULO DEMANDA DE USO DOMESTICO (DUD) CUENCA HIDROGRÁFICA RÍO MAYO														
No.	MUNICIPIO	POBLACION URBANA 2042	POBLACION RURAL 2042	NIVEL COMPLEJIDAD SISTEMA URBANA	NIVEL COMPLEJIDAD SISTEMA RURAL	DOTACION NETA URBANA (Lts/ Hab/ Dia)	DOTACION NETA RURAL (Lts/ Hab/ Dia)	PERDIDAS TECNICAS	DOTACION BRUTA URBANA (Lts/ Hab/ Dia)	DOTACION BRUTA RURAL (Lts/ Hab/ Dia)	CONSUMO URBANO Lts/ hab/ día	CONSUMO RURAL Lts/ hab/ día	TOTAL Lts/ día	m³/ día
1	LA CRUZ	1.867	1.495	Baja	Baja	100	100	3	103	103	192.343	153.998	346.341	346,34
2	COLÓN (Génova)	2.031	1.518	Baja	Baja	100	100	3	103	103	209.152	156.402	365.554	365,55
3	SAN LORENZO	2.003	1.840	Baja	Baja	100	100	3	103	103	206.284	156.402	362.686	362,69
4	SAN PEDRO DE CARTAGO	2.104	1.873	Baja	Baja	100	100	3	103	103	216.735	156.402	373.137	373,14
5	TAMINANGO	1.995	1.946	Baja	Baja	100	100	3	103	103	205.520	156.402	361.921	361,92
6	BELÉN	1.948	1.984	Baja	Baja	100	100	3	103	103	200.614	156.402	357.015	357,02
7	LA UNIÓN	1.820	2.072	Baja	Baja	100	100	3	103	103	187.451	156.402	343.852	343,85
8	SAN PABLO	1.824	2.152	Baja	Baja	100	100	3	103	103	187.850	156.402	344.252	344,25
9	MERCADERES (Cauca)	1.959	2.690	Baja	Medio	100	120	3	103	123	201.783	156.402	358.185	358,18
TOTAL													3.212.943	3.212,94

Fuente: DANE Censo, Población y Vivienda. 2005. Con proyección 2042

DUD = 3.212,94 m³/dia

DUI = Demanda de Agua para uso Industrial. Es la cantidad de agua consumida por los diferentes sectores de la industria manufacturera y extractiva.

El cálculo de la demanda para uso industrial se realiza utilizando la siguiente expresión:

Ecuación 39. Demanda de agua para uso industrial

$$DUI = \sum_{i=1}^{n} Vpi * Fcii$$

Donde:

DUI = Demanda de agua para uso industrial

Vp*i* = Volumen de producción según sector económico

Fci*i* = Factor de consumo según sector económico

Tabla 172. *Consumos Industriales*

CONSUMOS PARA PRODUCCION DE ALGUNOS TIPOS DE INDUSTRIAS	
INDUSTRIA	**RANGO DE CONSUMO (M³/ día)**
AZUCARERA	4,5 - 6,5
QUÍMICA (a)	5,0 - 25,0
PAPEL Y CELULOSA (b)	40,0 - 70,0
BEBIDAS (c)	6,0 - 17,0
TEXTIL	62,0 - 97,0
SIDERÚRGICA	5,0 - 9,0
ALIMENTOS (d)	4,5 - 5,0

Fuente: RAS 2000

Notas:

a) Variables de acuerdo con el producto.

b) Se indican sólo los índices de celulosa.

c) Se tomó como representativa la cerveza.

d) Se tomó como representativa la industria de alimentos lácteos.

Tabla 173. *Calculo demanda uso industrial - DUI*

CALCULO DEMANDA USO INDUSTRIAL (DUI) CUENCA HIDROGRÁFICA RÍO MAYO				
No.	**MUNICIPIO**	**INDUSTRIAS**	**CONSUMO m³/día**	**TOTAL m³/día**
1	BELEN	106	25	2.650
2	COLON	4	9	36
3	LA CRUZ	31	9	279
4	LA UNION	71	9	639
5	SAN LORENZO	5	9	45
6	SAN PABLO	66	9	594
7	SAN PEDRO DE CARTAGO	1	9	9
8	TAMINANGO	16	9	144
9	FLORENCIA	8	9	72
10	MERCADERES	33	9	297
TOTAL				4.765

Tabla 174. *Consumo del trabajador en las Industrias*

CONSUMO DE SERVICIO PARA EL PERSONAL EN LAS INDUSTRIAS	
TIPO DE INSTALACIÓN	**CONSUMO DE AGUA (L/trabajador/jornada)**
INDUSTRIAS DONDE SE MANIPULEN MATERIALES Y SUSTANCIAS QUE OCASIONEN DESADEO	100
OTRAS INDUSTRIAS	30

Fuente: RAS 2000

Tabla 175. *Calculo DUI trabajador*

CALCULO DEMANDA USO INDUSTRIAL (DUI) CUENCA HIDROGRÁFICA RÍO MAYO							
No.	**Municipio**	**Industrias**	**Promedio trab./Indust/día**	**Total Trabajadores**	**Consumo Lts/trabajador/día**	**Total Lts/día**	**Total m³/día**
1	Belen	106	6	636	80	50.880	50,88
2	Colon	4	4	16	30	480	0,48
3	La Cruz	31	4	124	30	3.720	3,72
4	La Union	71	4	284	30	8.520	8,52
5	San Lorenzo	5	4	20	30	600	0,6
6	San Pablo	66	4	264	30	7.920	7,92
7	San Pedro De Cartago	1	4	4	30	120	0,12
8	Taminango	16	4	64	30	1.920	1,92
9	Florencia	8	4	32	30	960	0,96
10	Mercaderes	33	4	132	30	3.960	3,96
TOTAL							79,08

DUS = Demanda de Agua para el Sector Servicios, es la cantidad de agua consumida por el sector servicios que incluye entre otros: comercio, transporte y almacenamiento, comunicaciones, bancos, seguros y servicios a empresas, alquileres de vivienda, servicios personales y servicios del gobierno.

El cálculo de la demanda para el sector servicios se realiza utilizando la siguiente expresión:

Ecuación 40. *Demanda de agua para el sector servicios*

$$DUS = \sum_{i=1}^{n} Ni * Fcsi$$

Donde:
DUS = Demanda de agua para el sector servicios
N*i* = Número de establecimientos por tipo de servicio
Fcs*i* = Factor de consumo por tipo de servicio

Tabla 176. *Consumo mínimo en comercios*

CONSUMO MÍNIMO EN COMERCIOS	
TIPO DE INSTALACIÓN	**CONSUMO DE AGUA**
OFICINAS (Cualquier tipo)	20 L/m²/día
LOCALES COMERCIALES	6 L/m²/día
MERCADOS	100 L/local/día
LAVANDERIAS DE AUTOSERVICIO	40 L/kilo de ropa seca
CLUBES DEPORTIVOS Y SERVICIOS PRIVADOS	150 L/asistente/día
CINES Y TEATROS	6 L/asistente/día

Fuente: RAS 2000

Tabla 177. *Consumo para uso escolar*

CONSUMO PARA USO ESCOLAR	
TIPO DE INSTALACIÓN	**CONSUMO DE AGUA**
EDUCACIÓN ELEMENTAL	20 L/alumno/jornada
EDUCACIÓN MEDIA Y SUPERIOR	25 L/alumno/jornada

Fuente: RAS 2000

Tabla 178. *Consumo Institucional*

CONSUMO INSTITUCIONAL		
TIPO DE INSTALACIÓN		**CONSUMO DE AGUA**
SALUD	HOSPITALES, CLINICAS Y CENTROS DE SALUD	800 L/cama/día
	ORFANATOS Y ASILOS	300 L/huesped/día
SEGURIDAD	CUARTELES	150 L/persona/día
	CÁRCELES	150 L/interno/día

Fuente: RAS 2000

Tabla 179. *Consumo hoteles*

CONSUMO HOTELES				
CLASIFICACIÓN	CONSUMOS EN HOTELES (L/ cuarto/ día)			
MUNICIPIOS	TURISTICOS		OTROS	
CLIMA	CLIMAS TEMPLADO Y FRIO	CÁLIDO	CLIMAS TEMPLADO Y FRIO	CÁLIDO
GRAN TURISMO	1200	2000	600	1000
4 Y 5 ESTRELLAS	900	1500	450	750
1 Y 3 ESTRELLAS	600	1000	300	400

Fuente: RAS 2000

Tabla 180. *Consumo para fines públicos*

CONSUMO PARA FINES PUBLICOS	
TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA
ENTRETENIMIENTO (Teatros públicos)	6 L/asiento/día
DEPORTES AL AIRE LIBRE, CON BAÑO Y VESTIDORES	150 L/asistente/día
RECREACIÓN SOCIAL (Deportivos municipales)	25 L/asistente/día

Fuente: RAS 2000

De las tablas anteriores de RAS -2000 del sector servicios se sacó un promedio de 800 Lts/local/día, ya que la información que se logró conseguir en varias instituciones nos permitió agrupar solamente en número de locales de comercio y servicios.

Tabla 181. *Cálculo demanda sector servicios DUS*

CALCULO DEMANDA SECTOR SERVICIOS (DUS) ZONA HIDROGRÁFICA RÍO MAYO					
No.	MUNICIPIO	COMERCIO Y SERVICIOS	CONSUMO Lts/local/día	TOTAL Lts/día	TOTAL m³/día
1	BELEN	247	350	86.450	86,45
2	COLON	32	350	11.200	11,20
3	LA CRUZ	438	350	153.300	153,30
4	LA UNION	821	350	287.350	287,35
5	SAN LORENZO	158	350	55.300	55,30
6	SAN PABLO	377	350	131.950	131,95
7	SAN PEDRO DE CARTAGO	40	350	14.000	14,00
8	TAMINANGO	257	350	89.950	89,95
9	FLORENCIA	65	350	22.750	22,75
10	MERCADERES	433	350	151.550	151,55
TOTAL					1.003,80

DUS = 1.003,80 m³/día

DUA = Demanda de Agua para Uso Agrícola, la principal fuente de agua para la agricultura es la precipitación, los volúmenes adicionales necesarios para el desarrollo de cultivos, deben ser previstos por sistemas de riego. Cuando la precipitación es menor que el uso consuntivo de un cultivo (ETP*kc) el agua debe ser suministrada a través de sistemas de riego.

Con el uso de sistema de información SIG, se asocian los datos fisiográficos del área de estudio sobre cultivos, precipitación y evapotranspiración. A estos valores se adiciona el coeficiente de uso de agua por tipo de cultivo obtenido teóricamente del informe de la FAO 33.

Tabla 182. *DUA Demanda de agua uso Agrícola*

DEMANDA AGRICOLA						
Sub Cuencas	AREAS CULTIVADAS Ha	Pc mm/año	ETP mm/año	Kc	Q m³/año	Q m³/dia
Cañada de Taminango	42,75	1495,1	1.113,28	0,89	21.797	60
Cañada Seca o los Alisos	55,17	1495,1	1.113,28	0,88	28.433	78
Corrientes Direc. R. Mayo No.4	2.441,56	1568,9	790,84	0,85	2.198.968	6.025
Corrientes Direc. R. Mayo Alto	1.365,53	1496	830,63	0,86	1.067.371	2.924
Corrientes Direc. R. Mayo No. 1	0,00	1495,1	1.113,28		0	0
Corrientes Direc. R. Mayo No. 2	123,36	1495,1	1.113,28	0,77	78.688	216
Corrientes Direc. R. Mayo No. 5	1.681,82	1496	830,63	0,85	1.335.562	3.659
Corrientes Direc. R. Mayo No.3	1.753,32	1480,3	1.113,28	0,83	967.524	2.651
Q. Charguayaco	2.656,81	1495,1	1.113,28	0,83	1.529.070	4.189
Q. El Mesón	3.712,23	1496	830,63	0,85	2.947.937	8.077
Q. El Rincón	1.832,06	1568,9	790,84	0,81	1.694.942	4.644

DEMANDA AGRICOLA						
Sub Cuencas	AREAS CULTIVADAS Ha	Pc mm/año	ETP mm/año	Kc	Q m³/año	Q m³/dia
Q. La Alpujarra	1.243,09	2076,4	790,84	0,85	1.750.442	4.796
Q. La Fragua	3.286,54	2076,4	790,84	0,83	4.656.503	12.758
Q. Los Molinos	7.114,46	1496	830,63	0,85	5.649.704	15.479
Q. Quiebra Camilla	517,23	2076,4	790,84	0,86	721.380	1.976
Q. San Gerardo	1.764,82	1496	830,63	0,86	1.379.486	3.779
Q. San Mateo	1.498,57	1568,9	790,84	0,81	1.386.412	3.798
Q. Santa Ana	4.703,57	2076,4	790,84	0,82	6.734.878	18.452
Quebrada las Cañadas	514,20	1480,3	1.113,28	0,83	288.897	791
Quebrada Bateros	424,05	1568,9	790,84	0,86	376.884	1.033
Quebrada de Cusillo	3.047,58	2076,4	790,84	0,83	4.317.935	11.830
Quebrada del Purgatorio	204,81	1496	830,63	0,84	162.987	447
Quebrada Guayaquil	14,42	1495,1	1.113,28	0,88	7.434	20
Quebrada Honda	176,96	1480,3	1.113,28	0,76	112.229	307
Quebrada Las Palmas	833,08	1496	830,63	0,83	675.404	1.850
R. Tajumbina	1.570,12	1496	830,63	0,88	1.197.295	3.280
TOTALES	42.578,10				41.288.160	113.118

Fuente: Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño

Unión Temporal UT Crece Federación

ICA Seccional Nariño

Una vez construida una tabla de valores de variables asociadas, se estima la demanda de agua a partir de la expresión:

Ecuación 41. *Demanda de agua para el sector agrícola*

(41) $DUA = \lfloor P - (ETP * Kc) \rfloor ha$

DUA = Demanda de agua para el sector agrícola

P = Precipitación (mm/año)

ETP = Evapotranspiración potencial

kc = Coeficiente de uso de agua del cultivo (FAO 33)

ha = Número de hectáreas cultivadas

DUA = 113.118,3 m³/día

DUP: Demanda de agua para uso pecuario: Es el resultado de multiplicar el volumen de producción de animales de importancia comercial, por un factor de consumo promedio aproximado, el cual está determinado teniendo en cuenta el tipo de animal, el tipo de producción y el consumo de materias seca y alimento requerido. Como tipo de animales de importancia comercial se clasifican: bovinos carne, leche y doble propósito, aves de corral y porcinos. Los factores de consumo para la producción pecuaria se encuentran en tablas.

Ecuación 42. Demanda de agua para uso pecuario

$$DUP = \sum_{i=1}^{n} Vpai * Fca$$

Tabla 183. *DU Demanda de agua uso Pecuario*

CALCULO DEMANDA DE AGUA PARA USO PECUARIO - DUP												
No	Municipio	Bobinos, Bufalos y Equinos	Lts/Animal/Día	Total Lts/Día	Aves de Corral	Lts/Animal/Día	Total Lts/Día	Porcinos Caprinos Y Ovinos	Lts/Animal/Día	Total Lts/Día	Gran Total Lts/Día	Gran Total M³/Día
1	San Pablo	2.399	40	95.960	2.813	20	56.260	950	10	9.500	161.720	162
2	Belén	1.769	40	70.760	953	20	19.060	950	10	9.500	99.320	99
3	Colón (Génova)	1.432	40	57.280	2.078	20	41.560	610	10	6.100	104.940	105
4	San Lorenzo	6.307	40	252.280	2.469	20	49.380	1.770	10	17.700	319.360	319
5	San Pedro De Cartago	2.267	40	90.680	2.298	20	45.960	547	10	5.470	142.110	142
6	La Cruz	4.794	50	239.700	3.465	30	103.950	860	10	8.600	352.250	352
7	La Unión	3.690	50	184.500	6.426	30	192.780	2.670	10	26.700	403.980	404
8	Taminango	3.986	50	199.300	1.563	30	46.890	864	10	8.640	254.830	255
9	Mercaderes	17.653	50	882.650	47.335	30	1.420.050	5.473	10	54.730	2.357.430	2.357
Totales		44.297		2.073.110	69.400		1.975.890	14.694		146.940	4.195.940	4.196

Fuente: Censo nacional DANE 2005

Donde:

DUP = Demanda de agua para uso pecuario

Vpai = Volumen de producción por tipo de animal industrial

Fca = Factor de consumo según de producción animal

DUP = 4.196 m³/día

Resumiendo tenemos:

DUD = 3.212,94 m³/día

DUI = 4.844,08 m³/día

DUS = 1.003,80 m³/día

DUA = 113.118,30 m³/día

DUP = 4.196,00 m³/día

Ahora aplicando la ecuación tenemos que la Demanda Total para la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo es:

DT = 3.212,94 + 4.844,08 + 1003,80 +113.118,30 + 4.196,00 = 126.375,12 m³/día

La falta de información no permitió el cálculo de la demanda de agua a nivel de cada Sub Cuenca de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo.

2.2.7.8. Estimación de Caudales Máximos

2.2.7.8.1. Cuenca Hidrográfica Río Mayo. Del análisis de frecuencias a esta serie de datos de la estación LG Mayo – La Cañada, se observa que la distribución Gumbel es la que mejor se ajusta al comportamiento de los datos a través del tiempo. En la Tabla 184 se dan los valores de caudales máximos anuales para diferentes Periodos de Retorno.

Tabla 184. *Análisis de frecuencias de caudales máximos Cuenca Hidrografica Rio Mayo*

Tr	p	ESTACION LG MAYO - LA CAÑADA				
		Normal	Gumbel	gamma	lognormal	Pearson III
1,01	0,01	23,83	54,86	47,39	55,17	49,44
2	0,50	129,02	121,61	123,80	121,78	126,39
5	0,80	167,02	161,52	164,69	162,11	167,24
10	0,90	186,87	187,95	189,19	188,25	191,67
20	0,95	203,28	213,29	211,12	212,98	213,49
25	0,96	208,05	221,33	217,80	220,78	220,13
30	0,97	211,81	227,87	223,14	227,12	225,45
50	0,98	221,73	246,10	237,66	244,73	239,88
100	0,99	234,04	270,69	256,48	268,49	258,57
500	1,00	258,95	327,50	297,37	323,87	299,15

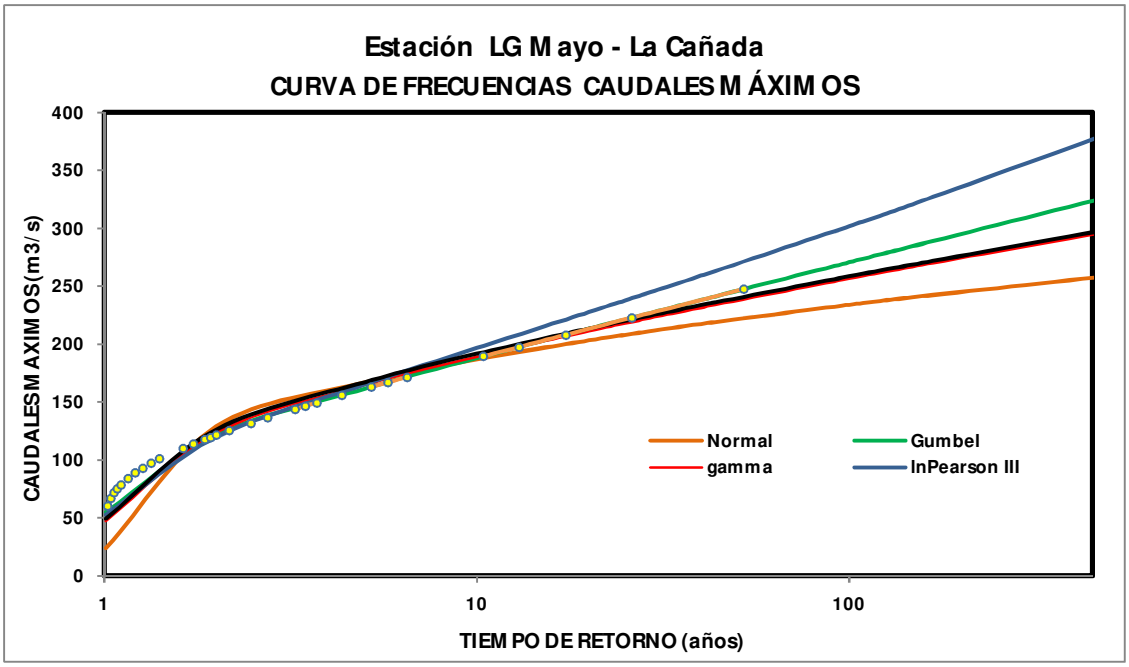


Figura 86. *Curva de Frecuencias de Caudales Máximos Rio Mayo*

Aunque la tendencia de los niveles máximos de la estación Mayo – La Cañada no se ajustan con claridad a ninguna distribución sobre todo en los valores máximos, es la distribución Gumbel la que más se acerca, como se puede observar en la Figura 68.

En la *Tabla 185* están los valores de niveles máximos para los diferentes Periodos de Retorno, sombreados en verde para la distribución Normal.

Tabla 185. *Análisis de frecuencias de niveles máximos Rio Mayo*

DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA NIVELES MAXIMOS						
T	p	ESTACIÓN LG MAYO - LA CAÑADA				
		Normal	Gumbel	gamma	lognormal	InPearson III
1,01	0,01	72,89	111,63	96,11	104,71	111,127598
2	0,50	204,24	194,99	199,08	196,88	196,890721
5	0,80	251,68	244,83	249,55	247,31	244,722468
10	0,90	276,48	277,82	278,99	278,62	274,825172
20	0,95	296,96	309,47	304,93	307,44	302,824431
25	0,96	302,93	319,51	312,77	316,38	311,569562
30	0,97	307,62	327,68	319,03	323,60	318,644915
50	0,98	320,01	350,44	335,93	343,46	338,210024
100	0,99	335,38	381,14	357,68	369,79	364,353109
500	1,00	366,49	452,08	404,39	429,42	424,436291

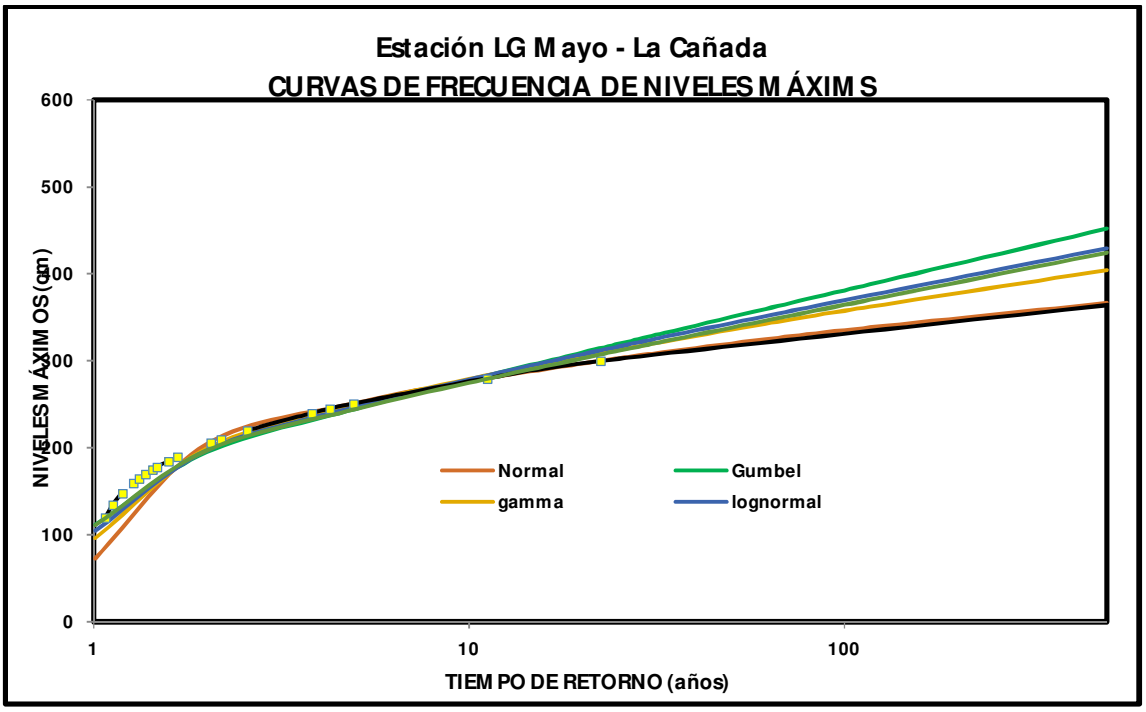


Figura 87. *Curvas de Frecuencias de Niveles Máximos Rio Mayo*

2.2.7.8.2. Sub cuencas de la cuenca Hidrográfica Río Mayo

Ninguna de las veintiséis (26) Sub Cuencas que hacen parte de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo, se encuentra instrumentada hidrometeorológicamente por el IDEAM.

Por tal motivo, se generaron caudales por método SCS y con ellos se estiman los caudales máximos para diferentes Periodos de Retorno.

Tabla 186. *Estimación caudales Cuencas Zona Hidrográfica Río Mayo por método scs*

ESTIMACION DE CAUDALES POR EL METODO S.C.S PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO															
SUB CUENCAS	EST. y DIST.	SOIL CONSERVATION SERVICE				Tc (min)	Tc (h)	D	Tp	A (km²)	Qo(2) m³/s	Qo (5) m³/s	Qo (10) m³/s	Qo (25) m³/s	Qo (50) m³/s	Qo (100) m³/s
		Pr	S	P	Pe											
CAÑADA DE TAMINANGO	Taminango Lognormal	2	130,85	65,60	9,13	16,51	0,28	0,04	9,92	10,88	2,08					
		5	130,85	74,80	13,18	16,51	0,28	0,04	9,92	10,88		3,00				
		10	130,85	80,20	15,79	16,51	0,28	0,04	9,92	10,88			3,60			
		25	130,85	86,30	18,93	16,51	0,28	0,04	9,92	10,88				4,32		
		50	130,85	90,60	21,26	16,51	0,28	0,04	9,92	10,88					4,85	
		100	130,85	94,50	23,44	16,51	0,28	0,04	9,92	10,88						5,35
CAÑADA SECA O LOS ALISOS	Taminango Lognormal	2	130,85	65,60	9,13	15,05	0,25	0,03	9,05	4,77	1,00					
		5	130,85	74,80	13,18	15,05	0,25	0,03	9,05	4,77		1,45				
		10	130,85	80,20	15,79	15,05	0,25	0,03	9,05	4,77			1,73			
		25	130,85	86,30	18,93	15,05	0,25	0,03	9,05	4,77				2,08		
		50	130,85	90,60	21,26	15,05	0,25	0,03	9,05	4,77					2,33	
		100	130,85	94,50	23,44	15,05	0,25	0,03	9,05	4,77						2,57

ESTIMACION DE CAUDALES POR EL METODO S.C.S PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO															
SUB CUENCAS	EST. y DIST.	SOIL CONSERVATION SERVICE				Tc (min)	Tc (h)	D	Tp	A (km²)	Qo(2) m³/s	Qo (5) m³/s	Qo (10) m³/s	Qo (25) m³/s	Qo (50) m³/s	Qo (100) m³/s
		Pr	S	P	Pe											
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No.4	Hidrocampamento Log Normal	2	58,30	63,90	24,69	35,14	0,59	0,08	21,12	41,57	10,11					
		5	58,30	93,90	48,13	35,14	0,59	0,08	21,12	41,57		19,70				
		10	58,30	114,80	65,90	35,14	0,59	0,08	21,12	41,57			26,97			
		25	58,30	142,30	90,33	35,14	0,59	0,08	21,12	41,57				36,98		
		50	58,30	163,40	109,63	35,14	0,59	0,08	21,12	41,57					44,87	
		100	58,30	185,10	129,81	35,14	0,59	0,08	21,12	41,57						53,14
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO ALTO	La Cruz Log Normal	2	91,58	57,90	11,95	29,64	0,49	0,07	17,82	75,19	10,49					
		5	91,58	94,30	34,46	29,64	0,49	0,07	17,82	75,19		30,25				
		10	91,58	121,60	54,74	29,64	0,49	0,07	17,82	75,19			48,05			
		25	91,58	159,60	85,72	29,64	0,49	0,07	17,82	75,19				75,25		
		50	91,58	190,20	112,14	29,64	0,49	0,07	17,82	75,19					98,43	
		100	91,58	222,70	141,14	29,64	0,49	0,07	17,82	75,19						123,9

ESTIMACION DE CAUDALES POR EL METODO S.C.S PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO															
SUB CUENCAS	EST. y DIST.	SOIL CONSERVATION SERVICE				Tc (min)	Tc (h)	D	Tp	A (km²)	Qo(2) m³/s	Qo (5) m³/s	Qo (10) m³/s	Qo (25) m³/s	Qo (50) m³/s	Qo (100) m³/s
		Pr	S	P	Pe											
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No. 1	Lognormal Taminango	2	165,83	65,60	5,31	8,79	0,15	0,02	5,28	2,27	0,47					
		5	165,83	74,80	8,35	8,79	0,15	0,02	5,28	2,27		0,75				
		10	165,83	80,20	10,39	8,79	0,15	0,02	5,28	2,27			0,93			
		25	165,83	86,30	12,89	8,79	0,15	0,02	5,28	2,27				1,15		
		50	165,83	90,60	14,77	8,79	0,15	0,02	5,28	2,27					1,32	
		100	165,83	94,50	16,56	8,79	0,15	0,02	5,28	2,27						1,48
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No. 2	Lognormal Taminango	2	91,58	65,60	16,10	18,50	0,31	0,04	11,12	4,14	1,25					
		5	91,58	74,80	21,55	18,50	0,31	0,04	11,12	4,14		1,67				
		10	91,58	80,20	24,96	18,50	0,31	0,04	11,12	4,14			1,93			
		25	91,58	86,30	28,97	18,50	0,31	0,04	11,12	4,14				2,24		
		50	91,58	90,60	31,89	18,50	0,31	0,04	11,12	4,14					2,47	
		100	91,58	94,50	34,60	18,50	0,31	0,04	11,12	4,14						2,68

ESTIMACION DE CAUDALES POR EL METODO S.C.S PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO																
SUB CUENCAS	EST. y DIST.	SOIL CONSERVATION SERVICE				Tc (min)	Tc (h)	D	Tp	A (km²)	Qo(2) m³/s	Qo (5) m³/s	Qo (10) m³/s	Qo (25) m³/s	Qo (50) m³/s	Qo (100) m³/s
		Pr	S	P	Pe											
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No. 5	Log Normal La Cruz	2	55,76	57,90	21,32	29,97	0,50	0,07	18,02	19,13	4,71					
		5	55,76	94,30	49,77	29,97	0,50	0,07	18,02	19,13		10,99				
		10	55,76	121,60	73,40	29,97	0,50	0,07	18,02	19,13			16,21			
		25	55,76	159,60	107,92	29,97	0,50	0,07	18,02	19,13				23,84		
		50	55,76	190,20	136,53	29,97	0,50	0,07	18,02	19,13					30,16	
		100	55,76	222,70	167,42	29,97	0,50	0,07	18,02	19,13						36,98
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No.3	Gumbell Mercaderes	2	96,34	66,10	15,32	45,05	0,75	0,10	27,08	58,41	6,87					
		5	96,34	80,80	23,98	45,05	0,75	0,10	27,08	58,41		10,76				
		10	96,34	90,60	30,34	45,05	0,75	0,10	27,08	58,41			13,61			
		25	96,34	102,90	38,86	45,05	0,75	0,10	27,08	58,41				17,44		
		50	96,34	112,00	45,48	45,05	0,75	0,10	27,08	58,41					20,40	
		100	96,34	121,10	52,33	45,05	0,75	0,10	27,08	58,41						23,48
QUEBRADA CHARGUAYACO	Taminango Lognormal	2	83,17	65,60	18,15	35,71	0,60	0,08	21,47	61,41	10,80					
		5	83,17	74,80	23,94	35,71	0,60	0,08	21,47	61,41		14,24				
		10	83,17	80,20	27,54	35,71	0,60	0,08	21,47	61,41			16,39			
		25	83,17	86,30	31,76	35,71	0,60	0,08	21,47	61,41				18,90		

ESTIMACION DE CAUDALES POR EL METODO S.C.S PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO																
SUB CUENCAS	EST. y DIST.	SOIL CONSERVATION SERVICE				Tc (min)	Tc (h)	D	Tp	A (km²)	Qo(2) m³/s	Qo (5) m³/s	Qo (10) m³/s	Qo (25) m³/s	Qo (50) m³/s	Qo (100) m³/s
		Pr	S	P	Pe											
		50	83,17	90,60	34,82	35,71	0,60	0,08	21,47	61,41					20,72	
		100	83,17	94,50	37,65	35,71	0,60	0,08	21,47	61,41						22,40
QUEBRADA EL MESON	Log Normal La Cruz	2	74,45	57,90	15,75	18,07	0,30	0,04	10,86	53,26	16,06					
		5	74,45	94,30	40,99	18,07	0,30	0,04	10,86	53,26		41,80				
		10	74,45	121,60	62,86	18,07	0,30	0,04	10,86	53,26			64,11			
		25	74,45	159,60	95,55	18,07	0,30	0,04	10,86	53,26				97,45		
		50	74,45	190,20	123,05	18,07	0,30	0,04	10,86	53,26					125,5	
		100	74,45	222,70	153,00	18,07	0,30	0,04	10,86	53,26						156,0
QUEBRADA EL RINCON	Log Hidrocampamento Normal	2	89,24	63,90	15,67	15,69	0,26	0,03	9,43	25,34	8,76					
		5	89,24	93,90	34,99	15,69	0,26	0,03	9,43	25,34		19,55				
		10	89,24	114,80	50,48	15,69	0,26	0,03	9,43	25,34			28,21			
		25	89,24	142,30	72,48	15,69	0,26	0,03	9,43	25,34				40,50		
		50	89,24	163,40	90,23	15,69	0,26	0,03	9,43	25,34					50,42	
		100	89,24	185,10	109,06	15,69	0,26	0,03	9,43	25,34						60,95
QUEBRADA LA ALPUJARRA	La Union Log Normal	2	89,24	72,5	20,76	21,33	0,36	0,05	12,82	26,93	9,07					
		5	89,24	89,2	31,70	21,33	0,36	0,05	12,82	26,93		13,85				

ESTIMACION DE CAUDALES POR EL METODO S.C.S PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO																
SUB CUENCAS	EST. y DIST.	SOIL CONSERVATION SERVICE				Tc (min)	Tc (h)	D	Tp	A (km²)	Qo(2) m³/s	Qo (5) m³/s	Qo (10) m³/s	Qo (25) m³/s	Qo (50) m³/s	Qo (100) m³/s
		Pr	S	P	Pe											
		10	89,24	99,4	38,94	21,33	0,36	0,05	12,82	26,93			17,01			
		25	89,24	111,5	47,95	21,33	0,36	0,05	12,82	26,93				20,95		
		50	89,24	120,1	54,60	21,33	0,36	0,05	12,82	26,93					23,85	
		100	89,24	128,5	61,25	21,33	0,36	0,05	12,82	26,93						26,76
QUEBRADA LA FRAGUA	Log	2	89,24	72,5	20,76	24,37	0,41	0,05	14,65	53,92	15,89					
	Normal	5	89,24	89,2	31,70	24,37	0,41	0,05	14,65	53,92		24,27				
		10	89,24	99,4	38,94	24,37	0,41	0,05	14,65	53,92			29,81			
		25	89,24	111,5	47,95	24,37	0,41	0,05	14,65	53,92				36,71		
	La Union	50	89,24	120,1	54,60	24,37	0,41	0,05	14,65	53,92					41,80	
		100	89,24	128,5	61,25	24,37	0,41	0,05	14,65	53,92						46,89
QUBRADA LOS MOLINOS	Log	2	89,24	57,90	12,41	28,47	0,47	0,06	17,11	84,9	12,80					
	Normal	5	89,24	94,30	35,27	28,47	0,47	0,06	17,11	84,9		36,40				
		10	89,24	121,60	55,78	28,47	0,47	0,06	17,11	84,9			57,55			
		25	89,24	159,60	86,99	28,47	0,47	0,06	17,11	84,9				89,76		
	La Cruz	50	89,24	190,20	113,55	28,47	0,47	0,06	17,11	84,9					117,2	
		100	89,24	222,70	142,69	28,47	0,47	0,06	17,11	84,9						147,2

ESTIMACION DE CAUDALES POR EL METODO S.C.S PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO																
SUB CUENCAS	EST. y DIST.	SOIL CONSERVATION SERVICE				Tc (min)	Tc (h)	D	Tp	A (km²)	Qo(2) m³/s	Qo (5) m³/s	Qo (10) m³/s	Qo (25) m³/s	Qo (50) m³/s	Qo (100) m³/s
		Pr	S	P	Pe											
QUEBRADA QUIEBRA CAMILLA	Log Normal La Union	2	78,75	72,5	23,77	11,94	0,20	0,03	7,18	8,41	5,79					
		5	78,75	89,2	35,45	11,94	0,20	0,03	7,18	8,41		8,64				
		10	78,75	99,4	43,09	11,94	0,20	0,03	7,18	8,41			10,50			
		25	78,75	111,5	52,54	11,94	0,20	0,03	7,18	8,41				12,81		
		50	78,75	120,1	59,47	11,94	0,20	0,03	7,18	8,41					14,49	
		100	78,75	128,5	66,38	11,94	0,20	0,03	7,18	8,41						16,18
QUEBRADA SAN GERARDO	Log Normal La Cruz	2	89,24	57,90	12,41	15,82	0,26	0,04	9,51	35,11	9,53					
		5	89,24	94,30	35,27	15,82	0,26	0,04	9,51	35,11		27,09				
		10	89,24	121,60	55,78	15,82	0,26	0,04	9,51	35,11			42,83			
		25	89,24	159,60	86,99	15,82	0,26	0,04	9,51	35,11				66,80		
		50	89,24	190,20	113,55	15,82	0,26	0,04	9,51	35,11					87,20	
		100	89,24	222,70	142,69	15,82	0,26	0,04	9,51	35,11						109,6
QUEBRADA SAN MATEO	Hidrocampamento Log Normal	2	89,24	63,90	15,67	14,24	0,24	0,03	8,56	24,16	9,20					
		5	89,24	93,90	34,99	14,24	0,24	0,03	8,56	24,16		20,54				
		10	89,24	114,80	50,48	14,24	0,24	0,03	8,56	24,16			29,64			
		25	89,24	142,30	72,48	14,24	0,24	0,03	8,56	24,16				42,55		

TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN
MinAmbiente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
FONDO DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL
IQNet ISO 9001 icontec

ESTIMACION DE CAUDALES POR EL METODO S.C.S PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO																
SUB CUENCAS	EST. y DIST.	SOIL CONSERVATION SERVICE				Tc (min)	Tc (h)	D	Tp	A (km²)	Qo(2) m³/s	Qo (5) m³/s	Qo (10) m³/s	Qo (25) m³/s	Qo (50) m³/s	Qo (100) m³/s
		Pr	S	P	Pe											
		50	89,24	163,40	90,23	14,24	0,24	0,03	8,56	24,16					52,97	
		100	89,24	185,10	109,06	14,24	0,24	0,03	8,56	24,16						64,03
QUEBRADA SANTA ANA	Log Normal La Union	2	41,35	72,5	39,08	41,11	0,69	0,09	24,71	120,28	39,56					
		5	41,35	89,2	53,56	41,11	0,69	0,09	24,71	120,28		54,23				
		10	41,35	99,4	62,69	41,11	0,69	0,09	24,71	120,28			63,46			
		25	41,35	111,5	73,71	41,11	0,69	0,09	24,71	120,28				74,62		
		50	41,35	120,1	81,64	41,11	0,69	0,09	24,71	120,28					82,66	
		100	41,35	128,5	89,46	41,11	0,69	0,09	24,71	120,28						90,57
QUEBRADA LAS CAÑADAS	Gumbell Mercaderes	2	49,59	66,10	29,84	27,07	0,45	0,06	16,27	23,37	8,92					
		5	49,59	80,80	41,71	27,07	0,45	0,06	16,27	23,37		12,46				
		10	49,59	90,60	49,97	27,07	0,45	0,06	16,27	23,37			14,93			
		25	49,59	102,90	60,64	27,07	0,45	0,06	16,27	23,37				18,12		
		50	49,59	112,00	68,71	27,07	0,45	0,06	16,27	23,37					20,53	
		100	49,59	121,10	76,89	27,07	0,45	0,06	16,27	23,37						22,97
QUEBRADA BATEROS	Hidrocampamento Los	2	89,24	63,90	15,67	13,81	0,23	0,03	8,30	6,01	2,36					
		5	89,24	93,90	34,99	13,81	0,23	0,03	8,30	6,01		5,27				

ESTIMACION DE CAUDALES POR EL METODO S.C.S PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO																
SUB CUENCAS	EST. y DIST.	SOIL CONSERVATION SERVICE				Tc (min)	Tc (h)	D	Tp	A (km²)	Qo(2) m³/s	Qo (5) m³/s	Qo (10) m³/s	Qo (25) m³/s	Qo (50) m³/s	Qo (100) m³/s
		Pr	S	P	Pe											
		10	89,24	114,80	50,48	13,81	0,23	0,03	8,30	6,01			7,60			
		25	89,24	142,30	72,48	13,81	0,23	0,03	8,30	6,01				10,91		
		50	89,24	163,40	90,23	13,81	0,23	0,03	8,30	6,01					13,59	
		100	89,24	185,10	109,06	13,81	0,23	0,03	8,30	6,01						16,42
QUEBRADA DE CUSILLO	Log Normal La Union	2	89,24	72,5	20,76	24,33	0,41	0,05	14,62	47,67	14,07					
		5	89,24	89,2	31,70	24,33	0,41	0,05	14,62	47,67		21,49				
		10	89,24	99,4	38,94	24,33	0,41	0,05	14,62	47,67			26,40			
		25	89,24	111,5	47,95	24,33	0,41	0,05	14,62	47,67				32,51		
		50	89,24	120,1	54,60	24,33	0,41	0,05	14,62	47,67					37,02	
		100	89,24	128,5	61,25	24,33	0,41	0,05	14,62	47,67						41,53
QUEBRADA DEL PURGATORIO	Log Normal La Cruz	2	89,24	57,90	12,41	4,96	0,08	0,01	2,98	2,46	2,13					
		5	89,24	94,30	35,27	4,96	0,08	0,01	2,98	2,46		6,05				
		10	89,24	121,60	55,78	4,96	0,08	0,01	2,98	2,46			9,57			
		25	89,24	159,60	86,99	4,96	0,08	0,01	2,98	2,46				14,93		
		50	89,24	190,20	113,55	4,96	0,08	0,01	2,98	2,46					19,49	
		100	89,24	222,70	142,69	4,96	0,08	0,01	2,98	2,46						24,49

ESTIMACION DE CAUDALES POR EL METODO S.C.S PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO																
SUB CUENCAS	EST. y DIST.	SOIL CONSERVATION SERVICE				Tc (min)	Tc (h)	D	Tp	A (km²)	Qo(2) m³/s	Qo (5) m³/s	Qo (10) m³/s	Qo (25) m³/s	Qo (50) m³/s	Qo (100) m³/s
		Pr	S	P	Pe											
QUEBRADA GUAYAQUIL	Lognormal	2	130,85	65,60	9,13	12,95	0,22	0,03	7,78	5,34	1,30					
		5	130,85	74,80	13,18	12,95	0,22	0,03	7,78	5,34		1,88				
		10	130,85	80,20	15,79	12,95	0,22	0,03	7,78	5,34			2,25			
	Taminango	25	130,85	86,30	18,93	12,95	0,22	0,03	7,78	5,34				2,70		
		50	130,85	90,60	21,26	12,95	0,22	0,03	7,78	5,34					3,03	
		100	130,85	94,50	23,44	12,95	0,22	0,03	7,78	5,34						3,34
QUEBRADA HONDA	Gumbell	2	91,58	66,10	16,38	16,06	0,27	0,04	9,65	10,24	3,61					
		5	91,58	80,80	25,34	16,06	0,27	0,04	9,65	10,24		5,59				
		10	91,58	90,60	31,89	16,06	0,27	0,04	9,65	10,24			7,04			
	Mercaderes	25	91,58	102,90	40,61	16,06	0,27	0,04	9,65	10,24				8,96		
		50	91,58	112,00	47,37	16,06	0,27	0,04	9,65	10,24					10,45	
		100	91,58	121,10	54,36	16,06	0,27	0,04	9,65	10,24						11,99
QUEBRADA LAS PALMAS	La Cruz Log Normal	2	74,45	57,90	15,75	10,62	0,18	0,02	6,38	10,63	5,45					
		5	74,45	94,30	40,99	10,62	0,18	0,02	6,38	10,63		14,20				
		10	74,45	121,60	62,86	10,62	0,18	0,02	6,38	10,63			21,77			
		25	74,45	159,60	95,55	10,62	0,18	0,02	6,38	10,63				33,09		

ESTIMACION DE CAUDALES POR EL METODO S.C.S PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO																
SUB CUENCAS	EST. y DIST.	SOIL CONSERVATION SERVICE				Tc (min)	Tc (h)	D	Tp	A (km²)	Qo(2) m³/s	Qo (5) m³/s	Qo (10) m³/s	Qo (25) m³/s	Qo (50) m³/s	Qo (100) m³/s
		Pr	S	P	Pe											
		50	74,45	190,20	123,05	10,62	0,18	0,02	6,38	10,63					42,62	
		100	74,45	222,70	153,00	10,62	0,18	0,02	6,38	10,63						52,99
RIO TAJUMBINA	Log Normal La Cruz	2	74,45	57,90	15,75	34,17	0,57	0,08	20,54	56,42	9,00					
		5	74,45	94,30	40,99	34,17	0,57	0,08	20,54	56,42		23,42				
		10	74,45	121,60	62,86	34,17	0,57	0,08	20,54	56,42			35,91			
		25	74,45	159,60	95,55	34,17	0,57	0,08	20,54	56,42				54,59		
		50	74,45	190,20	123,05	34,17	0,57	0,08	20,54	56,42					70,31	
		100	74,45	222,70	153,00	34,17	0,57	0,08	20,54	56,42						87,41

2.2.7.9. Estimación de Caudales mediante aforos

Los aforos se realizaron sobre las corrientes hídricas priorizadas; el método utilizado por el equipo de trabajo fue por vadeo, y el instrumento utilizado fue el molinete el cual es un equipo utilizado con frecuencia para la medición de volúmenes de agua sobre una sección determinada; cabe resaltar que los aforos se realizaron sobre la fuente principal Rio Mayo como sobre algunos de sus principales tributarios los cuales se describieron anteriormente a continuación se relacionan los datos obtenidos.

El punto se ubica luego de la confluencia con el río Tajumbina.

Tabla 187 Punto No. 1. Río Mayo

AFORO POR VADEO CON MOLINETE											
PUNTO DE AFORO:	RIO MAYO, DESPUES DE LA CONFLUENCIA RIO TAJUMBINA										
MOLINETE AOTT KEMPTEN	RANGO DE VALIDEZ DE LA ECUACION :					v= 0,134*n+0,018					
UBICACIÓN	MUNICIPIO: LA CRUZ				FECHA:	SEPTIEMBRE 29 DE 2.018					
GEORERENCIACION:	W: 1.013.765				N: 669.769				H: 2.016		
SECCION (m)	ANCHO SECCION	PT (m)	PA (m)	No. R.	T (s)	R/s	VP (m/s)	VM (m/s)	PM (m)	AREA PARCIAL (m2)	CAUDAL PARCIAL (m3/s)
2		L. I									
3	1,00	0,26	0,16	40	50	0,8	0,13	0,083	0,17	0,173	0,0145
4	1,00	0,27	0,16	138	50	2,76	0,39	0,257	0,265	0,265	0,0680
5	1,00	0,11	0,07	7	50	0,14	0,04	0,212	0,19	0,190	0,0403
6	1,00	0,29	0,17	139	50	2,78	0,39	0,214	0,2	0,200	0,0427
7	1,00	0,38	0,23	229	50	4,58	0,63	0,511	0,335	0,335	0,1712
8	1,00	0,42	0,25	393	50	7,86	1,07	0,851	0,4	0,400	0,3406
9	1,00	0,52	0,31	426	50	8,52	1,16	1,115	0,47	0,470	0,5243
10	1,00	0,53	0,32	302	50	6,04	0,83	0,994	0,525	0,525	0,5216
11	1,00	0,44	0,26	334	50	6,68	0,91	0,870	0,485	0,485	0,4221
12	1,00	0,40	0,24	224	50	4,48	0,62	0,766	0,42	0,420	0,3216
13	1,00	0,57	0,34	283	50	5,66	0,78	0,697	0,485	0,485	0,3382
14	1,00	0,47	0,28	250	50	5	0,69	0,732	0,52	0,520	0,3808
15	1,00	0,45	0,27	17	50	0,34	0,06	0,376	0,46	0,460	0,1729
16	1,00	0,51	0,31	35	50	0,7	0,11	0,088	0,48	0,480	0,0421
16,5	0,50	L. D.						0,075	0,34	0,170	0,0127

Velocidad Media:	0,6119	m/s		
Area Sección:	5,5783	m2		
Ancho Sección:	14	m		
CAUDAL TOTAL	3,413	m3/s	3413,46	LPS




Fotografía 7. Aforo Punto No. 1. Río Mayo

El punto de aforo se ubica sobre el río Tajumbina antes de la confluencia con el rio Mayo.

Tabla 188 Punto No. 2. Río Tajumbina

AFORO POR VADEO CON MOLINETE											
PUNTO DE AFORO:		RIO TAJUMBINA ANTES CONFLUENCIA RIO MAYO									
MOLINETE AOTT KEMPTEN		RANGO DE VALIDEZ DE LA ECUACION :				v= 0,134*n+0,018					
UBICACIÓN		MUNICIPIO: LA CRUZ				FECHA:	SEPTIEMBRE 29 DE 2.018				
GEORERENCIACION:		W: 1.013.894				N: 668.854			H: 2.040		
SECCION (m)	ANCHO SECCION	PT (m)	PA (m)	No. R.	T (s)	R/s	VP (m/s)	VM (m/s)	PM (m)	AREA PARCIAL (m2)	CAUDAL PARCIAL (m3/s)
1,0		L. I									
1,5	0,50	0,23	0,14	20	50	0,4	0,07	0,048	0,15	0,077	0,0037
2,0	0,50	0,35	0,21	26	50	0,52	0,09	0,080	0,29	0,145	0,0115
2,5	0,50	0,39	0,23	199	50	3,98	0,55	0,320	0,37	0,185	0,0591
3,0	0,50	0,17	0,10	28	50	0,56	0,09	0,322	0,28	0,140	0,0451
3,5	0,50	0,39	0,23	9	50	0,18	0,04	0,068	0,28	0,140	0,0095
4,0	0,50	0,43	0,26	194	50	3,88	0,54	0,290	0,41	0,205	0,0595
4,5	0,50	0,52	0,31	298	50	5,96	0,82	0,677	0,475	0,238	0,1609
5,0	0,50	0,55	0,33	221	50	4,42	0,61	0,713	0,535	0,268	0,1909
5,5	0,50	0,51	0,31	282	50	5,64	0,77	0,692	0,53	0,265	0,1834
6,0	0,50	0,63	0,38	293	50	5,86	0,80	0,789	0,57	0,285	0,2247
6,5	0,50	0,65	0,39	356	50	7,12	0,97	0,888	0,64	0,320	0,2841
7,0	0,50	0,35	0,21	284	50	5,68	0,78	0,876	0,5	0,250	0,2189
7,1	0,10	L. D.						0,519	0,23	0,023	0,0121

Velocidad Media:	0,5761	m/s		
Area Sección:	2,5400	m2		
Ancho Sección:	6	m		
CAUDAL TOTAL	1,463	m3/s	1463,22	LPS




Fotografía 8 Aforo Punto No. 2. Río Tajumbina

El punto de aforo se ubica sobre la quebrada Los Molinos antes de la confluencia con el rio Mayo.

Tabla 189. Punto No. 3. Quebrada Los Molinos

AFORO POR VADEO CON MICROMOLINETE											
PUNTO DE AFORO:	QUEBRADA LOS MOLINOS ANTES CONFLUENCIA RIO MAYO										
MICROMOLINETE AOTT KEMPTEN				RANGO DE VALIDEZ DE LA ECUACION :				Y=0,236 x N + 0,019			
UBICACIÓN	MUNICIPIO: SAN PABLO			FECHA: SEPTIEMBRE 29 DE 2.018							
GEORERENCIACION:	W: 1.007.928			N: 676.610				1.679			
SECCION (m)	ANCHO SECCION	PT (m)	PA (m)	No. R.	T (s)	R/s	VP (m/s)	VM (m/s)	PM (m)	AREA PARCIAL (m2)	CAUDAL PARCIAL (m3/s)
2,0		L. I									
2,5	0,50	0,20	0,12	150	50	3	0,73	0,485	0,13	0,067	0,0323
3,0	0,50	0,23	0,14	211	50	4,22	1,01	0,871	0,215	0,108	0,0936
3,5	0,50	0,26	0,16	330	50	6,6	1,58	1,296	0,245	0,123	0,1587
4,0	0,50	0,25	0,15	293	50	5,86	1,40	1,489	0,255	0,128	0,1899
4,5	0,50	0,23	0,14	241	50	4,82	1,16	1,279	0,24	0,120	0,1535
5,0	0,50	0,25	0,15	410	50	8,2	1,95	1,555	0,24	0,120	0,1866
5,5	0,50	0,26	0,16	258	50	5,16	1,24	1,595	0,255	0,128	0,2034
6,0	0,50	0,24	0,14	278	50	5,56	1,33	1,284	0,25	0,125	0,1605
6,5	0,50	0,17	0,10	187	50	3,74	0,90	1,116	0,205	0,103	0,1144
7,0	0,50	0,10	0,06	64	50	1,28	0,32	0,611	0,135	0,068	0,0413
7,4	0,40	L. D.						0,214	0,07	0,027	0,0057

Velocidad Media:	1,2036	m/s
Area Sección:	1,1133	m2
Ancho Sección:	5	m

CAUDAL TOTAL	1,340	m3/s	1340,03	LPS



Fotografía 9. Aforo Punto No. 3. Quebrada Los Molinos

El punto de aforo se ubica sobre el río Mayo antes de la confluencia con la quebrada Los Molinos.

Tabla 190. Punto No. 4. Río Mayo

AFORO POR VADEO CON MOLINETE											
PUNTO DE AFORO:		RIO MAYO, ANTES CONFLUENCIA QUEBRADA LOS MOLINOS									
MOLINETE AOTT KEMPTEN		RANGO DE VALIDEZ DE LA ECUACION :				v= 0,134*n+0,018					
UBICACIÓN		MUNICIPIO: SAN PABLO			FECHA:	SEPTIEMBRE 29 DE 2.018					
GEORERENCIACION:		W: 1.008.000			N: 675.743			H: 1.674			
SECCION (m)	ANCHO SECCION	PT (m)	PA (m)	No. R.	T (s)	R/s	VP (m/s)	VM (m/s)	PM (m)	AREA PARCIAL (m2)	CAUDAL PARCIAL (m3/s)
3		L. I									
4	1,00	0,16	0,10	90	50	1,8	0,26	0,173	0,11	0,107	0,0184
5	1,00	0,17	0,10	16	50	0,32	0,06	0,160	0,165	0,165	0,0264
6	1,00	0,45	0,27	230	50	4,6	0,63	0,348	0,31	0,310	0,1078
7	1,00	0,48	0,29	406	50	8,12	1,11	0,870	0,465	0,465	0,4047
8	1,00	0,62	0,37	338	50	6,76	0,92	1,015	0,55	0,550	0,5582
9	1,00	0,60	0,36	409	50	8,18	1,11	1,019	0,61	0,610	0,6216
10	1,00	0,60	0,36	269	50	5,38	0,74	0,927	0,6	0,600	0,5559
11	1,00	0,68	0,41	291	50	5,82	0,80	0,768	0,64	0,640	0,4918
12	1,00	0,63	0,38	273	50	5,46	0,75	0,774	0,655	0,655	0,5068
13	1,00	0,58	0,35	265	50	5,3	0,73	0,739	0,605	0,605	0,4470
14	1,00	0,36	0,22	158	50	3,16	0,44	0,585	0,47	0,470	0,2749
15	1,00	0,24	0,14	121	50	2,42	0,34	0,392	0,3	0,300	0,1176
16	1,00	0,22	0,13	117	50	2,34	0,33	0,337	0,23	0,230	0,0775
17	1,00	0,18	0,11	89	50	1,78	0,26	0,294	0,2	0,200	0,0588
18	1,00	0,12	0,07	14	50	0,28	0,06	0,156	0,15	0,150	0,0234
18,7	0,70	L. D.						0,037	0,08	0,056	0,0021

Velocidad Media:	0,7023	m/s		
Area Sección:	6,1127	m2		
Ancho Sección:	15	m		
CAUDAL TOTAL	4,293	m3/s	4292,82	LPS



Fotografía 10. Aforo Punto No. 4. Río Mayo

El punto de aforo se ubica sobre La quebrada La Fragua antes de la confluencia con el río Mayo.

Tabla 191. Punto No. 5. Quebrada La Fragua

AFORO POR VADEO CON MICROMOLINETE											
PUNTO DE AFORO:		QUEBRADA LA FRAGUA ANTES CONFLUENCIA RIO MAYO									
MICROMOLINETE AOTT KEMPTEN				RANGO DE VALIDEZ DE LA ECUACION :					Y=0,236 x N + 0,019		
UBICACIÓN		MUNICIPIO: LA UNION				FECHA: SEPTIEMBRE 30 DE 2.018					
GEORERENCIACION:			W: 996.248			N: 671.843			1.370		
SECCION (m)	ANCHO SECCION	PT (m)	PA (m)	No. R.	T (s)	R/s	VP (m/s)	VM (m/s)	PM (m)	AREA PARCIAL (m2)	CAUDAL PARCIAL (m3/s)
2,0		L. I									
2,3	0,30	**0,17**	0,10	**78**	50	1,56	0,39	0,258	0,11	0,034	0,0088
2,6	0,30	**0,23**	0,14	**125**	50	2,5	0,61	0,498	0,2	0,060	0,0299
2,9	0,30	**0,27**	0,16	**112**	50	2,24	0,55	0,578	0,25	0,075	0,0434
3,2	0,30	**0,31**	0,19	**132**	50	2,64	0,64	0,595	0,29	0,087	0,0518
3,5	0,30	**0,29**	0,17	**116**	50	2,32	0,57	0,604	0,3	0,090	0,0544
3,8	0,30	**0,26**	0,16	**135**	50	2,7	0,66	0,611	0,275	0,083	0,0504
4,1	0,30	**0,25**	0,15	**126**	50	2,52	0,61	0,635	0,255	0,077	0,0486
4,4	0,30	**0,22**	0,13	**96**	50	1,92	0,47	0,543	0,235	0,071	0,0383
4,7	0,30	**0,18**	0,11	**60**	50	1,2	0,30	0,387	0,2	0,060	0,0232
5,0	0,30	**0,11**	0,07	**57**	50	1,14	0,29	0,295	0,145	0,044	0,0128
5,3	0,30	L. D.						0,192	0,07	0,022	0,0042

Velocidad Media:	**0,5218**	**m/s**		
Area Sección:	**0,7010**	**m2**		
Ancho Sección:	**3,3**	**m**		
CAUDAL TOTAL	**0,366**	**m3/s**	**365,75**	**LPS**



Fotografía 11Aforo Punto No. 5. Quebrada La Fragua

El punto de aforo se ubica sobre el río Mayo pasado la confluencia con la quebrada La Fragua.

Tabla 192. Punto No. 6. Río Mayo

AFORO POR VADEO CON MOLINETE											
PUNTO DE AFORO:		RIO MAYO, DESPUES DE LA CONFLUENCIA QUEBRADA LA FRAGUA									
MOLINETE AOTT KEMPTEN		RANGO DE VALIDEZ DE LA ECUACION :				v= 0,134*n+0,018					
UBICACIÓN		MUNICIPIO: SAN PABLO			FECHA:	SEPTIEMBRE 30 DE 2.018					
GEORERENCIACION:		W: 994.746			N: 674.196			H: 1.107			
SECCION (m)	ANCHO SECCION	PT (m)	PA (m)	No. R.	T (s)	R/s	VP (m/s)	VM (m/s)	PM (m)	AREA PARCIAL (m2)	CAUDAL PARCIAL (m3/s)
3		L. I									
4	1,00	0,12	0,07	35	50	0,7	0,11	0,075	0,08	0,080	0,0060
5	1,00	0,15	0,09	67	50	1,34	0,20	0,155	0,135	0,135	0,0209
6	1,00	0,17	0,10	230	50	4,6	0,63	0,416	0,16	0,160	0,0666
7	1,00	0,18	0,11	406	50	8,12	1,11	0,870	0,175	0,175	0,1523
8	1,00	0,21	0,13	90	50	1,8	0,26	0,683	0,195	0,195	0,1331
9	1,00	0,28	0,17	16	50	0,32	0,06	0,160	0,245	0,245	0,0392
10	1,00	0,45	0,27	230	50	4,6	0,63	0,348	0,365	0,365	0,1269
11	1,00	0,48	0,29	406	50	8,12	1,11	0,870	0,465	0,465	0,4047
12	1,00	0,62	0,37	333	50	6,66	0,91	1,008	0,55	0,550	0,5545
13	1,00	0,64	0,38	403	50	8,06	1,10	1,004	0,63	0,630	0,6327
14	1,00	0,63	0,38	276	50	5,52	0,76	0,928	0,635	0,635	0,5892
15	1,00	0,68	0,41	286	50	5,72	0,78	0,771	0,655	0,655	0,5051
16	1,00	0,62	0,37	277	50	5,54	0,76	0,772	0,65	0,650	0,5021
17	1,00	0,58	0,35	270	50	5,4	0,74	0,751	0,6	0,600	0,4506
18	1,00	0,35	0,21	151	50	3,02	0,42	0,582	0,465	0,465	0,2707
19	1,00	0,26	0,16	118	50	2,36	0,33	0,378	0,305	0,305	0,1154
20	1,00	0,21	0,13	117	50	2,34	0,33	0,333	0,235	0,235	0,0782
21	1,00	0,20	0,12	89	50	1,78	0,26	0,294	0,205	0,205	0,0603
22	1,00	0,16	0,10	56	50	1,12	0,17	0,212	0,18	0,180	0,0382
23	1,00	0,15	0,09	96	50	1,92	0,28	0,222	0,155	0,155	0,0344
24	1,00	0,13	0,08	89	50	1,78	0,26	0,266	0,14	0,140	0,0372
25	1,00	0,10	0,06	27	50	0,54	0,09	0,173	0,115	0,115	0,0199
25,4	0,40	L. D.						0,060	0,07	0,027	0,0016

Velocidad Media:	0,6570	m/s		
Area Sección:	7,3667	m2		
Ancho Sección:	22	m		
CAUDAL TOTAL	4,840	m3/s	4839,68	LPS

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN
MinAmbiente
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
FONDO DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL
IQNet
ISO 9001
Icontec



Fotografía 12. Aforo Punto No. 6. Río Mayo

Tabla 193Georeferenciacion puntos de aforo

No. PUNTO	PUNTO	W	N	ALTITUD
1	Río Mayo después río Tajumbina	1.013.765	669.769	2.016
2	Río Tajumbina antes río Mayo	1.013.894	668.854	2.040
3	Quebrada Los Molinos antes río Mayo	1.007.928	676.610	1.679
4	Río Mayo antes quebrada Los Molinos	1.008.000	675.743	1.674
5	Quebrada La Fragua antes río Mayo	996.248	671.843	1.370
6	Río Mayo después quebrada La Fragua	994.746	674.196	1.107

La información mas dettallada acerca de los aforos realizados se encuentra en el Anexo 14.

2.2.7.10. Análisis de eventos extremos. Para analizar los eventos extremos de la Cuenca Hidrográfica Río Mayo – La Cañada, se tomaron periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

Por ser una Cuenca Hidrográfica con una pendiente promedio del 50,76% en un rango de 32,76% para la Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo No. 2, hasta 62,42% para la Sub Cuenca Corrientes Directas Rio Mayo Alto, se describe en el rango de pendientes del IGAC como de característica LIGERAMENTE ESCARPADO a MODERADAMENTE ESCARPADO, entre una cota altitudinal máxima de 4.197,70 metros en la parte más alta y 480,11 metros en la parte más baja.

Lo anterior implica que pese a presentar encajonamiento del Rio en buena parte de su recorrido, la influencia de sus Sub Cuencas hacen de esta Cuenca Hidrográfica del Río Mayo una área propensa a las inundaciones sobretodo de corrientes torrenciales súbitas.

Por otro lado la pendiente media del Rio Mayo de 0,67%, corresponde al símbolo a en el rango de pendientes del IGAC y se lo describe como plano. Por lo tanto son las Sub Cuencas las que provocarían la torrencialidad de los caudales.

Al analizar el comportamiento del Caudal Máximo en estos seis Periodos de retorno, se observa que el caudal aumenta en los siguientes porcentajes con respecto al primer periodo y los siguientes porcentajes de un periodo de retorno a otro:

Tabla 194. *Comportamiento Caudal máximo en seis periodos de retorno*

COMPORTAMIENTO CAUDAL MÁXIMO EN SEIS PERIODOS DE RETORNO			
PR	Q	% (respecto al primero)	% (de uno a otro Pr)
2	121,61	0	0
5	161,52	32,82	32,82
10	187,95	54,55	16,36
25	221,33	82,00	17,76
50	246,10	102,37	11,19
100	270,69	122,59	9,99

2.2.8. Calidad del Agua. La calidad de un ambiente acuático se define como: una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas, también como la composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua, la calidad presenta variaciones espaciales y temporales debido a factores externos e internos al cuerpo de agua **(Sierra Ramirez)**.

2.2.8.1. Descripción y evaluación de redes de monitoreo

2.2.8.1.1. Redes de monitoreo. Las redes de monitoreo de la cuenca hidrográfica del río Mayo se identificaron a partir de la entidad que regula los parámetros hidrometereologicos y

ambientales a nivel nacional IDEAM institución que suministro los datos e información que permitió analizar los datos meteorológicos de las tres estaciones que monitorean la cuenca, ver *Tabla 195*.

Tabla 195. *Redes de monitoreo cuenca hidrográfica rio Mayo*

CODIGO	ESTACIÓN
5203	Rio Mayo (La Cañada)
5204	Rio Juanambu
5202	Rio Guachicono (Pte Fierro)

Red de Monitoreo Rio Mayo. La principal estación hidrológica en el área de influencia es La Cañada y esta se localiza en el municipio de Colon a unos 1750msnm con número de código 5203701. *Tabla 196*.

Tabla 196. *Estación Hidrológica La Cañada en el area de influencia*

Latitud	0139 N
Longitud	7700 W
Elevación	1750 msnm
Tipo de estación	LG
Localización	Municipio de Colon
Fecha de instalación	N 1960-JUL
Estación La Cañada	52037010

Fuente: IDEAM 2017

Esta estación registra datos Minimos, Medios y Maximos. Para objeto de este estudio se tomaron datos de un periodo de tiempo a partir del año 1961 al 2012 en la tabla 3 se observa los valores mensuales asiganados para dicho intervalo de tiempo.

Medios Mensuales Multianuales (1961-2012). se registran los valores medios anuales de caudales del orden de 14.26 m3/s, maximos medios de 46.30 m3/s y minimos medios de 4.04 m3/s.

Tabla 197. *Regitro valores medios estación La Cañada*

VALORES MEDIOS MENSUALES Q (m3/s)													
Valores	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Medios	14.36	13.30	13.66	14.76	14.70	16.37	18.95	13.85	9.213	9.799	15.01	17.12	14.26
Maximos	32.30	31.11	26.94	30.00	23.66	25.20	34.35	23.40	16.80	18.78	28.13	46.30	46.30
Minimos	5.539	5.368	6.700	8.128	6.394	7.343	9.210	6.380	4.880	4.042	4.912	7.707	4.04

Fuente: Resgistros IDEAM 1961-2012

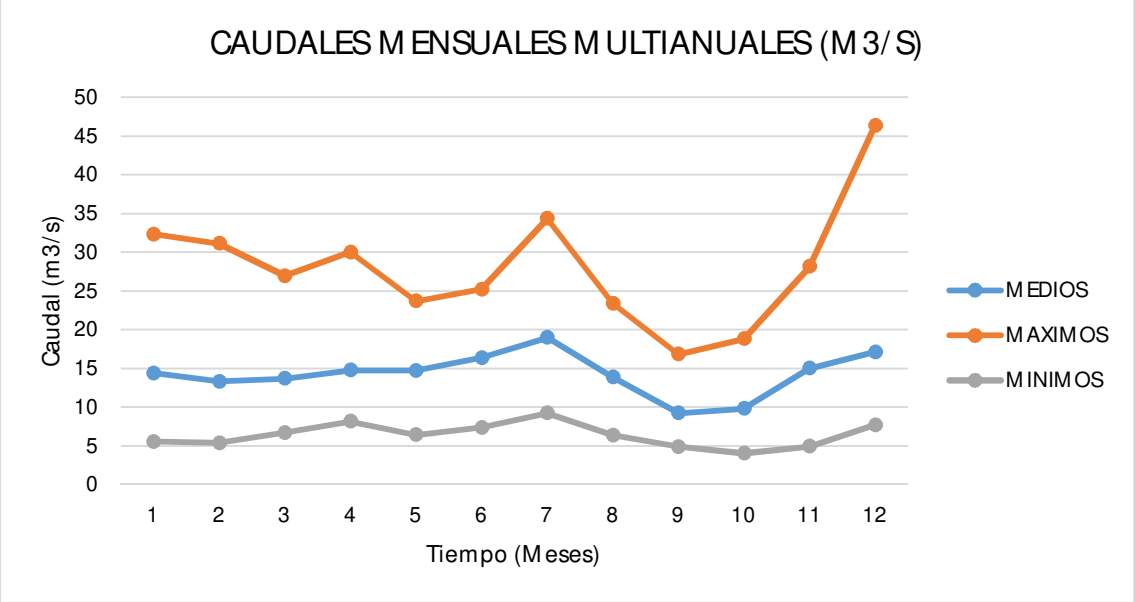


Figura 88. *Caudales mensuales Multianuales estación La Cañada*

Como se puede observar en la gráfica el valor más alto se registró en el mes doce donde el valor máximo medio mensual multianual es de 46,30 m3/s. Por otra parte, la gráfica muestra que para el mes de Julio los caudales también aumentan a intervalos de 2,58 m3/S de junio a julio en los valores medios, de junio a julio 9,15 m3/S en los valores máximos y de junio a julio 1,867 m3/S en los datos correspondientes a los caudales minios. Luego los caudales decaen a partir del mes de julio y mantienen un margen bajo hasta el mes de noviembre y esto se explica debido a que la ubicación de la Zona de Confluencia Intertropical franja de bajas presiones en la zona Ecuatorial.

Máximos Mensuales Multianuales (1961-2012). A continuación se presenta los valores máximos de caudales del orden de 58,9 m3/S para los medios máximos mensuales, 240 m3/S para los máximos mensuales y 7,8 para los mínimos máximos mensuales. En la *Tabla 198* se observan con mayor detalle.

Tabla 198. *Registro Máximos Mensuales Estación La Cañada (Caudal m3/S)*

VALORES MAXIOS MENSUALES													
Valores	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
MEDIOS	54.37	43.68	58,1	57	58,57	69,95	88,6	64,71	37,05	48.58	62,1	64,13	58,9
MAXIMOS	168.0	101.3	182	160	206,9	174,9	220	183,2	101,6	240.0	200	194	240.00
MINIMOS	7.800	9.270	13,9	15,4	17,38	18,5	22,1	11,97	11,9	10.60	14,6	16,2	7.80

Fuente: Resgistros IDEAM 1961-2012

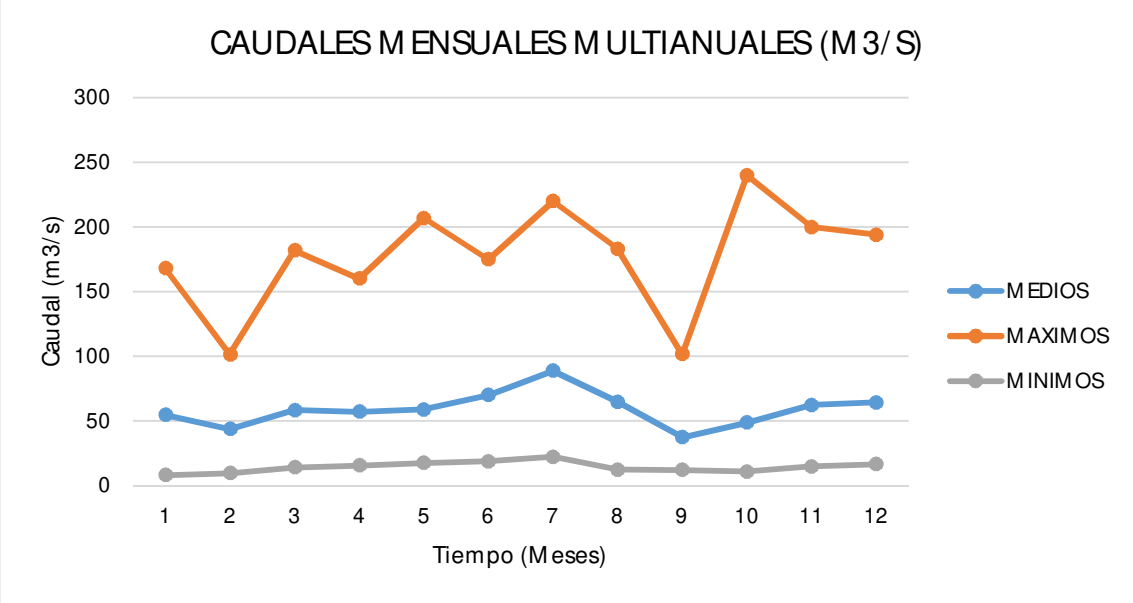


Figura 89. *Caudales mensuales Multianuales estación La Cañada*

En la gráfica se observa que el mes que reporta menor caudal es el mes de septiembre con un intervalo de 81,6 m3/s por debajo del mes de agosto, evidenciando de esta manera que el segundo trimestre del año es temporada de lluvia en la región Andina por lo que los caudales tienden a aumentar en estos meses.

Mínimos Mensuales Multianuales (1961-2012). A continuación se presenta los valores mínimos mensuales correspondiente a un periodo de tiempo a partir de los años 1961 al 2012 los caudales se muestran en el siguiente orden de 7,93 m3/S para los medios mínimos mensuales, 23 m3/S

para los máximos mínimos mensuales y 1,59 para los mínimos mensuales. En la *Tabla 199* se observan con mayor detalle.

Tabla 199. *Registro Mínimos Mensuales Estación La Cañada (caudal m3/S)*

VALORES MINIMOS MENSUALES													
Valores	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
MEDIOS	9	8	8,42	8,762	8,918	8,074	8,014	6,889	5,805	5,691	7,73	9,836	7,93
MAXIMOS	19,7	14,81	15,4	14,1	13,89	13,57	13,89	13,89	9,65	10,4	17,3	23	23
MINIMOS	4	4	3,55	4,6	3,7	3,97	3,95	3	2,3	2	1,59	3,58	1,59

Fuente: Resgistros IDEAM 1961-2012

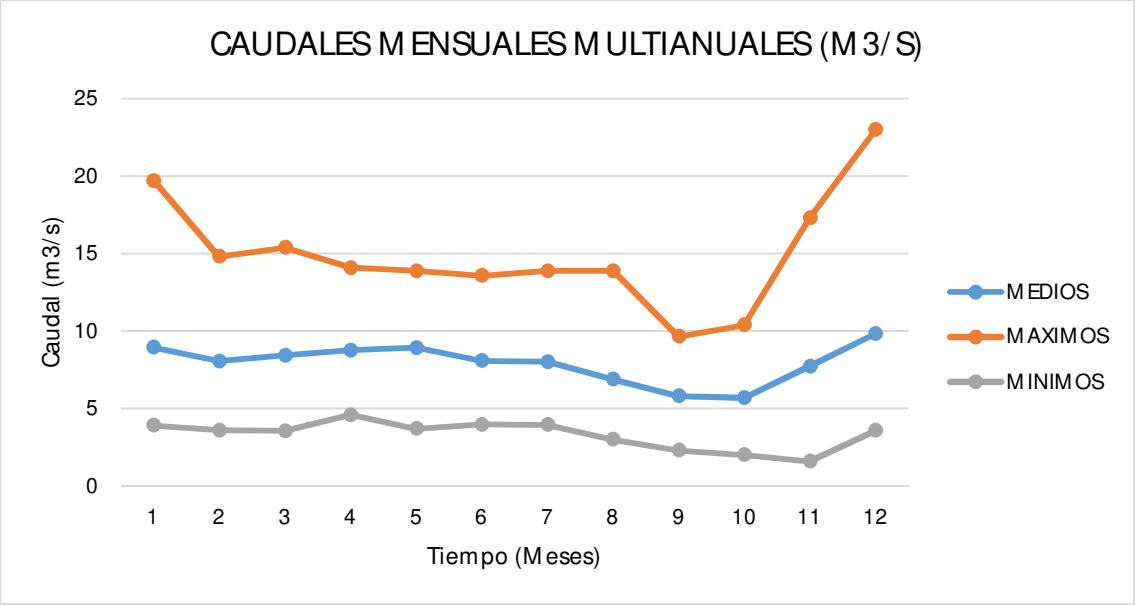


Figura 90. *Caudales mensuales Multianuales estación La Cañada*

La grafica indica que los caudales del tercer trimestre disminuyen esto debido a que las lluvias que llegan a Colombia en este periodo de tiempo vienen desde el norte por lo que llegan más tarde a la región Andina (-COLOMBIA, 2017)

Red de Monitoreo Rio Juanambu. La estación Universidad es una de las redes de monitoreo de la cuenca del rio Mayo esta se localiza a una altura de 2500 msnm y fue instalada en el año de 1970 por el IDEAM, a partir de los datos de esta red se obtienen los niveles máximos, medios y mínimos en un intervalo de tiempo correspondiente a los años de 1965 a 2014.

Tabla 200. *Estación Hidrológica Universidad en el area de influencia*

Latitud	114 N
Longitud	7717 W
Elevación	2500 msnm
Tipo de estación	LG
Localización	Municipio de Pasto
Fecha de instalación	N 1970-AGOS
Estación Universidad	52047010

Fuente: IDEAM 2017

Mensuales Multianuales (1965-2014). A continuación se presenta los valores medios mensuales correspondiente a un periodo de tiempo a partir de los años 1965 al 2014 los caudales se muestran en el siguiente orden de 3,390 m3/S para los medios mensuales, 10,3 m3/S para los máximos medios mensuales y 0,8 m3/s para los mínimos medios mensuales. En la *Tabla 201* se observan con mayor detalle.

Tabla 201. *Medios Mensuales Multianuales Caudales m3/S (1965-2014).*

VALORES MEDIOS MENSUALES													
Valores	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
MEDIOS	3,403	3,446	3,540	4,000	3,516	3,496	3,574	2,653	2,271	2,867	3,904	4,060	3,390
MAXIMOS	8,023	8,800	8,559	7,219	6,700	5,850	6,788	4,598	4,011	5,115	8,439	10,300	10,300
MINIMOS	0,800	1,270	1,570	1,900	1,650	1,730	1,427	1,420	1,230	1,519	1,770	1,410	0,800

Fuente: Registros IDEAM 1965-2014

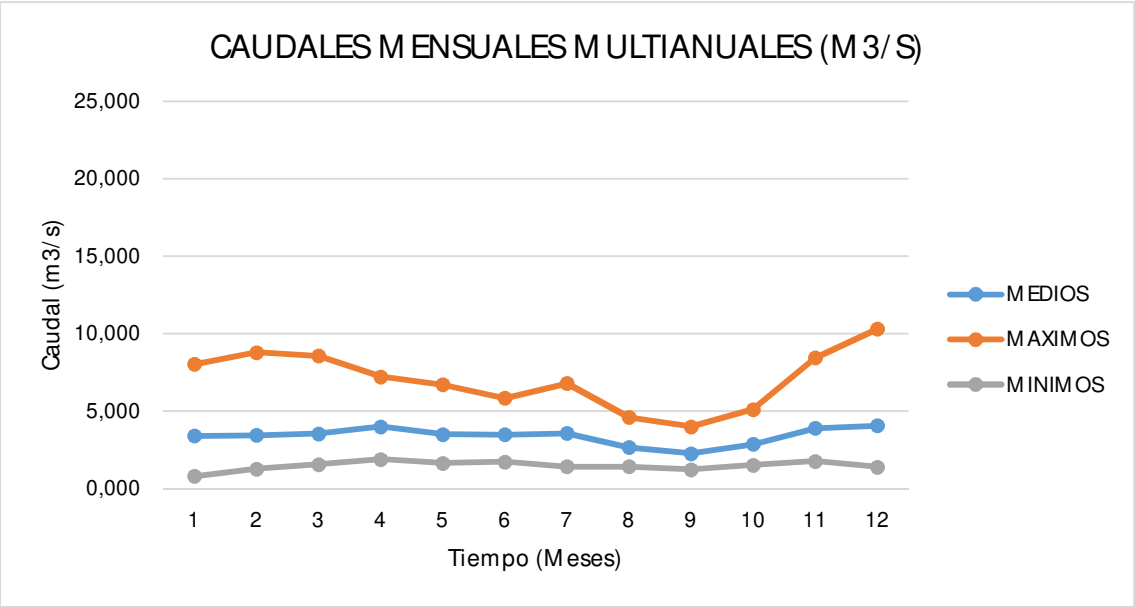


Figura 91. *Caudales mensuales Multianuales estación Universidad*

La grafica nos describe la variación de caudales medios mensuales multianuales registrando un punto de valor máximo para el mes de diciembre con un valor de 10,3 m3/s, los caudales medios según la estación de monitoreo presentan una constante en el primer semestre, mientras que el segundo nos indica una disminución dentro de los cuatro primeros meses y un aumento entre los meses de noviembre y diciembre. Los acaudales mínimos no presentan variación significativa.

Máximos Mensuales Multianuales (1965-2014). Se presenta los valores máximos mensuales correspondiente a un periodo de tiempo a partir de los años 1965 al 2014 los caudales se muestran en el siguiente orden de 16,760 m3/S para los medios mensuales, 95,870 m3/S para los máximos mensuales y 1,720 m3/s para los mínimos máximos mensuales. En la *Tabla 202* se observan con mayor detalle.

Tabla 202. *Máximos Mensuales Multianuales Caudales m3/S (1965-2014).*

VALORES MAXIMOS MENSUALES Q(M3/S)													
Valores	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
MEDIOS	15,650	18,600	20,350	21,470	17,720	16,110	15,070	8,354	8,169	15,460	21,900	22,110	16,760
MAXIMOS	51,130	66,500	56,600	56,300	95,870	45,600	59,520	22,400	23,580	45,270	61,580	64,080	95,870
MINIMOS	2,400	2,040	1,720	5,700	2,900	3,520	1,770	2,040	1,770	2,200	3,000	2,900	1,720

Fuente: Registros IDEAM 1965-2014

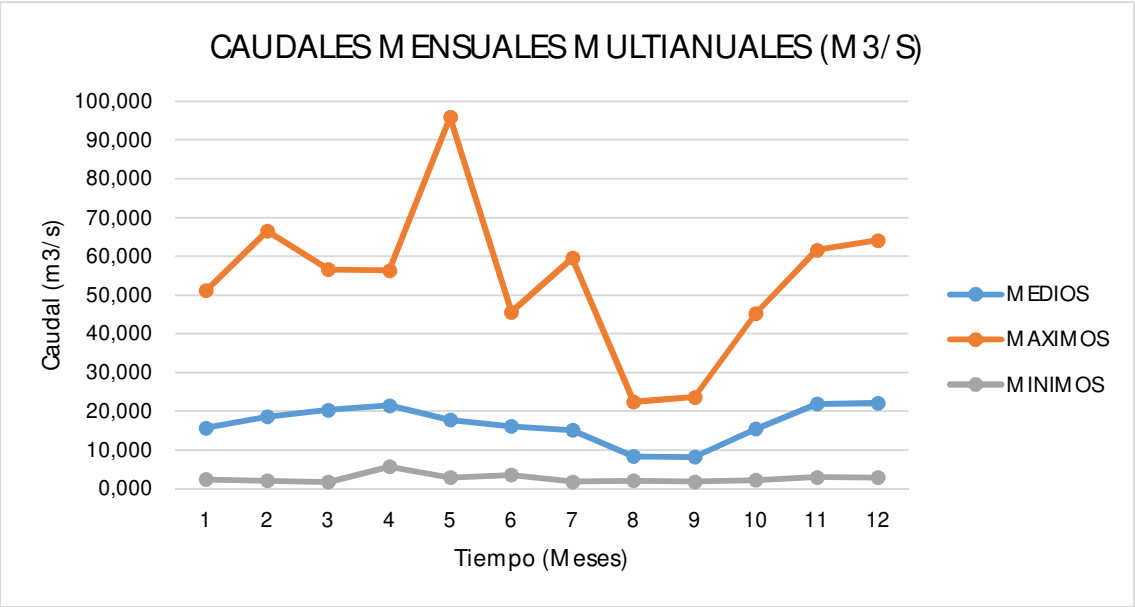


Figura 92. *Caudales mensuales Multianuales estación Universidad*

Los valores máximos mensuales multianuales que registra la estación corresponden a datos mínimos constantes, medios con variación en el segundo semestre y los valores máximos cuentan con variación dentro del registro arrojando un valor máximo significativo para el mes de mayo de 95,87m3/s.

Mínimos Mensuales Multianuales (1965-2014). Se presenta los valores mínimos mensuales correspondiente a un periodo de tiempo a partir de los años 1965 al 2014 los caudales se muestran en el siguiente orden de 1,9 m3/S para los medios mínimos mensuales, 4,690 m3/S para los máximos mínimos mensuales y 0,180 m3/s para los mínimos mensuales. En la *Tabla 203* se observan con mayor detalle.

Tabla 203. *Minimos Mensuales Multianuales Caudales m3/S (1965-2014).*

VALORES MINIMOS MENSUALES Q(M3/S)													
Valores	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
MEDIOS	1,946	1,947	1,957	2,072	1,989	2,074	2,013	1,753	1,535	1,539	1,912	2,089	1,900
MAXIMOS	4,061	3,980	4,418	4,690	3,500	4,141	3,490	3,250	2,850	2,940	3,340	4,530	4,690
MINIMOS	0,400	0,960	0,360	0,820	1,024	0,927	1,100	0,670	0,800	0,500	0,870	0,180	0,180

Fuente: Registros IDEAM 1965-2014

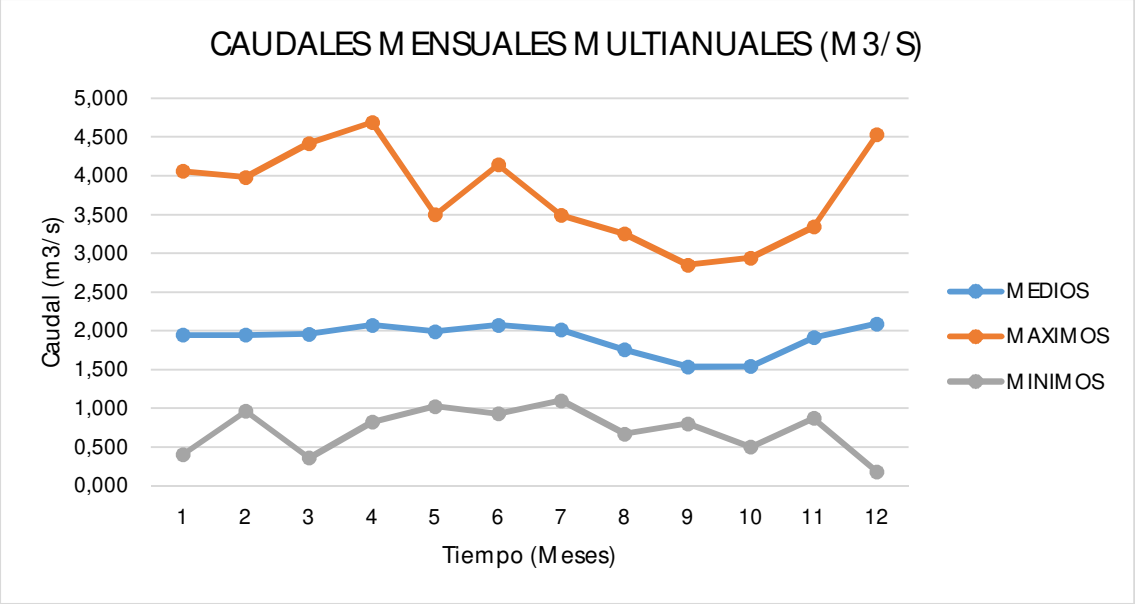


Figura 93. *Caudales mensuales Multianuales estación Universidad*

La grafica anterior describe los caudales mínimos mensuales multianuales registrados valores mínimos con variación para el mes de enero 0,4m3/s, junio 0,92m3/s y diciembre 0,18 m3/s: los datos de caudales medios mantienen valores que no manifiestan cambios de volúmenes significativos y los datos arrojados para los valores máximos presentan alteración con un punto alto en el mes de abril de 4,69m3/s y un bajo punto en el mes de septiembre de 2,85m3/s.

Red de Monitoreo Rio Guachicono. La estación Puente Fierro es una de las redes de monitoreo de la cuenca del rio Mayo esta se localiza a una altura de 900 msnm y fue instalada en el año de 1994 por el IDEAM, a partir de los datos de esta red se obtienen los niveles máximos, medios y mínimos en un intervalo de tiempo correspondiente a los años de 1995 a 2014.

Tabla 204. *Estación Hidrológica Universidad en el area de influencia*

Latitud	209 N
Longitud	7653 W
Elevación	900 msnm
Tipo de estación	LG
Localización	Municipio de Patia
Fecha de instalación	N 1994-JUN
Estación Pte Fierro	52027030

Fuente: IDEAM 2017

Medios Mensuales Multianuales (1995-2014). Los valores medios mensuales correspondiente a un periodo de tiempo a partir de los años 1995 al 2014 los caudales se muestran en el siguiente orden de 22,16 m3/S para los medios mensuales, 84,53 m3/S para los máximos medios mensuales y 4,09 m3/s para los mínimos medios mensuales. En la *Tabla 205* se observan con mayor detalle.

Tabla 205. *Medios Mensuales Multianuales Caudales m3/S (1995-2014).*

VALORES MEDIOS MENSUALES Q(M3/S)													
Valores	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
MEDIOS	30,74	24,41	25,27	25,48	25,55	21,43	16,58	12,36	8,83	12,85	29,04	33,34	22,16
MAXIMOS	76,80	47,30	44,20	43,92	84,53	52,06	26,60	24,40	13,03	24,70	54,79	72,20	84,53
MINIMOS	6,58	7,24	5,76	5,88	12,26	11,30	8,71	7,04	4,09	5,69	9,83	14,81	4,09

Fuente: Registros IDEAM 1995-2014

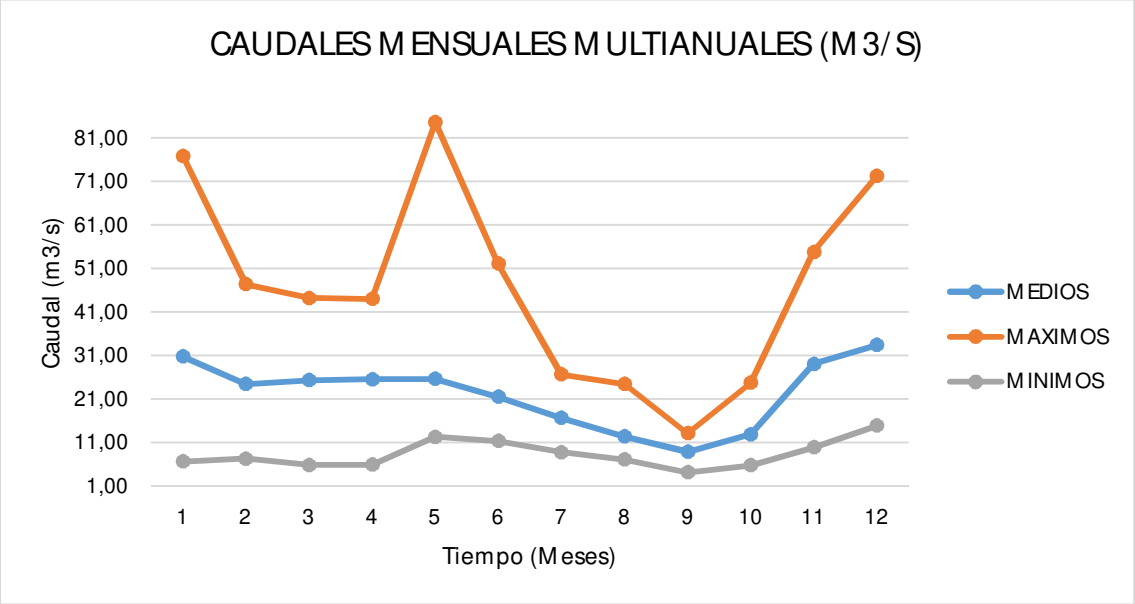


Figura 94. *Caudales mensuales Multianuales estación Puente Fierro*

En la gráfica se observa que el intervalo más alto de 84,53m3/s se registra en el mes de mayo muy por encima del mes de septiembre el cual reporta una disminución significativa con un intervalo de 13,03m3/s. para los valores medios y mínimos registrados los intervalos presentan disminución para el mes de septiembre dentro de todos los meses de monitoreo.

Máximos Mensuales Multianuales (1995-2014). Los valores máximos mensuales correspondiente a un periodo de tiempo a partir de los años 1995 al 2014 los caudales se muestran en el siguiente orden de 78,39 m3/S para los medios máximos mensuales, 250,80 m3/S para los máximos mensuales y 10,92 m3/s para los mínimos máximos mensuales. En la *Tabla 206* se observan con mayor detalle.

Tabla 206. *Máximos Mensuales Multianuales Caudales m3/S (1995-2014).*

VALORES MAXIMOS MENSUALES Q(M3/S)													
Valores	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
MEDIOS	90,13	79,21	99,79	118,70	85,81	58,97	51,18	41,13	30,07	62,16	113,80	109,70	78,39
MAXIMOS	187,00	250,80	215,80	223,00	201,40	109,30	86,20	120,50	83,62	133,40	208,60	200,60	250,80
MINIMOS	10,92	17,50	29,11	31,20	32,75	19,20	23,47	17,50	12,30	21,20	50,20	37,30	10,92

Fuente: Registros IDEAM 1995-2014

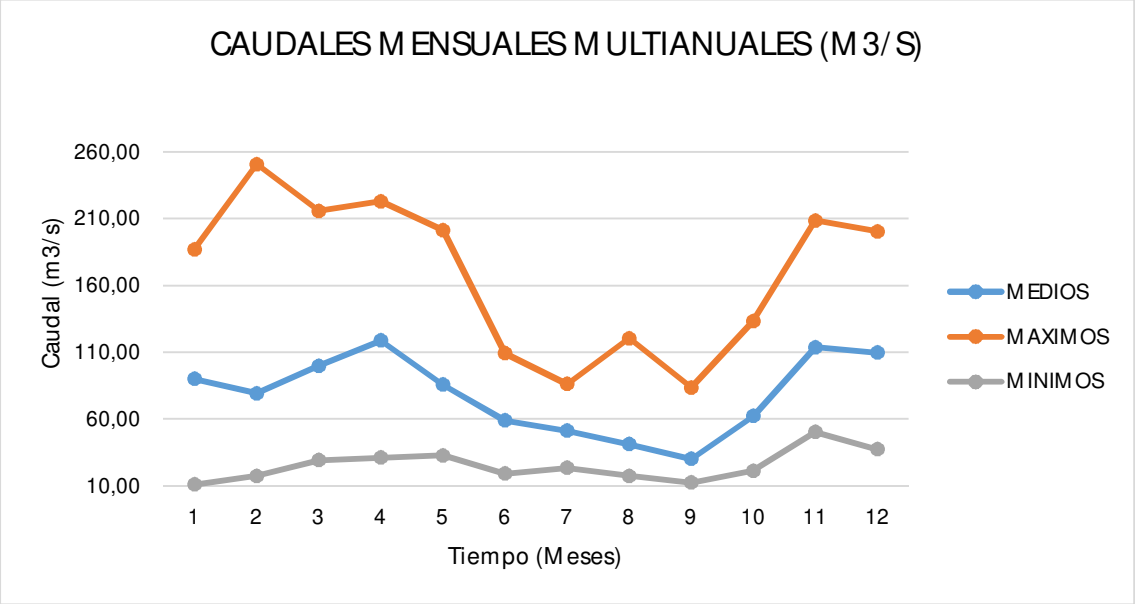


Figura 95. *Caudales mensuales Multianuales estación Puente Fierro*

La grafica de los datos máximos mensuales multianuales nos indican intervalos de los caudales según el monitoreo de la estación donde arroja datos que manifiestan variación de caudal dentro de los datos mínimos con un punto alto para el mes de noviembre con un intervalo de 50,2m3/s.

Los datos de caudales medios reportan datos altos en el mes de abril 118,70m3/s y en el mes de noviembre de 113,80m3/s y un intervalo de 30,07 m3/s para el mes de septiembre.

Los intervalos de 250,80m3/s en el mes de febrero nos indica el punto más alto de caudal dentro de los datos máximos registrados desde el cual muestra una disminución para los meses de marzo a octubre y una elevación en el mes de noviembre.

Los datos fueron tomados de la red Pública del IDEAM quien suministro los datos necesarios a través de la creación de usuario para solicitud de información (AÑO 2017).

2.2.8.2. Diagnóstico de los factores de contaminación del recurso hídrico. Los factores de contaminación del recurso hídrico están asociados a diversas actividades de tipo económico y como tal de vivienda, entre los que se encuentran el sector comercial, industrial, institucional y doméstico, los cuales repercuten en la calidad del agua al contener cargas contaminantes que alteran las características físicas, químicas y microbiológicas del agua.

A continuación, se describe las actividades más influyentes en cuanto a la contaminación del recurso hídrico.

- ✓ Turbidez en el agua ocasionada por el material particulado en suspensión, el valor más alto se presentó en la vereda el Peligro municipio de San Pablo con un valor de 65 UNT, este parámetro se puede ver afectado por varias razones, entre ellas la época en que se tomaron las muestras que fue temporada de invierno, las descargas de los municipios aguas arriba y la explotación minera, aunque se practica de manera artesanal esta modifica las características del agua.



Fotografía 13. *Extracción minera artesanal.*

- ✓ Desprotección de los sistemas protectores de las fuentes hídricas abastecedoras de agua para el consumo humano como el bosque ripario y suelo. Lo anterior debido a que se presentan caminos transitorios lo que permite el paso de personas, bovinos y equinos cerca al hilo hídrico provocando la compactación del suelo debida al pisoteo y contaminación del agua por los sedimentos desprendidos y la escorrentía de los residuos orgánicos introduciendo las peligrosas bacterias fecales *Escherichia coli* lo cual se evidencia con los resultados de las muestras de laboratorio.

- ✓ El uso inadecuado de agroquímicos con la finalidad de acelerar las producciones o controlar las plagas, repercutiendo en la contaminación del suelo y del agua, esta última afectada debido a la escorrentía que arrastra todos los fertilizantes y pesticidas aplicados a los suelos, aunado a lo anterior se suma la presencia de cultivos a favor de la pendiente cercanos a fuentes de agua que incrementan la erosión del suelo.

- ✓ Desprotección vegetal en algunos tramos del cauce principal del río Mayo que hace que este sea más propenso a recibir directamente los rayos del sol incrementando la temperatura del mismo lo que genera disminución en cuanto a oxígeno disuelto ya que estos son proporcionales.

- ✓ Aguas residuales domésticas y hospitalarias de las cabeceras municipales sin tratamiento previo a la descarga de los cuerpos de agua.

2.2.8.2.1. Contaminación hídrica por vertimientos industriales.

- ✓ Los municipios que comprenden la subcuenca del río Mayo se caracterizan en su sector agrícola por los cultivos de café, donde la gran mayoría de los agricultores no disponen de fosas para producir compost; la pulpa es arrojada directamente al suelo, ocasionando problemas de contaminación y perjudicando a las fuentes de agua. Las fincas tecnificadas y semitecnificadas producen mayor volumen de pulpa y esta es aprovechada en composteras.

El manejo inadecuado de las mieles del café en la etapa de beneficio, que son vertidas a las cañadas, sin tratamiento previo, afecta al recurso hídrico y a las comunidades que la utilizan tanto para uso doméstico como también el agrícola a través del riego. Se estima que para beneficiar

un kilo de café se requieren 3 litros de agua; en una producción promedia de una finca cafetera de la cuenca de aproximadamente 1.300 kilos/ha, la demanda de agua sería de aproximadamente 3.900 lt ó 3.9 m3 los cuales se estima en 58.500 m3 /anuales vertidos en las fuentes de agua de la cuenca anualmente (CORPONARIÑO, Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo , 2009).

- ✓ El Municipio de Belén es reconocido a nivel nacional y departamental por ser un importante productor de cuero curtido y manufacturas en cuero (marroquinería y talabartería), sin embargo esta actividad al no tener una producción tecnificada se a convertido en el mayor impacto ambiental de la subcuenca, debido a los insumos químicos utilizados como el sulfuro de sodio, ácido sulfúrico, sal cromo, soda caústica, cal, aceites minerales, anilinas minerales, sulfato de amonio, entre otros; que se vierten a la quebrada Mocondino desde hace varias décadas convirtiéndola en receptora de aguas residuales derivadas del proceso del curtido del cuero. Lo anterior a ocasionado una contaminación incontrolable de dichas aguas, convirtiéndose así en un factor perturbador y contaminante que afecta por igual a toda la zona urbana de Belén y zonas vecinas que colindan aguas abajo con la quebrada, hasta el río Mayo (CORPONARIÑO, Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo , 2009).

2.2.8.3. Actividades productivas desarrolladas en la subcuenca. Realizando un análisis del diagnóstico de la corriente hídrica se logra identificar la situación actual de calidad y cantidad tanto del cauce principal como de los afluentes.

Dentro de la cuenca del Rio Mayo se logra identificar los usos actuales y potenciales que se presentan estos diversos factores, principalmente los de contaminación alteran el estado y la calidad de agua del río, los vertimientos que a esta son direccionadas producto de uso doméstico e industrial.

2.2.8.3.1. Inventario de Vertimientos Municipio de San Pablo

Tabla 207. *Inventario de Vertimientos Municipio de San Pablo*

Municipio: SAN PABLO		Sector: Urbano	
Quebrada Bateros			
Tipo: Vertimiento domestico continuo			
Coordenadas	N 0676504	W 01007424	H 1.681 msnm
Descripción:	Vertimiento que se forma de aguas residuales provenientes de 8 viviendas del barrio 14 de Agosto el cual realiza su descarga directa a la quebrada Bateros afluente del rio Mayo.		
Tipo: Vertimiento domestico continuo			
Coordenadas	N 0676507	W 01007024	H 1.686 msnm
Descripción:	Vertimiento que se forma de aguas residuales provenientes de 112 viviendas del barrio los jardines el cual realiza su descarga directa a la quebrada Bateros afluente del rio Mayo.		
Tipo: Vertimiento domestico continuo			
Coordenadas	N 0076409	W 01007040	H 1.708 msnm
Descripción:	Vertimiento que se forma de aguas residuales provenientes del Colegio Normal Superior Sagrado Corazón de Jesús el cual realiza su descarga directa a la quebrada Bateros afluente del rio Mayo.		
Tipo: Vertimiento domestico continuo			
Coordenadas	N 0676436	W 01006904	H 1.690 msnm
Descripción:	Vertimiento que se forma de aguas residuales provenientes de los Barrios Villa Cristina y los Balcones los cuales realizan su descarga directa a la quebrada Bateros afluente del rio Mayo.		
Tipo: Vertimiento domestico continuo			
Coordenadas	N 0676436	W 01006904	H 1.690 msnm
Descripción:	Vertimiento que se forma de aguas residuales provenientes de los Barrios Villa Cristina y los Balcones los cuales realizan su descarga directa a la quebrada Bateros afluente del rio Mayo.		
Tipo: Vertimiento domestico continuo			
Coordenadas	N 0676302	W 01006631	H 1.672 msnm
Descripción:	Vertimiento que se forma de aguas residuales domesticas provenientes del 80% de la población del Municipio, es la más representativa y se realiza la descarga directa a la desembocadura de la quebrada Bateros afluente del rio Mayo.		

Fuente: Plan de Ordenamiento Quebrada Bateros 2014

Dentro de la quebrada bateros encontramos que se desarrollan actividades por diferentes tipos de uso, como el doméstico, el uso para servicios donde se destacan las escuelas y centros educativos, restaurantes, entidades territoriales, empresas de transporte, entro otros; el uso agrícola, esta actividad se realiza en pequeña escala debido a que son de nivel familiar con el

propósito de autoconsumo; se encuentra también el uso pecuario donde se destacan la importancia comercial de los bovinos, ovinos, aves, porcinos y equinos.

- **Características físicas de los puntos más representativos dentro de la Quebrada:**

Inicio de la quebrada Bateros: presenta Aguas claras, turbulentas y sin presencia de olores. Bosque primario y secundario. Material vegetal acumulado en las orillas y rocas de tamaño mediano y grande dentro de su cauce.

Entrada al casco urbano: Viviendas y pequeñas granjas porcícolas situadas sobre la ronda hídrica. Aguas claras, presencia de olores sépticos y acumulación de residuos sólidos.

Antes del colector Balcones y Villa Cristina: Aguas turbias, de flujo lento y presencia de olores sépticos. Paso de ganado por el cauce.

Después del colector Balcones y Villa Cristina: Aguas turbias, presencia fuerte de olores sépticos. Paso de ganado por el cauce.

2.2.8.3.2. Inventario de vertimientos Municipio de Colon Génova

Relaciona los usuarios generadores de vertimientos o aguas residuales de tipo industrial, doméstico y de servicios que alimentan y descargan al cauce principal de la Quebrada El Rincón incidiendo en su calidad fisicoquímica y bacteriológica, así como en el aumento de caudal. Se identifica el margen de descarga o vertimiento sobre la fuente receptora.

Zona Alta: Correspondiente al punto de nacimiento o inicio del Cauce principal Quebrada Rincón.

Zona media: Correspondiente al tramo entre la confluencia hasta el punto en donde se presentan las descargas de aguas residuales industriales, domésticas y de servicios del Centro Poblado del municipio de Colon Génova.

Zona Baja: Corresponde al tramo comprendido desde el casco urbano del municipio de Colon Génova hasta su desembocadura al río Mayo y además por la cual presentar condiciones geográficas de difícil acceso la Quebrada y presenta actividad domestica industrial.

Tabla 208. *Inventario de vertimientos Municipio de Colon Génova*

Municipio: COLON GENOVA		Sector: Urbano	
Quebrada El Rincón			
Tipo: Vertimiento Matadero Municipal			
Coordenadas	N 1006712,90	W 673462,30	H 1.917 msnm
Descripción:	Vertimiento que se forma de aguas residuales provenientes del matadero municipal el cual realiza su descarga directa a la quebrada el rincón afluente del rio Mayo; con un caudal vertido de 2 L/s		
Quebrada El Rincón			
Tipo: Vertimiento Colector Municipal 1			
Coordenadas	N 1006675,71	W 673756,52	H 1.800 msnm
Descripción:	Vertimiento del primer colector el cual realiza su descarga directa a la quebrada el rincón afluente del rio Mayo; con un caudal vertido de 4,2 L/s, alterando las condiciones fisicoquímicas del cauce principal provocando la contaminación aguas abajo.		
Tipo: Vertimiento Colector Municipal 2			
Coordenadas	N 1006231,47	W 674316,60	H 1.845 msnm
Descripción:	Vertimiento del segundo colector el cual realiza su descarga directa a la quebrada el rincón afluente del rio Mayo; con un caudal vertido de 1,1 L/s, este colector no se encuentra conectado a la red de alcantarillado lo que forma una sequia y por fenómeno de escurrimiento de la tierra esta se combina con pequeñas aguadas hasta legar al cause principal.		
Tipo: Vertimiento domestico			
Coordenadas	N 674621	W 1005748	H 1.809 msnm
Descripción:	Vertimiento proveniente de descargas de aguas residuales de asentamientos urbanos que realiza su descarga directa a la quebrada el rincón afluente del rio Mayo.		

Fuente: Plan de Ordenamiento Quebrada el Rincón. 2015

2.2.8.3.3. Inventario de vertimientos Municipio de San Pedro de Cartago y la Unión

La Quebrada La Fragua es un afluente importante de la Cuenca del Rio Mayo, la cual a lo largo de su cauce presenta captaciones para uso agrícola y vertimientos de aguas residuales provenientes de los municipios de la Unión y San Pedro Cartago además de los vertimientos del sector cafetero lo cual trae el deterioro de la calidad del agua.

Tabla 209. *Inventario de vertimientos Municipio de San Pedro de Cartago*

Municipio: SAN PEDRO DE CARTAGO		**Sector: Urbano**	
Quebrada La Fragua			
Tipo: Vertimiento Domestico continuo			
Coordenadas	N 663736	W 995591	H 1.976 msnm
Descripción:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes de 300 viviendas del casco urbano de San Pedro de Cartago, pasa por la avenida principal del barrio, y su punto de vertimiento cuenta con un caudal aproximado de 2,8 LPS, proveniente de un 85% de la población del casco urbano, el vertimiento se realiza mediante un colector en PVC de 8", la descarga se la realiza en la Quebrada La Fragua.		
Tipo: Vertimiento Domestico continuo			
Coordenadas	N 663396	W 995546	H 2.051 msnm
Descripción:	Este vertimiento proviene de parte del casco urbano del municipio de San Pedro de Cartago tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 0.05 LPS, proveniente de 5 viviendas del sector sur, el vertimiento se realiza mediante un colector en concreto de 6" y en el disponen las viviendas ubicadas en el barrio El Salado a las afueras del casco urbano del municipio, vía a la vereda El Salado.		
Tipo: Vertimiento Domestico continuo			
Coordenadas	N 663678	W 995356	H 2.066 msnm
Descripción:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de San Pedro de Cartago tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 0.09 LPS, proveniente de diez viviendas del sector sur, el vertimiento se realiza mediante un colector en concreto de 24" y en el disponen las viviendas ubicadas en el sector de la cancha de futbol.		

Fuente: Plan de Ordenamiento Municipio de San Pedro de Cartago 2014

Tabla 210. *Inventario de vertimientos Municipio de La Unión*

Municipio: LA UNION		**Sector: Urbano**	
Quebrada La Cocha afluente de la quebrada la Fragua			
Tipo: Vertimiento domestico continuo colector barrio Carlos Lleras parte baja			
Coordenadas	N 670169	W 994044	H 1.667 msnm
Descripción:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 4,6 LPS, proveniente de 500 viviendas ubicadas en los barrios de Villa Catalina, Inmaculada, Carlos Lleras y Calle 20. La descarga se la realiza en la Quebrada La Cocha que desemboca en la Quebrada la Fragua afluentes del rio Mayo.		
Quebrada La Cocha afluente de la quebrada la Fragua			
Tipo: Vertimiento domestico continuo colector barrio Carlos Lleras parte media			
Coordenadas	N 669668	W 993994	H 1.683 msnm
Descripción:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 0,18 LPS, proveniente de 20 viviendas. La		

Municipio: LA UNION		Sector: Urbano	
	descarga se la realiza en la Quebrada La Cocha que desemboca en la Quebrada la Fragua afluentes del rio Mayo.		
Tipo: Vertimiento Domestico continuo colector guabo o cementerio			
Coordenadas	N 670016	W 994493	H 1.658 msnm
Descripción:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 1,11 LPS, proveniente de 120 viviendas ubicadas en los barrios Eduardo Santo, Sector Policía y Cementerio. La descarga se la realiza en la Quebrada La Cocha que desemboca en la Quebrada la Fragua.		
Tipo: Vertimiento Domestico continuo colector San Fernando			
Coordenadas	N 669430	W 994216	H 1.700 msnm
Descripción:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 0,32 LPS, proveniente de 35 viviendas ubicadas en el barrio San Fernando. La descarga se la realiza en una Quebrada que desemboca en la Quebrada la Fragua.		
Tipo: Vertimiento Domestico continuo colector barrio refugio 1			
Coordenadas	N 669212	W 994236	H 1.705 msnm
Descripción:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 0,23 LPS, proveniente de 25 viviendas ubicadas en el barrio Refugio. La descarga se la realiza en una Quebrada que desemboca en la Quebrada la Fragua.		
Tipo: Vertimiento Domestico continuo colector barrio refugio 2			
Coordenadas	N 669220	W 994219	H 1.708 msnm
Descripción:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 0,05 LPS, proveniente de 6 viviendas ubicadas en el barrio Refugio. La descarga se la realiza en una Quebrada que desemboca en la Quebrada la Fragua.		
Tipo: Vertimiento Domestico continuo colector américas 1			
Coordenadas	N 669227	W 994159	H 1.722 msnm
Descripción:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 3,07 LPS, proveniente de 400 viviendas ubicadas en los barrios: Valencia, Parte de la Capilla, San Antonio, Carrera Primera y Parte de Eduardo Santos. La descarga se la realiza en una Quebrada que desemboca en la Quebrada la Fragua.		
Tipo: Vertimiento Domestico continuo colector américas 2			
Coordenadas	N 669080	W 994224	H 1.707 msnm
Descripción:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 2,77 LPS, proveniente de 300 viviendas ubicadas en los barrios: Sucre, Pinos, Prado, Palmica, Panamericana y parte del América. La descarga se la realiza en una Quebrada que desemboca en la Quebrada la Fragua.		

Municipio: LA UNION		Sector: Urbano	
Tipo: Vertimiento Domestico continuo colector américas 3			
Coordenadas	N 668942	W 994163	H 1.729 msnm
Descripción:	Este vertimiento se forma de las aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de la Unión, tiene un punto de vertimiento con un caudal aproximado de 1,67 LPS, proveniente de 180 viviendas ubicadas en los barrios: Calle Nueva, San Carlos, la Paz, Chapinero, Calle 14 y Ciudad Jardín. La descarga se la realiza en una Quebrada que desemboca en la Quebrada la Fragua.		
Tipo: Vertimiento Doméstico e industrial colector Matadero			
Coordenadas	N 668886	W 994170	H 1.723 msnm
Descripción:	Este vertimiento realiza la disposición final de las aguas residuales de los barrios: Obrero y La Victoria, además en él se depositan las aguas residuales industriales provenientes del sacrificio, este colector llega hasta una acequia por medio de la cual se trasladan los vertimientos hasta la quebrada la fragua, proveniente de 150 viviendas y un sacrificio de 50 reses semanales.		

Fuente: Plan de Ordenamiento Municipio de La Unión. 2014

2.2.8.3.4. Inventario de vertimientos Municipio de Belén.

En este punto es donde se realiza la confluencia entre la Quebrada Mocondino proveniente del municipio de Belén y el Cauce principal del Rio Mayo municipio de San Pablo.

Tabla 211. *Inventario de vertimientos Municipio de Belén.*

Municipio: BELÉN		Sector: Urbano	
Quebrada Mocondino			
Tipo: Vertimiento industria continuo curtiembres Gómez			
Coordenadas	N 668060	W 1006406	H 2.486 msnm
Descripción:	La curtiembre no cuenta con permiso para el tipo de vertimiento industrial. En este punto se está realizando la descarga directa de aguas industriales provenientes del proceso del curtido de la curtiembre de propiedad del Señor Rutilo Gómez hacia el cauce principal de la Quebrada Mocondino, este tipo de vertimiento contiene residuos de químicos como sulfuros, cal y cromo.		
Tipo: Vertimiento industria continuo curtiembres Luis Muñoz			
Coordenadas	N 668061	W 1006488	H 2.484 msnm
Descripción:	La curtiembre no cuenta con permiso para el tipo de vertimiento industrial. En este punto se está realizando la descarga directa de aguas industriales provenientes del proceso del curtido de la curtiembre de propiedad de don Luis Muños hacia el cauce principal de la Quebrada Mocondino, este tipo de vertimiento contiene residuos de químicos como sulfuros, cal y cromo		
Tipo: Vertimiento industria continuo curtiembres Fernández			
Coordenadas	N 668157	W 1006444	H 2.485 msnm

Municipio: BELÉN	Sector: Urbano		
Descripción:	La curtiembre no cuenta con permiso para el tipo de vertimiento industrial. En este punto se está realizando la descarga directa de aguas industriales provenientes del proceso del curtido de la curtiembre de propiedad de don Julio Fernández hacia el cauce principal de la Quebrada Mocondino, este tipo de vertimiento contiene residuos de químicos como sulfuros, cal y cromo.		
Tipo: Vertimiento domestico continuo Barrio Divino Niño			
Coordenadas	N 667998	W 1006582	H 2.485 msnm
Descripción:	Los usuarios no cuentan con servicio de alcantarillado. En este punto se está realizando la descarga directa de aguas domesticas provenientes de usuarios del barrio divino niño hacia el cauce principal de la Quebrada Mocondino, lo anterior debido a que estos usuarios no están conectados al sistema de alcantarillado.		
Tipo: Vertimiento domestico continuo ferretería Barrio Fátima			
Coordenadas	N 668005	W 1006578	H 2.497 msnm
Descripción:	Los usuarios no cuentan con servicio de alcantarillado. En este punto se está realizando la descarga de aguas residuales domesticas de la ferretería ubicada en el barrio Fátima hacia la quebrada el Relleno y posteriormente al cauce principal de la Quebrada Mocondino.		
Tipo: Vertimiento domestico continuo viviendas Barrio Fátima			
Coordenadas	N 667996	W 1006587	H 2.497 msnm
Descripción:	Los usuarios no cuentan con servicio de alcantarillado. En este punto se está realizando la descarga de aguas residuales domesticas de una vivienda ubicada en el barrio Fátima hacia la quebrada el Relleno y posteriormente al cauce principal de la Quebrada Mocondino.		
Tipo: Vertimiento domestico continuo unión entre quebrada el relleno y quebrada Mocondino			
Coordenadas	N 667996	W 1006587	H 2.497 msnm
Descripción:	En este punto existe la confluencia entre la Quebrada el Relleno con un caudal de aproximadamente 2.81 L/s y el cauce principal de la Quebrada Mocondino.		
Tipo: Vertimiento domestico viviendas aledañas al señor Plinio Muñoz.			
Coordenadas	N 668118	W 1006598	H 2.452 msnm
Descripción:	En este punto se está realizando la descarga de aguas residuales domesticas de la casa del señor Plinio Muños y de 4 usuarios vecinos hacia el cauce principal de la Quebrada Mocondino debido a que no se encuentran conectados al servicio de alcantarillado.		
Tipo: Vertimiento domestico barrio San José Obrero			
Coordenadas	N 667911	W 1006759	H 2.458 msnm
Descripción:	En este punto se está realizando la descarga de aguas residuales domesticas del sector del barrio Obrero y Fátima al alcantarillado, que posteriormente son depositados sobre el cauce principal de la Quebrada Mocondino.		
Tipo: Vertimiento industrial y domestico			
Coordenadas	N 667945	W 1007059	H 2.457 msnm
Descripción:	En este punto se está realizando la descarga de aguas residuales domesticas del barrio San José Obrero y también aguas residuales industriales de 15 curtiembres de todo el sector del barrio Industrial a la		

Municipio: BELÉN	Sector: Urbano		
	fuente principal Quebrada Mocondino, este tipo de vertimiento contiene residuos de químicos como sulfuros, cal y cromo.		
Tipo: Vertimiento industrial			
Coordenadas	N 667917	W 1006909	H 2.425 msnm
Descripción:	En este punto se está realizando el Vertimiento sin ningún tipo de tratamiento de las Curtiembres de propiedad del Señor Ulises Arcos y Cooperativa sobre el cauce principal de la Quebrada Mocondino, este tipo de vertimiento contiene residuos de químicos como sulfuros, cal y cromo.		
Tipo: Vertimiento industrial y domestico			
Coordenadas	N 667957	W 1007068	H 2.464msnm
Descripción:	En este punto se conectan el alcantarillado industrial y el doméstico, y se descargan directamente las aguas residuales domesticas de los habitantes del barrio san José Obrero y aguas residuales industriales de 18 tenerías del barrio avenida los estudiantes y veinte de julio al cauce principal Quebrada Mocondino, este tipo de vertimiento contiene residuos de químicos como sulfuros, cal y cromo, y residuos sólidos como pelo y retazos de pieles.		
Tipo: Vertimiento industrial y domestico			
Coordenadas	N 667993	W 1007213	H 2.406msnm
Descripción:	En este punto se conectan el alcantarillado industrial y el doméstico, y se descargan directamente las aguas residuales domesticas de los Barrios la Independencia, el Mirador, Bolívar y parte del Veinte de Julio y aguas residuales industriales de 12 tenerías del barrio avenida los estudiantes y veinte de julio al cauce principal Quebrada Mocondino, este tipo de vertimiento contiene residuos de químicos como sulfuros, cal y cromo.		

Fuente: Plan de Ordenamiento Quebrada Mocondino. 2011

Esta zona se integrará los afluentes puntuales sobre la corriente del cauce principal de toda la parte baja de la quebrada Mocondino, que corresponde a los municipios de la Cruz y San Pablo donde se incluye todas las confluencias de quebradas más significativas con respecto a caudal, entre otros parámetros. Estos afluentes son la quebrada carrizal la cual es fuente receptora del alcantarillado del municipio de la cruz.

Tabla 212. *Inventario de vertimientos Municipio de La Cruz y San Pablo.*

Municipio: LA CRUZ		**Sector: Vereda Cabuyales**	
Confluencia entre quebrada carrizal y la quebrada Mocondino			
Tipo: Vertimiento domestico continuo			
Coordenadas	N 674581	W 1010441	H 1.884 msnm
Descripción:	En este punto hay la confluencia entre la Quebrada el Carrizal con la Quebrada Mocondino, esta tiene un caudal de 289,858 lps la cual se conecta en la en la parte baja más exactamente en la vereda Cabuyales en el municipio de la Cruz. Lo particular de esta quebrada es que tiene el vertimiento de todo el alcantarillado domestico del municipio de la cruz.		
Municipio: **SAN PABLO**		Sector: Urbano	
Confluencia entre microcuenca Mocondino y el rio mayo			
Tipo: Vertimiento domestico continuo			
Coordenadas	N 675981	W 1007561	H 1.719 msnm
Descripción:	En este punto es donde se realiza la confluencia entre la Quebrada Mocondino proveniente del municipio de Belén y el Cauce principal del Rio Mayo municipio de San Pablo.		

Fuente: Plan de Ordenamiento Quebrada Mocondino. 2011

2.2.8.3.5. Inventario de vertimientos Municipio de la Cruz

Relaciona los afluentes naturales y usuarios generadores de vertimientos o aguas residuales de tipo industrial, doméstico y de servicios que alimentan y descargan al cauce principal de la Quebrada incidiendo en su calidad fisicoquímica y bacteriológica, así como en el aumento de caudal. Se identifica el margen de descarga o vertimiento sobre la fuente receptora.

Tabla 213. *Inventario de vertimientos Municipio de la Cruz*

Municipio: LA CRUZ		**Sector: Vereda la estancia**	
Quebrada el Carrizal			
Tipo: Vertimiento discontinuo lavadero de Carros			
Coordenadas	N 666204	W 1012488	H 2.525 msnm
Descripción:	Vertimiento discontinuo del Lavadero de Carros Principal de la Estancia. La descarga se hace directamente al cauce de la quebrada el Carrizal.		
Tipo: Vertimiento continuo puente viejo (Agualongo)			
Coordenadas	N 666273	W 1012368	H 2.515 msnm
Descripción:	Vertimiento del barrio Agualongo. La descarga se hace directamente al cauce de la quebrada el Carrizal. No existe estructura de tratamiento.		
Tipo: Vertimiento continuo pamplonita			
Coordenadas	N 666817	W 1012445	H 2.488 msnm
Descripción:	Acequia que recoge vertimientos del barrio Pamplonita. La descarga se hace directamente al cauce de la quebrada el Carrizal. No existe estructura de tratamiento.		
Tipo: Vertimiento continuo principal puente centro la estancia			
Coordenadas	N 666948	W 1012666	H 2.483 msnm
Descripción:	Acequia que recoge vertimientos del barrio El Puente y del Colegio Normal Superior. La descarga se hace directamente al cauce de la quebrada el Carrizal. No existe estructura de tratamiento.		
Tipo: Vertimiento continuo municipal Pablo Sexto			
Coordenadas	N 668444	W 1012159	H 2.452 msnm
Descripción:	Vertimientos del Barrio Pablo Sexto. El vertimiento se considera como doméstico, producido por 305 personas, corresponde al primer vertimiento en la red de alcantarillado de EMPOCRUZ, y se hace directamente al cauce de la quebrada el Carrizal. No existe estructura de tratamiento.		
Tipo: Vertimiento continuo Matadero municipal			
Coordenadas	N 668709	W 1012124	H 2.422 msnm
Descripción:	Vertimiento del Matadero Municipal de La Cruz. El matadero se encuentra actualmente en un plan de cierre y reubicación, pero aún realiza sacrificios a menor escala.		
Tipo: Vertimiento continuo municipal Principal			
Coordenadas	N 668225	W 1012178	H 2.360 msnm
Descripción:	Vertimientos de los Barrios Belén, Morochillo, Centro, San Antonio, Villa del Norte, La Pola y Fenelón Ordoñez. El vertimiento se considera como doméstico, producido por 2742 personas, corresponder al segundo vertimiento en la red de alcantarillado de EMPOCRUZ, y se hace directamente al cauce de la quebrada el Carrizal. No existe estructura de tratamiento.		
Tipo: Vertimiento continuo municipal Fenelón Ordoñez			
Coordenadas	N 669006	W 1012094	H 2.370 msnm

Descripción:	Vertimientos del Barrio Fenelón Ordoñez. El vertimiento se considera como doméstico, producido por 350 personas, corresponder al tercer vertimiento en la red de alcantarillado de EMPOCRUZ, y se hace directamente al cauce de la quebrada el Carrizal. No existe estructura de tratamiento.		
Tipo: Vertimiento continuo municipal la Pradera			
Coordenadas	N 669018	W 1012106	H 2.365 msnm
Descripción:	Vertimientos del Barrio La Pradera. El vertimiento se considera como doméstico, producido por 120 personas, corresponder al cuarto vertimiento en la red de alcantarillado de EMPOCRUZ, y se hace directamente al cauce de la quebrada el Carrizal. No existe estructura de tratamiento.		
Tipo: Vertimiento continuo municipal Llano grande			
Coordenadas	N 669299	W 1012062	H 2.355 msnm
Descripción:	Vertimientos de los Barrios Portales de Llano Grande, Prados del Norte y Vereda Llano Grande. El vertimiento se considera como doméstico, producido por 780 personas, corresponder al quinto vertimiento en la red de alcantarillado de EMPOCRUZ, y se hace directamente al cauce de la quebrada el Carrizal. No existe estructura de tratamiento.		
Tipo: Vertimiento continuo municipal la Floresta			
Coordenadas	N 669597	W 1012017	H 2.341 msnm
Descripción:	Vertimientos de los Barrios La Floresta, Granada y la Pola. El vertimiento se considera como doméstico, producido por 1031 personas, corresponder al sexto vertimiento en la red de alcantarillado de EMPOCRUZ, y se hace directamente al cauce de la quebrada el Carrizal. No existe estructura de tratamiento.		

2.2.8.4. Estimación de cargas contaminantes. Para la determinación de cargas contaminantes del afluente rio Mayo se realizó una jornada de toma de muestra para determinar las condiciones físico-químico y microbiológico así como también el aforo en 4 puntos contratando un laboratorio certificado por IDEAM con razón social denominada LABORATORIO A&M INGELAB S.A.S., estos resultados nos permitirá identificar el comportamiento de la corriente superficial y establecer el diagnóstico de la calidad del agua de la cuenca rio Mayo.

Para la toma de muestras se tuvo en cuenta unos criterios para determinar los puntos como son, Condiciones de calidad natural, puntos donde pueda existir alteración de la calidad del agua por descargas puntales y facilidad de acceso.

2.2.8.4.1. Puntos de monitoreo. Para llevar a cabo este componente se plantearon dos jornadas de trabajo, donde se realizó el reconocimiento de los puntos de muestreo en campo los cuales fueron seleccionados de manera estratégica (Aguas Arriba y Aguas abajo de los principañ tributarios que confluyen sus aguas sobre el cause principal del río Mayo además de los sectores de la vía La Cruz- San Pablo, San Pablo-La Unión y la frontera de los departamentos Cauca-Nariño donde se ubican los principales centros poblados tanto del departamento de Nariño como del departamento del Cauca) con el fin de tener en cuenta los criterios que permitan un muestreo adecuado, para ello se localizaron zonas de fácil acceso aguas arriba y aguas debajo de cada uno de los puntos. En la *Tabla 214* se presentan las coordenadas del punto de muestreo.

Tabla 214. *Coordenadas de los puntos de monitoreo.*

NOMBRE DEL PUNTO	COORDENADAS PLANAS MAGNA-SIRGAS		
	Norte (m)	Este (m)	Altura msnm
Puente vía vereda San Gerardo vía San Pablo – La Cruz	670024,370	1013659,624	2021
Aguas arriba puente vereda Cabuyales – corregimiento Briseño (San Pablo) vía San Pablo-La Cruz	674634,705	1011996,356	1877
Aguas abajo puente vereda Cabuyales – corregimiento Briseño (San Pablo) vía San Pablo-La Cruz	674711,497	1012042,718	1861
Aguas arriba, río Mayo municipio de San Pablo	675979,831	1006803,352	1652
Aguas abajo, río Mayo municipio de San Pablo	676013,613	1006642,617	1654
Río Mayo vereda el Peligro	674268,925	994748,304	1105
Aguas arriba, río Mayo municipio de Taminango	677068,645	973735,600	522
Aguas abajo, río Mayo municipio de Taminango	677136,220	973735,608	521

Una vez definidos los puntos se realizaron todas las mediciones en términos de calidad de agua para lograr obtener todos los valores de los parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos y biológicos tomados in situ y para análisis en laboratorio, de acuerdo a la resolución 2115/2017.

PUNTO 1: PUENTE VÍA VEREDA SAN GERARDO VÍA SAN PABLO – LA CRUZ				
 				
Coordenadas	N 01°37’04.0’’	W070°57’41.3’’	Altura 2034 msnm	Ancho transversal 16m
Características	Zona de baja corriente, propensa a contaminación por residuos debido a que se ubica en puente que conduce a la zona veredal del Municipio de la Cruz, fácil acceso para el desarrollo de su muestre de calidad y determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, posible afectación por cultivos, vertimientos directos de aguas residuales domesticas e industriales.			
Registro fotográfico				
   				

<table>
<tr><td colspan="5">PUNTO 2: PUENTE VEREDA CABUYALES - CORREGIMIENTO BRISEÑO (SAN PABLO) VÍA SAN PABLO – LA CRUZ</td></tr>
<tr><td colspan="5"> 
</td></tr>
<tr><td>Coordenadas</td><td>N 01°39’36.8’’</td><td>W 076°58’33.8’’</td><td>Altura 1870 msnm</td><td>Ancho transversal 17m</td></tr>
<tr><td>Características</td><td colspan="4">Zona de fácil acceso, punto que se evidencia contaminación por aguas residuales domesticas viviendas rurales así como también se evidencia presencia de residuos.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Registro fotográfico</td></tr>
<tr><td colspan="5">  </td></tr>
</table>

PUNTO 3: PUENTE VEREDA PELIGROS VÍA LA UNIÓN – SAN PABLO				
				
Coordenadas	N 01°39’22.5’’	W 077°07’53.1’’	Altura 1.111 msnm	Ancho transversal 25m
Características	Zona de fácil acceso, realizan actividad de explotación arenera, la extracción es manual y algunas veces utilizan maquinaria pesada, esto se realiza desde la orilla del rio hasta la parte media. Cuenta con abundante vegetación. Punto donde arrastra aguas de vertimientos domésticos e industriales.			
Registro fotográfico				
				

PUNTO 4: PUENTE FRONTERA NARIÑO – CAUCA (VÍA PASTO – POPAYAN)				
				
Coordenadas	N 01°40’54’’	W 077°19’12.8’’	Altura 531 msnm	Ancho transversal 22m
Características	Zona de fácil acceso. Con abundante cobertura vegetal.			
Registro fotográfico				
 				

2.2.8.4.2. Actividades previas a trabajo de campo

Elaboración del Plan de Muestreo: Se realizó previamente el respectivo plan de muestreo de aguas superficiales del Río Mayo. En este plan se contempló el punto de muestreo, al igual que los análisis in situ y de laboratorio.

Preparación de materiales: Se realizó el alistamiento de materiales teniendo en cuenta todas las necesidades para el muestreo en cuanto a recipientes para la toma de muestras, equipos para mediciones de parámetros in situ y demás materiales requeridos.

Equipos de Campo: los equipos utilizados en campo para mediciones de parámetros in situ fueron sometidos a verificaciones a través de patrones trazables a NIST y a soluciones de referencia como controles de calidad analítica, antes y durante la jornada de muestreo, para confirmar el buen funcionamiento de los equipos y la exactitud en la lectura de las variables medidas.

2.2.8.4.3. Actividades en campo

Tipo de muestreo: En las oficinas de A&M INGELAB S.A.S se realizó muestreo puntual para análisis fisicoquímico y microbiológico para los diferentes puntos caracterizados en el Río Mayo. Se tomaron muestras simples en el punto para los análisis de: Turbiedad; Nitratos; Nitritos; Nitrógeno Amoniacal; Nitrógeno total; Fosforo Total; E. Coli, Coliformes fecales; Solidos Suspendidos Totales; Demanda Bioquímica De Oxigeno; Demanda Química De Oxigeno.

2.2.8.5. Caracterización de la Calidad del Agua. Teniendo en cuenta los análisis de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las muestras de agua se pueden determinar las potencialidades y limitantes del recurso hídrico en esta sub-zona hidrográfica. Los parámetros analizados, las unidades de medida y el método empleado para el análisis de las muestras se describen en la Tabla 215.

Tabla 215. *Métodos utilizados para la determinación de los parámetros fisicoquímicos*

VARIABLE	UNIDADES	METODO
Demanda Bioquimica de Oxigeno – DBO_5	mg 02/L	SM 2510 B., SM 4500 O G
Demanda Quimica de Oxigeno – DQO	mg O2/L	SM 5220 C.
Fosforo total	mg P/L	APHA-AWWWA-WEF-SM 4500 – P B, E
Nitratos	mg NO3-N/L	Salicilato de Sodio, análisis de aguas, J. Rodier, 9ª Edición 2009
Nitritos	mg NO2 – N/L	SM 4500 NO2 B.
Nitrógeno amoniacal	mg NH3 – N/L	SM 4500- NH3 B,C
Nitrogeno total	mg N/L	SM 4500 –Norg -C
Turbiedad	UNT	SM 2130 B
Solidos suspendidos totales	mg/L	SM 2540 D
E-coli	NMP/100ml	SM 9223 B
Coliformes Fecales	NMP/100ml	SM 9223 B

Medición de variables in situ: Las variables medidas in situ en los puntos de muestreo fueron las siguientes:

- ✓ pH
- ✓ Temperatura
- ✓ Conductividad eléctrica
- ✓ Caudal (micromolinete)
- ✓ Oxígeno disuelto

Recolección y preservación de muestras: la recolección de las muestras se realiza siguiendo la Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas, emitida por el IDEAM, así como los procedimientos internos para la toma de muestras y medición de caudal.

La preservación de las muestras se realizó con base en las indicaciones descrita en el Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 22th Ed / 2012.

2.2.8.5.1. Sitios de Evaluación.

Tramo La Cruz-San Pablo Agua Arriba. El lugar es de fácil acceso los muestreos se realizaron en el puente que comunica a la vereda San Gerardo, en este se midieron parámetros insitu como la temperatura, pH, y conductividad eléctrica, además de realizar el respectivo aforo por medio del micromolinete.



Fotografía 14. *Punto puente Vereda San Gerardo muestreo aguas arriba*

Puente Virgen del Mayo vía al corregimiento de Briceño (San Pablo) Aguas Arriba. El lugar es de fácil acceso los muestreos se realizaron en el puente que comunica al corregimiento de Briceño, en este se midieron parámetros in situ como la temperatura, pH, y conductividad eléctrica, además de realizar el respectivo aforo por medio del micromolinete, en esta área se muestreo aguas arriba y aguas abajo.



Fotografía 15. *Punto puente Virgen del Mayo vía corregimiento de Briceño*

Punto de muestreo municipio de San Pablo Aguas Arriba. El lugar de toma de muestras es de fácil acceso se ubica en el sector Peligro, se tomaron parámetros in situ como temperatura, conductividad y pH. En esta área se tomaron dos muestreos aguas arriba y aguas abajo.



Fotografía 16. *Municipio de San Pablo Aguas Abajo*

Tramo La unión –San Pablo Agua Abajo. El lugar de toma de muestras es de fácil acceso se ubica en el sector Peligro, se tomaron parámetros in situ como temperatura, conductividad y pH. De esta área solo se tomó un muestreo en el punto.



Fotografía 17. *Muestreo punto Sector Peligro aguas abajo cuenca Rio Mayo*

Punto frontera deparatamentos de Cauca - Narño. El lugar de toma de muestras es de fácil acceso se ubica en el sector Peligro, se tomaron parámetros in situ como temperatura, conductividad y pH. De esta área se tomaron dos muestreos aguas arriba y aguas abajo.



Fotografía 18. *Frontera Departamentos de Cauca y Nariño*

Se entrega como anexo a este docuento los fichas de campo con las cuales se realizaron los aforos dentrode los lugares establecidos por este estudio. Ver Anexo 14.

2.2.8.5.2. Resultados Obtenidos. Los resultados de la boratorio se anexan en su formato original ver Anexo 17.

Condicionantes Ambientales. Durante la jornada de muestreo se presentó tiempo seco soleado. Se obtuvo unas temperaturas ambientes de 22.2°C, 25.5°C, 21.6°C, 20.3°C, 21.1°C, 22.7°C. 23.3°C, 19.5°C. Ver *Tabla 216*

Tabla 216. *Datos de temperatura ambiente.*

Punto de Muestreo	Hora	Temperatura ambiente
Puente vía vereda San Gerardo vía San Pablo – La Cruz	16:50	19,5°C
Aguas arriba puente vereda Cabuyales – corregimiento Briseño (San Pablo) vía San Pablo-La Cruz	15:29	22,7°C
Aguas abajo puente vereda Cabuyales – corregimiento Briseño (San Pablo) vía San Pablo-La Cruz	16:05	23,3°C
Aguas arriba, río Mayo municipio de San Pablo	12:04	20,3°C
Aguas abajo, río Mayo municipio de San Pablo	121:38	21,1°C
Río Mayo vereda el Peligro	09:56	21,6°C
Aguas arriba, Río Mayo municipio de Taminango	09:56	22,2°C
Aguas abajo, Río Mayo municipio de Taminango	10:44	25,5°C

Resultados de mediciones in situ. Los resultados de las variables medidas en campo para cada punto de muestreo realizado en el río mayo se evidencian de la *Tabla 217* a la *Tabla 224*:

Tabla 217. *Medición en Campo Punte Río Mayo vía vereda San Gerardo, municipio de La Cruz.*

Variable	Método	Unidades	Hora	Resultado
pH	SM 4500H$^+$ B, Ed 22/2012	Unidades de pH	16:50	9,25
Temperatura	SM 2550 B, Ed 22/2012	°C	16:50	19,5
Oxígeno Disuelto	ASTM D 888 – 12 C	Mg02/L	16:50	7,59
Conductividad	SM 2510 b, ED. 22/2012	µs/cm	16:50	165,40

Tabla 218. *Medición en Campo Aguas Arriba, puente Río Mayo via alcorregimiento de Briceño municipio de San Pablo.*

Variable	Método	Unidades	Hora	Resultado
pH	SM 4500H$^+$ B, Ed 22/2012	Unidades de pH	15:29	8,89
Temperatura	SM 2550 B, Ed 22/2012	°C	15:29	22,7
Oxígeno Disuelto	ASTM D 888 – 12 C	Mg02/L	15:29	7,37
Conductividad	SM 2510 b, ED. 22/2012	µs/cm	15:29	152,60

Tabla 219. *Medición en Campo Aguas Abajo, puente Río Mayo via alcorregimiento de Briceño municipio de San Pablo.*

Variable	Método	Unidades	Hora	Resultado
pH	SM 4500H$^+$ B, Ed 22/2012	Unidades de pH	16:05	8,61
Temperatura	SM 2550 B, Ed 22/2012	°C	16:05	23,3
Oxígeno Disuelto	ASTM D 888 – 12 C	Mg02/L	16:05	7,42
Conductividad	SM 2510 b, ED. 22/2012	µs/cm	16:05	155,40

Tabla 220. *Medición en Campo Aguas Arriba, Rio Mayo municipio de San Pablo.*

Variable	Método	Unidades	Hora	Resultado
pH	SM 4500H$^+$ B, Ed 22/2012	Unidades de pH	12:04	6,65
Temperatura	SM 2550 B, Ed 22/2012	°C	12:04	20,3
Oxígeno Disuelto	ASTM D 888 – 12 C	Mg02/L	12:04	7,41
Conductividad	SM 2510 b, ED. 22/2012	µs/cm	12:04	119,90

Tabla 221. *Medición en Campo Aguas Abajo, Río Mayo municipio de San Pablo.*

Variable	Método	Unidades	Hora	Resultado
pH	SM 4500H$^+$ B, Ed 22/2012	Unidades de pH	12:38	9,42
Temperatura	SM 2550 B, Ed 22/2012	°C	12:38	21,1
Oxígeno Disuelto	ASTM D 888 – 12 C	Mg02/L	12:38	7,55
Conductividad	SM 2510 b, ED. 22/2012	µs/cm	12:38	121,60

Tabla 222. *Medición en Campo Río Mayo vereda El Peligro, municipio de La Unión*

Variable	Método	Unidades	Hora	Resultado
pH	SM 4500H$^+$ B, Ed 22/2012	Unidades de pH	9:56	6,63
Temperatura	SM 2550 B, Ed 22/2012	°C	9:56	21,6
Oxígeno Disuelto	ASTM D 888 – 12 C	Mg02/L	9:56	8,43
Conductividad	SM 2510 b, ED. 22/2012	µs/cm	9:56	148,20

Tabla 223. *Medición en Campo Aguas Arriba, municipio de Taminango.*

Variable	Método	Unidades	Hora	Resultado
pH	SM 4500H$^+$ B, Ed 22/2012	Unidades de pH	9:56	6,48
Temperatura	SM 2550 B, Ed 22/2012	°C	9:56	22,2
Oxígeno Disuelto	ASTM D 888 – 12 C	Mg02/L	9:56	8,13
Conductividad	SM 2510 b, ED. 22/2012	µs/cm	9:56	128,30

Tabla 224. *Medición en Campo Aguas Abajo, municipio de Taminango.*

Variable	Método	Unidades	Hora	Resultado
pH	SM 4500H$^+$ B, Ed 22/2012	Unidades de pH	10:44	6,62
Temperatura	SM 2550 B, Ed 22/2012	°C	10:44	25,5
Oxígeno Disuelto	ASTM D 888 – 12 C	Mg02/L	10:44	7,98
Conductividad	SM 2510 b, ED. 22/2012	µs/cm	10:44	127,70

Los resultados procesados en laboratorio se observan a partir de la *Tabla 225* a la *Tabla 232*.

Tabla 225. *Punte Río Mayo vía vereda San Gerardo (La Cruz)*

Datos Generales (Análisis/ unidades)		Resultado
pH	Unidades de pH	9,25
Demanda Química de Oxigeno DQO	mg O_2/L	17,73
Turbiedad	UNT	5,6
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5	mg O_2/L	1,09
Solidos suspendidos Totales SST	mL/L	8,6
Compuestos de Fosforo		
Fosforo total	mg P/L	0,625
Compuestos de Nitrógeno		
Nitratos	mg/L NO_3-N	<0,22
Nitritos	mg/L N-NO_2/L	<0,01
Nitrógeno Amoniacal	mg/L NH_3-N	< 2
Nitrógeno kjeldahl	mg/L N/L	6,72
Nitrógeno total	mg/L N/L	6,72
Otros parámetros		
Coliformes fecales	NMP/100ml	8600
Escherichia	NMP/100ml	4870
Fecha de recepción de muestras	Fecha de ejecución de análisis	
2017/04/17 en LLA 2017/04/24 en HIDROLAB 2017/04/17 EMPOPASTO	2017/04/17 a 2017/04/19 en LLA 2017/04/24 a 2017/05/25 en HIDROLAB 2017/04/17 a 2017/04/19 EMPOPASTO	

Tabla 226. *Aguas arriba, puente Río Mayo via alcorregimiento de Briceño (San Pablo).*

Datos Generales (Análisis/ unidades)		Resultado
pH	Unidades de pH	8,89
Demanda Química de Oxigeno DQO	mg O_2/L	13,14
Turbiedad	UNT	6,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5	mg O_2/L	1,06
Solidos suspendidos Totales SST	mL/L	16,40
Compuestos de Fosforo		
Fosforo total	mg P/L	<0,02
Compuestos de Nitrógeno		
Nitratos	mg/L NO_3-N	<0,22
Nitritos	mg/L N-NO_2/L	<0,01
Nitrógeno Amoniacal	mg/L NH_3-N	< 2
Nitrógeno kjeldahl	mg/L N/L	7,84
Nitrógeno total	mg/L N/L	7,84
Otros parámetros		
Coliformes fecales	NMP/100ml	8620
Escherichia	NMP/100ml	1580
Fecha de recepción de muestras	Fecha de ejecución de análisis	
2017/04/17 en LLA 2017/04/24 en HIDROLAB 2017/04/17 EMPOPASTO	2017/04/17 a 2017/04/19 en LLAen HIDROLAB 2017/04/17 a 2017/04/19 EMPOPASTO	

Tabla 227. *Aguas abajo, puente Río Mayo via alcorregimiento de Briceño (San Pablo).*

Datos Generales (Análisis/ unidades)		Resultado
pH	Unidades de pH	8,61
Demanda Química de Oxigeno DQO	mg O_2/L	11|,40
Turbiedad	UNT	6,8
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5	mg O_2/L	<1
Solidos suspendidos Totales SST	mL/L	9,33
Compuestos de Fosforo		
Fosforo total	mg P/L	<0,02
Compuestos de Nitrógeno		
Nitratos	mg/L NO_3-N	<0,22
Nitritos	mg/L N-NO_2/L	<0,1
Nitrógeno Amoniacal	mg/L NH_3-N	< 2
Nitrógeno kjeldahl	mg/L N/L	<5
Nitrógeno total	mg/L N/L	<5
Otros parámetros		
Coliformes fecales	NMP/100ml	16700
Escherichia	NMP/100ml	1990
Fecha de recepción de muestras	Fecha de ejecución de análisis	
2017/04/17 en LLA 2017/04/24 en HIDROLAB 2017/04/17 EMPOPASTO	2017/04/17 a 2017/04/19 en LLA 2017/04/24 a 2017/05/25 en HIDROLAB 2017/04/17 a 2017/04/19 EMPOPASTO	

Tabla 228. *Aguas arriba Río Mayo (San Pablo)*

Datos Generales (Análisis/ unidades)		Resultado
pH	Unidades de pH	6,65
Demanda Química de Oxigeno DQO	mg O_2/L	14,57
Turbiedad	UNT	32,7
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5	mg O_2/L	1,27
Solidos suspendidos Totales SST	mL/L	79,60
Compuestos de Fosforo		
Fosforo total	mg P/L	<0,02
Compuestos de Nitrógeno		
Nitratos	mg/L NO_3-N	<0,22
Nitritos	mg/L N-NO_2/L	<0,01
Nitrógeno Amoniacal	mg/L NH_3-N	< 2
Nitrógeno kjeldahl	mg/L N/L	6,72
Nitrógeno total	mg/L N/L	6,72
Otros parámetros		
Coliformes fecales	NMP/100ml	92060
Escherichia	NMP/100ml	16700
Fecha de recepción de muestras	Fecha de ejecución de análisis	
2017/04/17 en LLA 2017/04/24 en HIDROLAB 2017/04/17 EMPOPASTO	2017/04/17 a 2017/04/19 en LLA 2017/04/24 a 2017/05/25 en HIDROLAB 2017/04/17 a 2017/04/19 EMPOPASTO	

Tabla 229. *Aguas abajo Río Mayo (San Pablo)*

Datos Generales (Análisis/ unidades)		Resultado
pH	Unidades de pH	9,42
Demanda Química de Oxigeno DQO	mg O_2/L	14,88
Turbiedad	UNT	28,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5	mg O_2/L	1,27
Solidos suspendidos Totales SST	mL/L	64,20
Compuestos de Fosforo		
Fosforo total	mg P/L	28,0
Compuestos de Nitrógeno		
Nitratos	mg/L NO_3-N	<0,22
Nitritos	mg/L N-NO_2/L	0,02
Nitrógeno Amoniacal	mg/L NH_3-N	< 2
Nitrógeno kjeldahl	mg/L N/L	6,72
Nitrógeno total	mg/L N/L	6,74
Otros parámetros		
Coliformes fecales	NMP/100ml	61310
Escherichia	NMP/100ml	7980
Fecha de recepción de muestras	Fecha de ejecución de análisis	
2017/04/17 en LLA 2017/04/24 en HIDROLAB 2017/04/17 EMPOPASTO	2017/04/17 a 2017/04/19 en LLA 2017/04/24 a 2017/05/25 en HIDROLAB 2017/04/17 a 2017/04/19 EMPOPASTO	

Tabla 230. *Vereda el Peligro (La Unión)*

Datos Generales (Análisis/ unidades)		Resultado
pH	Unidades de pH	6,63
Demanda Química de Oxigeno DQO	mg O_2/L	18,68
Turbiedad	UNT	65
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5	mg O_2/L	2,28
Solidos suspendidos Totales SST	mL/L	141,50
Compuestos de Fosforo		
Fosforo total	mg P/L	<0,02
Compuestos de Nitrógeno		
Nitratos	mg/L NO_3-N	0,50
Nitritos	mg/L N-NO_2/L	0,03
Nitrógeno Amoniacal	mg/L NH_3-N	< 2
Nitrógeno kjeldahl	mg/L N/L	<5
Nitrógeno total	mg/L N/L	<0,02
Otros parámetros		
Coliformes fecales	NMP/100ml	241960
Escherichia	NMP/100ml	22470
Fecha de recepción de muestras	Fecha de ejecución de análisis	
2017/04/17 en LLA 2017/04/24 en HIDROLAB 2017/04/17 EMPOPASTO	2017/04/17 a 2017/04/19 en LLA 2017/04/24 a 2017/05/25 en HIDROLAB 2017/04/17 a 2017/04/19 EMPOPASTO	

Tabla 231. *Resultados Aguas arriba Río Mayo (Taminango)*

Datos Generales (Análisis/ unidades)		Resultado
pH	Unidades de pH	6,48
Demanda Química de Oxigeno DQO	mg O_2/L	17,73
Turbiedad	UNT	50,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5	mg O_2/L	1,71
Solidos suspendidos Totales SST	mL/L	59,33
Compuestos de Fosforo		
Fosforo total	mg P/L	50,5
Compuestos de Nitrógeno		
Nitratos	mg/L NO_3-N	0,23
Nitritos	mg/L N-NO_2/L	0,03
Nitrógeno Amoniacal	mg/L NH_3-N	< 2
Nitrógeno kjeldahl	mg/L N/L	8,92
Nitrógeno total	mg/L N/L	9,22
Otros parámetros		
Coliformes fecales	NMP/100ml	36540
Escherichia	NMP/100ml	7800
Fecha de recepción de muestras	Fecha de ejecución de análisis	
2017/04/17 en LLA 2017/04/24 en HIDROLAB 2017/04/17 EMPOPASTO	2017/04/17 a 2017/04/19 en LLA 2017/04/24 a 2017/05/25 en HIDROLAB 2017/04/17 a 2017/04/19 EMPOPASTO	

Tabla 232. *Resultados aguas abajo Río Mayo (Taminango)*

Datos Generales (Análisis/ unidades)		Resultado
pH	Unidades de pH	6,62
Demanda Química de Oxigeno DQO	mg O_2/L	17,26
Turbiedad	UNT	48,8
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5	mg O_2/L	1,68
Solidos suspendidos Totales SST	mL/L	76,40
Compuestos de Fosforo		
Fosforo total	mg P/L	0,110
Compuestos de Nitrógeno		
Nitratos	mg/L NO_3-N	0,24
Nitritos	mg/L N-NO_2/L	0,03
Nitrógeno Amoniacal	mg/L NH_3-N	< 2
Nitrógeno kjeldahl	mg/L N/L	10,1
Nitrógeno total	mg/L N/L	10,4
Otros parámetros		
Coliformes fecales	NMP/100ml	26130
Escherichia	NMP/100ml	5200
Fecha de recepción de muestras	Fecha de ejecución de análisis	
2017/04/17 en LLA 2017/04/24 en HIDROLAB 2017/04/17 EMPOPASTO	2017/04/17 a 2017/04/19 en LLA 2017/04/24 a 2017/05/25 en HIDROLAB 2017/04/17 a 2017/04/19 EMPOPASTO	

2.2.8.5.3. Análisis de resultados.

Punto 1: Rio Mayo, municipio de La Cruz sector vía a la vereda San Gerardo

Punto 2: Rio Mayo, municipio de San Pablo, sector vía al corregimiento de Briseño (Aguas Arriba).

Punto 3: Rio Mayo, municipio de San Pablo, sector vía al corregimiento de Briseño (Aguas Abajo).

Punto 4: Rio Mayo, municipio de San Pablo (Aguas Arriba).

Punto 5: Rio Mayo, municipio de San Pablo (Aguas Abajo).

Punto 6: Rio Mayo, municipio de La Unión, sector vereda El Peligro

Punto 7: Río Mayo, municipio de Taminango, sector puente frontera Nariño- Cauca (Aguas Arriba)

Punto 8: Río Mayo, municipio de Taminango, sector puente frontera Nariño- Cauca (Aguas Abajo)

Tabla 233. *Parámetros Físico-químicos y microbiológicos de descargas puntuales muestreos Abril*

Variable	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
PH	Unidades de pH	9,25	8,89	8,61	6,65	9,42	6,63	6,48	6,62
Tempertura	°C	19,5	22,7	23,3	20,3	21,1	21,6	22,2	25,5
Oxigeno disuelto	mg O2/L	7,59	7,37	7,42	7,41	7,55	8,43	8,13	7,98
Conductividad	µs/cm	165,4	152,6	155,4	119,9	121,6	148,2	128,3	127,7
Demanda quimica de oxigeno DQO	mg O2/L	17,73	13,14	11,4	14,57	14,88	18,68	17,73	17,26
Turbiedad	UNT	5,6	6,5	6,8	32,7	28	65	50,5	48,8
Demanda bioquimica de oxigeno DBO5	mg O2/L	1,09	1,06	<1	1,27	1,27	2,28	1,71	1,68
Solidos suspendidos totales	ml/L	8,6	16,4	9,33	79,6	64,2	141,5	59,33	76,4
Fosforo total	mg P/L	0,625	<0,02	<0,02	<0,02	28	<0,02	50,5	0,11
Nitratos	mg/L NO3-N	<0,22	<0,22	<0,22	<0,22	<0,22	0,5	0,23	0,24
Nitritos	mg N-NO2/L	<0,01	<0,01	<0,1	<0,01	0,02	0,03	0,03	0,03
Nitrogeno amoniacal	mg/L NH3-N	<2	<2	<2	<1	<2	<2	<2	<2

Variable	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Nitrogeno total	mg N/L	6,72	7,84	<5	6,72	6,74	<0,02	9,22	10,4
Coliformes fecales	NMP/100 ml	8600	8620	16700	92060	61310	241960	36540	26130
Escherichia coli	NMP/100 ml	4870	1580	1990	16700	7980	22470	7800	5200

Tabla 234. *Concentraciones de los vertimientos Sub-cuenca Río Mayo*

Concentraciones actuales de los vertimientos de la subcuenca río mayo									
Variable	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Caudal	L/s	5315	7943	7943					
Oxigeno disuelto	Mg o2/l	7,59	7,37	7,42	7,41	7,55	8,43	8,13	7,98
Demanda quimica de oxigeno DQO	Mg o2/l	17,73	13,14	11,4	14,57	14,88	18,68	17,73	17,26
Demanda bioquimica de oxigeno DBO5	Mg o2/l	1,09	1,06	1	1,27	1,27	2,28	1,71	1,68
Solidos suspendidos totales	Mg/l	8,6	16,4	9,33	79,6	64,2	141,5	59,33	76,43
Fosforo total	Mg p/l	0,625	0,02	0,02	0,02	28	0,02	50,5	0,11
Nitratos	Mg/l no3-n	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,5	0,23	0,24
Nitritos	Mg n-no2/l	0,01	0,01	0,1	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03
Nitrogeno amoniacal	Mg/l nh3-n	2	2	2	1	2	2	2	2
Nitrogeno total	Mg n/l	6,72	7,84	5	6,72	6,74	0,02	9,22	10,4

Tabla 235. Estimación de cargas contaminantes

Estimación de cargas actuales de los vertimientos de la subcenca río mayo									
Variable	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Oxigeno disuelto	Kg/día	3485,449	5057,848	5092,162					
DQO	Kg/día	8141,900	9017,656	7823,537					
DBO5	Kg/día	500,545	727,452	686,275					
Solidos suspendi	Kg/día	3949,258	11254,913	6402,948					

dos totales									
Fosforo total	Kg/día	287,010	13,726	13,726					
Nitratos	Kg/día	101,028	150,981	150,981					
Nitritos	Kg/día	4,592	6,863	68,628					
Nitrogeno amoniacal	Kg/día	918,432	1372,550	1372,550					
Nitrogeno total	Kg/día	3085,932	5380,398	3431,376					

2.2.8.5.4. Caracterización de los perfiles de Calidad.

pH. Según los parámetros y características de las aguas naturales el pH, es un parámetro de suma importancia tanto para aguas naturales como aguas residuales. El rango de pH en el cual pueden interactuar los ecosistemas y sobrevivir las especies que lo conforman, está sumamente restringido, por lo cual, si este valor es alterado los procesos biológicos que normalmente se llevan a cabo pueden ser perturbados o inhibidos y las consecuencias son adversas (Ingenieria de Tratamiento).

De lo anteriormente mencionado y según el pH obtenido en las muestras de agua tomadas en el río Mayo se tiene que este se mantiene en intervalos a partir de 6 hasta 9 unidades de pH, mostrando en la escala de pH que esta es acida (1-6 unidades de pH) en la parte baja de la cuenca y básica (7- 14 unidades de pH) en la parte alta y media de esta, por lo tanto se puede decir que, en la parte baja las concentraciones de iones de hidrogeno es alta por tal razón aumenta la acidez en el agua, luego en la parte alta y media las concentraciones de iones de hidrogeno es baja lo que quiere decir que el agua es alcalina y que se relaciona con hidróxidos, carbonatos, y bicarbonatos definiendo así la capacidad que esta agua tiene para neutralizar los ácidos disueltos en este punto del río Mayo (PARAMENTROS FISICO - QUIMICOS).

En las aguas naturales y residuales el valor del pH está en el rango de 6.0 a 8.0 unidades de pH, y estos valores son los más adecuados para la actividad biológica de los ecosistemas (Ingenieria de Tratamiento). Lo cual quiere decir que en los puntos 1, 2, 3 y 5 las unidades de pH no son adecuadas para la actividad biológica, cabe señalar que la mayoría de los peces tolera agua con

pH entre 6 y 9. Los peces más robustos y fuertes generalmente mueren en pH más bajos y más altos. Los sapos y otros anfibios son más sensibles al pH que muchos peces (Juan P).

Variación de pH a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de pH a lo largo de la cuenca río Mayo.

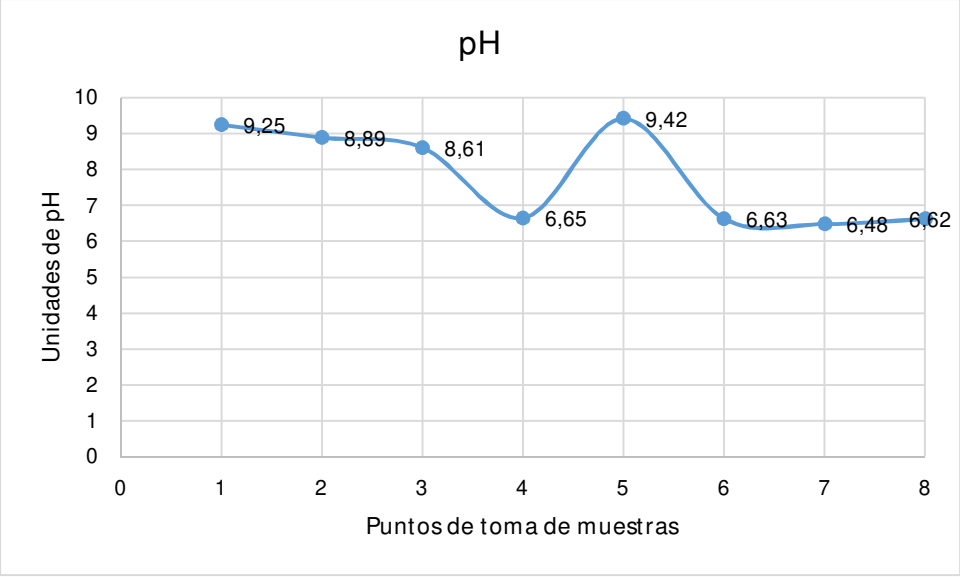


Figura 96. *Perfil variación de pH*

La grafica indica la variación en cuanto a pH en los ocho puntos identificados para el análisis, se observa que las mínimas concentraciones se ubican en la parte baja de la cuenca y las mayores en la parte alta y media, ascendiendo en mayor valor (9.42 unidades de pH) en el punto 5 aguas abajo del municipio de San Pablo, obteniendo la máxima concentración de hidrogeno, luego en el transcurso del cauce esta tiende a recuperar un valor de pH cercano a la neutralidad lo que permite la recuperación del cuerpo de agua en cuanto a este parámetro en la parte baja.

Temperatura. La temperatura es un factor abiótico que regula los procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades físicas de otros factores abióticos de un ecosistema como los lagos, ríos y quebradas (PARAMENTROS FISICO - QUIMICOS).

El valor de temperatura en el transcurso del río Mayo oscila a partir de 19 °C hasta 25, 5 °C, donde el valor menor corresponde a la parte alta y el valor mayor a la parte baja del mismo, lo

anterior se debe a la topografía de la zona, mas no a descargas que alteren de forma drástica este paramento.

La temperatura es un parámetro físico de suma importancia para los ecosistemas hidráulicos, aunque no es parte de las características de calidad del agua potable. Cuando la temperatura aumenta, disminuye la concentración de oxígeno disuelto y si las aguas son deficientes en oxígeno, esto puede ocasionar la muerte de especies acuáticas, especialmente peces. También, la contaminación térmica puede causar trastornos en ecosistemas acuáticos ya que en algunos casos el rango de temperatura de estos, es sumamente restringido (PARAMENTROS FISICO - QUIMICOS).

Por otro lado, la temperatura desempeña un rol fundamental en el funcionamiento de ecosistemas al regular o afectar otros factores abióticos como son: la solubilidad de nutrientes, solubilidad de gases, el estado físico de nutrientes, el grado de toxicidad de xenobióticos y propiedades físico-químicas del medio acuoso como: pH, potencial redox, solubilidad de gases, densidad, el estado físico y la viscosidad del sustrato. De hecho, la viscosidad del agua desempeña un rol importante en determinar la forma de peces y larvas de insectos en ambientes lóticos. Todas estas interacciones afectan a su vez la distribución, composición (diversidad) y el grado de actividad metabólica de los seres vivientes que integran un ecosistema (PARAMENTROS FISICO - QUIMICOS).

Variación de temperatura a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de temperatura a lo largo de la cuenca río Mayo.

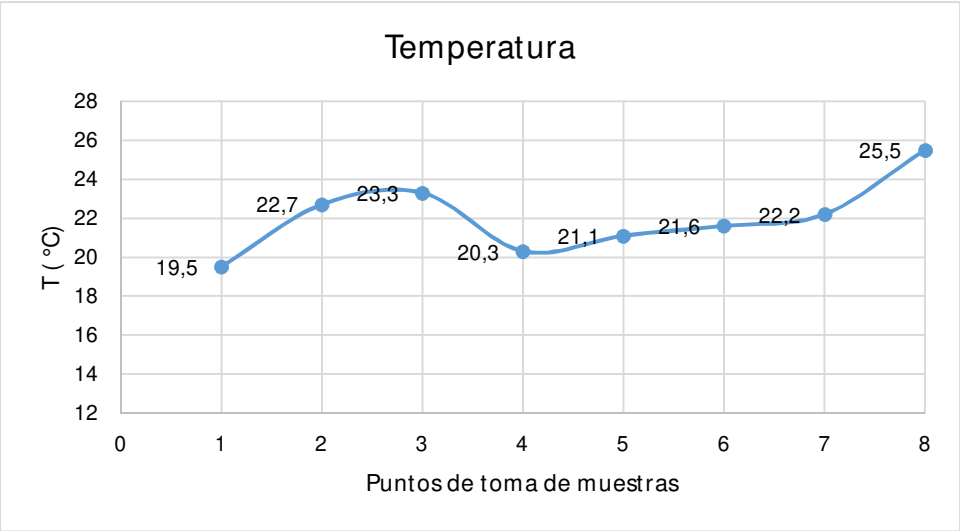


Figura 97. *Perfil variación de temperatura*

El agua a lo largo del cauce presenta una temperatura prácticamente uniforme, sin embargo se observa en la gráfica que hay un incremento notorio en el punto 8 aguas abajo del municipio de Taminango, lo que se debe principalmente a la altura en donde se ubica este punto la cual es de 522 msnm.

Oxígeno Disuelto. El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más relevantes a la hora de evaluar la calidad del agua. Está asociado a la contaminación orgánica. Su concentración aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad y posee una relación directa con la pendiente y la aireación del cauce (MEJIA).

La cuenca del río Mayo conlleva contaminantes debido a la variedad de descargas de tipo residual domestico producto de las actividades diarias realizadas en baños, lavaderos y cocinas, agrícolas que por el uso de pesticidas ocasionan contaminación por medio de la escorrentía y posteriormente llegan a la cuenca colocando en riesgo la calidad del agua, por otra parte se genera contaminantes por actividades industriales generadas por las curtiembres en el municipio de Belén. Los anteriores focos de contaminación pueden ser puntuales y no puntuales, entre las puntuales se encuentran descargas directas sobre el cuerpo de agua y no puntuales la infiltración y escorrentía de materiales contaminantes, los cuales provocan efectos nocivos como deterioro a los recursos vivos y disminución de la calidad del agua para su utilización. Lo anterior provoca bajos niveles de concentración de oxígeno presente en el agua ocasionando que la vida acuática se vea afectada.

Variación de oxígeno disuelto a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de oxígeno disuelto a lo largo de la cuenca río Mayo.

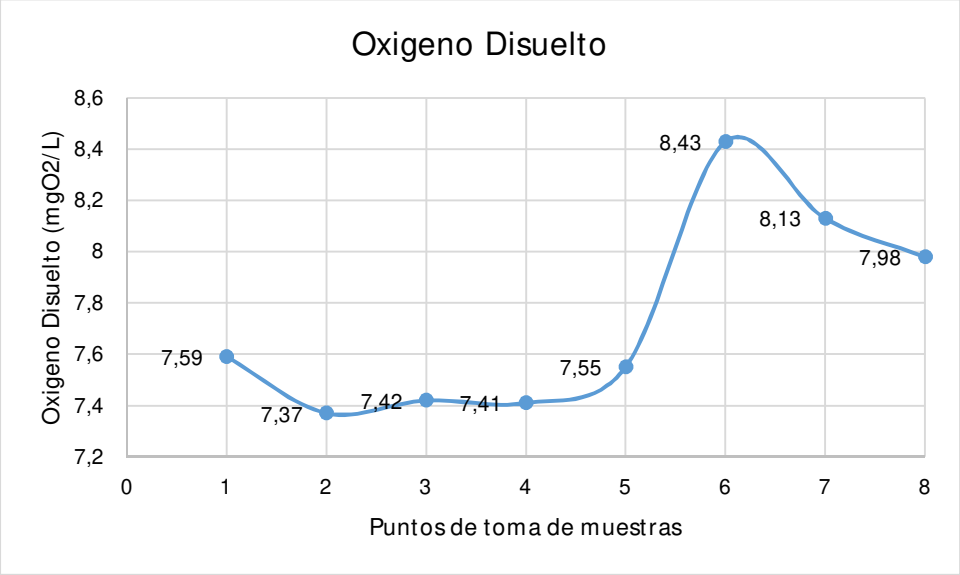


Figura 98. *Perfil variación de Oxígeno Disuelto*

De acuerdo con Stevens Institute of Technology Center for innovation in Engineering and Science Education los niveles de oxígeno varían de 0 – 18 mg/L. Los valores entre 0 – 4 mg/L representan una calidad de agua mala, de 4.1 - 7.9 mg/L aceptable y de 8 a 12 mg/L buena. En el caso de las mediciones realizadas se establece unos valores a partir de 7, 3 mg/L a 8,43 mg/L lo que implica que la cuenca se encuentra en condiciones aceptables de concentración de oxígeno, que permite un desarrollo de vida (SCIENCE).

Conductividad. La conductividad es una medida indirecta de la cantidad de sales ó sólidos disueltos que tiene un agua natural. Los iones en solución tienen cargas positivas y negativas; esta propiedad hace que la resistencia del agua al flujo de corriente eléctrica tenga ciertos valores. Si el agua tiene un número grande de iones disueltos su conductividad va a ser mayor. Cuanto mayor sea la conductividad del agua, mayor es la cantidad de sólidos o sales disueltas en ella (PARAMENTROS FISICO - QUIMICOS).

Variación de conductividad a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de conductividad a lo largo de la cuenca río Mayo.



Figura 99. *Perfil variación de conductividad*

La grafica muestra valores bajos con respecto al valor máximo aceptable de acuerdo con la resolución 2115 de 2007 correspondiente a 1000µs/cm, el valor más alto registrado es en la parte alta de la cuenca en el municipio de La Cruz con un valor de 165,4 (µs/cm) lo que se podría deber a una descarga reciente de aguas residuales con alto contenido de sólidos.

Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5). La Demanda Bioquímica de Oxigeno DBO, es una de las pruebas más importantes para medir los efectos contaminantes de un agua residual, pero también es un parámetro de importancia en aguas potables. La DBO es definida como la cantidad de oxigeno requerida por las bacterias, para estabilizar la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aerobias. Por materia biodegradable se entiende o se interpreta como la materia orgánica que sirve como alimento a los microorganismos y que proporciona energía como resultado de su oxidación (PARAMENTROS FISICO - QUIMICOS).

A partir de las actividades que se realizan a lo largo de la cuenca hidrográfica del rio Mayo y la continua descarga de aguas residuales directamente a esta, se obtuvieron resultados para una DBO que abarca intervalos mayores o iguales a 1 mg/L. Hay que tener presente, que un bajo valor de DBO no tiene por qué ser indicativo de un bajo nivel de contaminación orgánica, dado que existen sustancias difícilmente biodegradables (sustancias refractarias) o que incluso inhiben el proceso biológico (tóxicos) (Aznar Jimenez, 2000).

Variación de DBO a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de DBO a lo largo de la cuenca río Mayo.

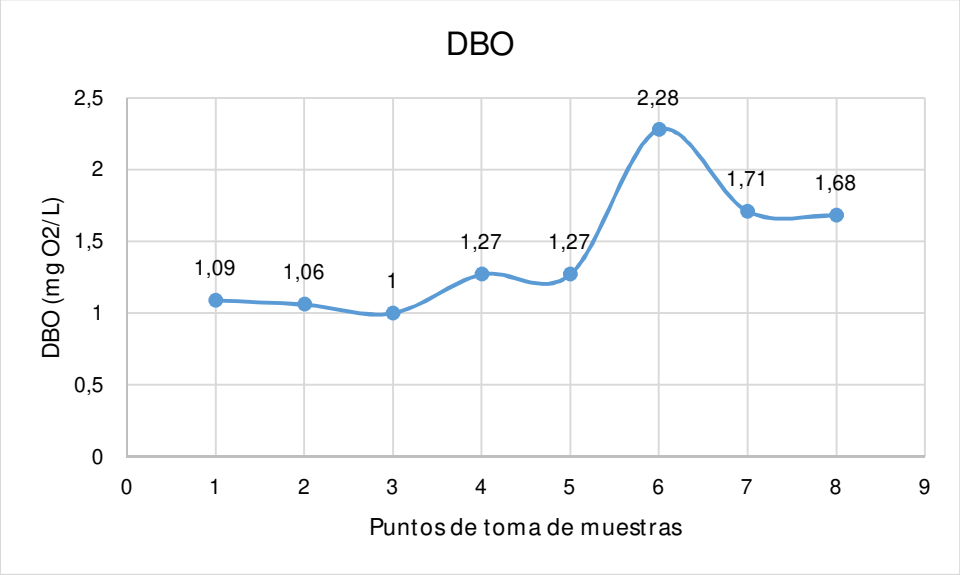


Figura 100. *Perfil variación de DBO*

Teniendo en cuenta los resultados de laboratorio se obtuvo la anterior grafica donde muestra concentraciones de DBO bajas, el punto 6 es el de mayor valor, lo que quiere decir que ahí es donde hay más contenido de materia orgánica, lo anterior se debe a la recepción de las agua residuales que en dicho punto se incrementan a causa de las descargas de aguas residuales e industriales de los municipios aguas arriba, sin embargo se observa que a medida que avanza el cauce en la parte baja hay una gran asimilación en cuanto a DBO debido a los grandes y constantes volúmenes de caudal que se conectan con el cauce principal.

Demanda Química de Oxigeno (DQO). La DQO se expresa de la misma manera que la DBO en mg de $O_{2/}$ L, como se observa en la Figura 84 la DQO es mayor que el de la DBO encontrándose en intervalos a partir de los 11,4 mg O_2/L hasta los 18,68 mg O_2/L estas variaciones se presentan debido a que el oxidante utilizado para su determinación es más fuerte que el oxígeno y por tanto oxida en un mayor porcentaje el número de sustancias.

Debido a las condiciones tan drásticas empleadas en la oxidación, prácticamente toda la materia orgánica es oxidada a bióxido de carbono y agua. Substancias que no son fáciles de digerir biológicamente como por ejemplo la lignina, son oxidadas completamente como resultado de los

oxidantes empleados y debido a esto los valores de Demanda Química de Oxigeno DQO son siempre mayores a la DBO, en un agua residual específica (PARAMENTROS FISICO - QUIMICOS).

Variación de DQO a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de DQO a lo largo de la cuenca río Mayo.

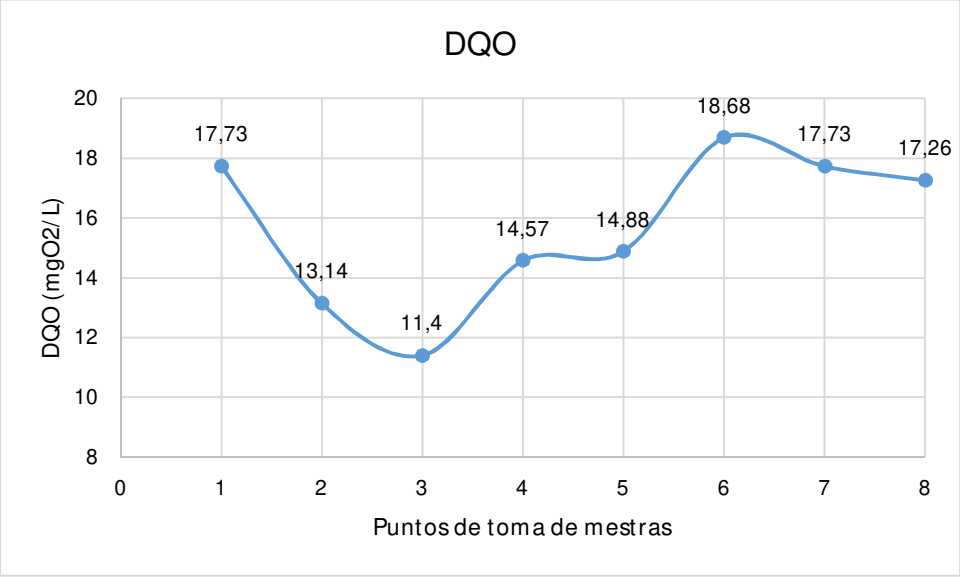


Figura 101. *Perfil variación de DQO*

La grafica de este parámetro tiene la misma tendencia de la DBO_5, como se puede observar la DQO también es mayor en el punto 6, por lo que se puede deducir que esto se debe a las mismas causas por las cuales la DBO_5 es mayor.

Adicionalmente, la medición de DQO y DBO en una muestra de agua, está directamente relacionado con su grado de contaminación, así como con la naturaleza de la materia que compone los desechos sólidos, ya que a través de esta prueba es posible estimar que proporción del total de la materia orgánica es biodegradable. Esto es de gran importancia en el proceso de digestión aeróbica, puesto que de antemano se conoce cuál es el mínimo residual de materia orgánica en un agua de desecho. Al igual que la DBO, la DQO en aguas potables debe ser sumamente baja y es un parámetro a determinar cuando la calidad del agua es incierta (PARAMENTROS FISICO - QUIMICOS).

Turbiedad. Un agua turbia estéticamente es desagradable y es rechazada por el consumidor. La turbidez del agua es un parámetro de importancia no solo porque es una característica de pureza en el agua a consumir. También la turbidez interfiere en procesos de tratamiento de las aguas como es en la desinfección con agentes químicos o con radiación ultravioleta, disminuyendo la efectividad de éstos lo cual representa un riesgo en el consumidor.

De acuerdo a los resultados obtenidos el valor más alto que se registra es de 65 NTU de turbiedad en la cuenca río Mayo en el punto 6 localizado en la vereda El Peligro (Ver Figura 85), el valor en este lugar refleja que tiene un grado de contaminación debido a diferentes practicas realizadas en la zona especialmente las descaras de aguas residuales domésticas, agrícolas, industriales (curtiembres del municipio de Belén) además de la extracción de material pétreo, por lo tanto es claro que este parámetro no cumple con el valor máximo aceptable establecido en la resolución 2115 de 2007, conjuntamente se puede decir que la turbiedad de estas aguas se atribuye también a procesos naturales como deslizamientos de tierra y descomposición de materia orgánica.

Variación de Turbiedad a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de Turbiedad a lo largo de la cuenca río Mayo.

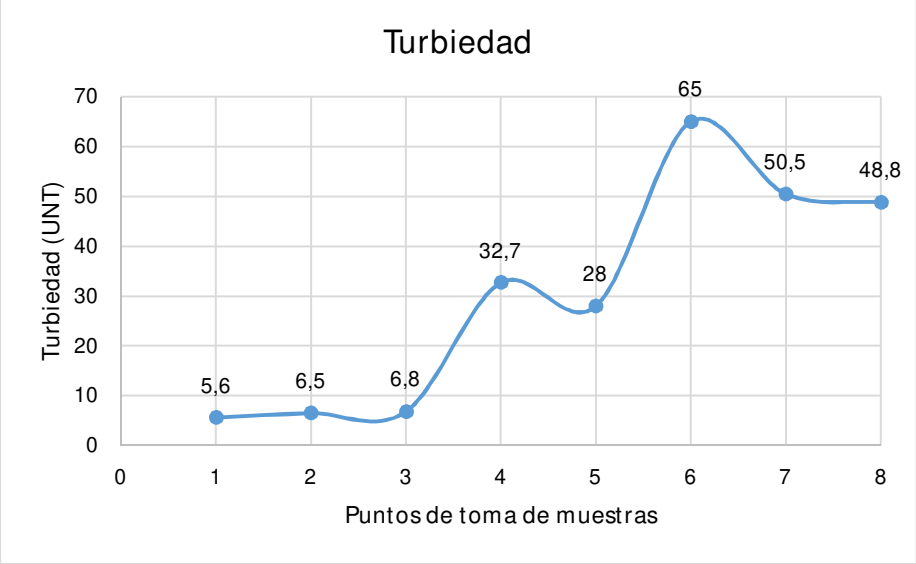


Figura 102. *Perfil variación de turbiedad*

Solidos Suspendidos Totales. Es uno de los parámetros de importancia en la determinación de la calidad del agua, estos se definen como todo el material que queda después de evaporar el agua a 105°C, es decir es todo aquello presente en la muestra excepto el agua.

Según William, 2010 La definición generalizada de sólidos es la que se refiera a toda materia sólida. Todos los contaminantes del agua, con excepción de los gases disueltos, contribuyen a la carga de sólidos. Pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica. Proveniente de las diferentes actividades por lo tanto la composición de las muestras obtenidas de la cuenca del río Mayo contiene sales y residuos orgánicos ya que el agua se ve afectada por actividades domésticas, comerciales (extracción de material pétreo en forma artesanal), agrícolas e industriales (curtiembres en el municipio de Belén).

Teniendo en cuenta los resultados de la Figura 86, se observa que el valor de solidos más elevado se presenta en el punto 6 el cual se ubica en la vereda El Peligro en el municipio de La Unión con un valor de 141,5 mg/L valor que se debe posiblemente a la actividad minera en forma artesanal que se practica en este punto y además que en este tramo ya se encuentran vertidas las aguas residuales del municipio de Belén donde su base de economía es la curtiembre de cueros, según CORPONARIÑO esta última actividad es una de las situaciones más preocupantes puesto que representa una problemática ambiental en cuanto a la alta concentración en sólidos, materia orgánica, nitrógeno sulfuros y sales minerales particularmente de cromo en las aguas residuales que descarga (CORPONARIÑO, Plan de Ordenamiento Quebra Mocondino Molinos, 2011), por tal razón afecta el valor de este parámetro (SST) y por ende de la turbiedad al ser estas dos variables directamente proporcionales.

Variación de solidos suspendidos totales a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de Solidos Suspendidos Totales a lo largo de la cuenca río Mayo.



Figura 103. *Perfil variación de SST*

Los sólidos suspendidos totales causan turbiedad en la superficie del agua, haciendo que a los organismos fotosintéticos les sea muy difícil y hasta imposible crecer por la falta de entrada de luz al medio, por ejemplo en lagos las poblaciones de algas tienden a ser reducidas cuando hay una gran concentración de estos sólidos; cómo lo demostró el resultado de análisis en el laboratorio la turbiedad se ve claramente afectada por este parámetro presentado una turbiedad de 65 UNT ya que posee realmente una cantidad de sólidos suspendidos totales que influyen en esta variable y por lo tanto se puede decir que la flora de esta agua residual se ve afectada debido a la dificultad del ingreso de luz lo que repercute en su proceso fotosintético.

Fosforo Total. El fosforo es esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. Debido a que en las aguas superficiales ocurren nocivas proliferaciones incontroladas de algas, actualmente existe mucho interés en limitar la cantidad de fosforo que alcanzan las aguas superficiales por medio de aguas residuales domésticas, industriales y por escorrentía (Sierra Ramirez).

El fosforo raramente se encuentra en el agua en altas concentraciones debido a que las plantas lo absorben rápidamente. En aguas superficiales la concentración de fosforo fluctúa normalmente entre 0.005 y 0.020 mg PO_4 P/L y se puede encontrar en concentraciones mucho más altas en ambientes marinos (Sierra Ramirez).

En los resultados obtenidos para la cuenca del río Mayo los valores de fosforo son mayores en la parte baja de esta exactamente en los puntos 5 y 7 correspondientes a los sectores aguas abajo en el municipio de San Pablo y aguas arriba en el municipio de Taminango respectivamente, donde se presentan concentraciones de 28 mg PO_4 P/L (punto 5) y 50,5 mg PO_4 P/L (punto 7), aunque el fósforo no presenta toxicidad en los seres vivos, la presencia de fosfatos en aguas potables indica la posibilidad de contaminación del acuífero por aguas contaminadas o aguas residuales. Debido a que el fósforo se encuentra presente en cantidades relativamente altas en aguas residuales y aguas de riego agrícola, su presencia en valores mayores a los valores normales en aguas potables, puede deberse a una contaminación o infiltración de aguas residuales al yacimiento de agua potable, aunque el fósforo no representa toxicidad o daño alguno, los herbicidas o pesticidas organofosforados que también están presentes en las aguas de riego agrícola son una advertencia de la calidad del agua ya que la presencia de fósforo en el agua puede ser debida a los agroquímicos fosforados. Si se debe a la infiltración de aguas residuales sin tratamiento previo, también son un riesgo al consumidor de estas fuentes de agua natural (PARAMENTROS FISICO - QUIMICOS).

Variación de fosforo total a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de fosforo total a lo largo de la cuenca río Mayo.

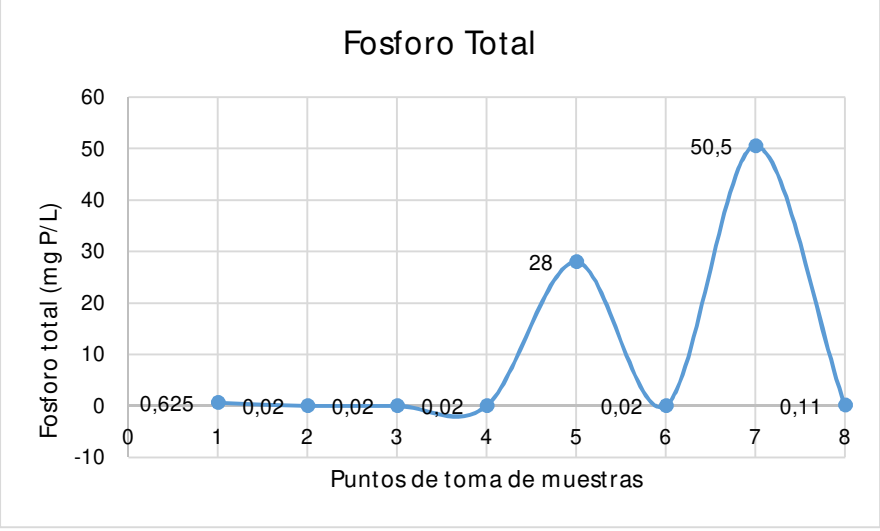


Figura 104. *Perfil variación de fosforo total*

Nitritos. Son un estado intermedio de oxidación entre el amonio y los nitratos. En aguas superficiales su concentración no suele superar los 0,100 mg/L, siendo mucho más abundantes en ríos contaminados por aguas residuales urbanas y/o industriales. También se dan en aguas subterráneas pobres en oxígeno, así como en zonas anóxicas de lagos y embalses estratificados térmicamente. Los NO2 -, al igual que los NO3 - pueden transformar en el interior del organismo la hemoglobina en metahemoglobina, dificultando la respiración celular, además de presentar potencial capacidad cancerígena (Marin Galvin).

Variación de nitritos a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de nitritos a lo largo de la cuenca río Mayo.

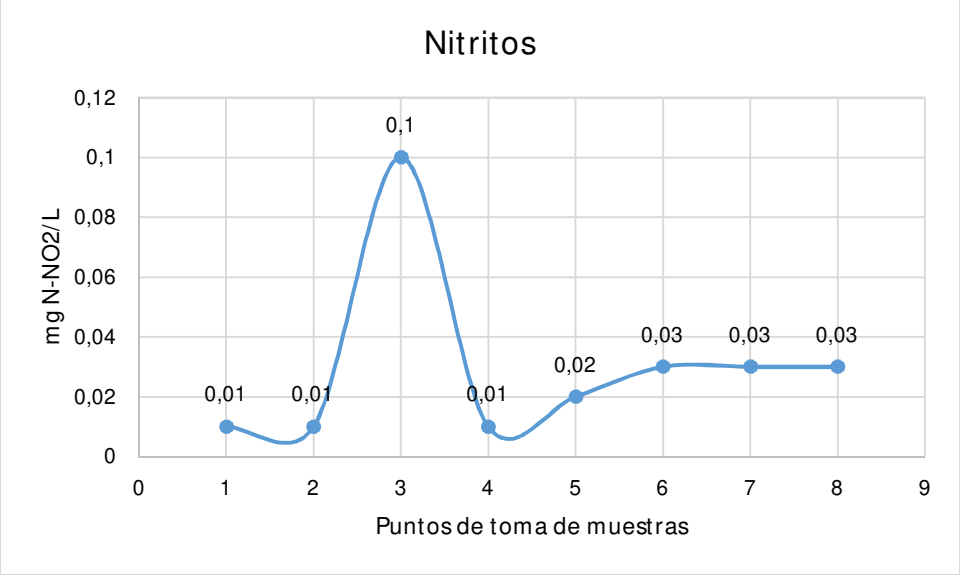


Figura 105. *Perfil variación de nitritos*

Todos los puntos de muestreo para esta variable se encuentran dentro del valor máximo aceptable por la resolución 2115 del 2007 que equivale a 0,1 mg N-NO2/L. A pesar de que su presencia suele darse en concentraciones pequeñas, los nitritos tienen una gran importancia en los estudios de aguas, dada su gran toxicidad para gran parte de la fauna piscícola y demás especies acuáticas.

Nitratos. Este elemento es una forma de nitrógeno que las plantas necesitan para crecer; en la agricultura se usan los fertilizantes con nitrógeno para enriquecer el suelo. Desafortunadamente los nitratos pueden contaminar las fuentes de agua potable. Aunque estos parámetros resultaron

dentro de los rangos normales (<0,22 mg/L NO3-N – 0,5 mg/L NO3-N) para la cuenca río Mayo (valor máximo aceptable 10 mg/L NO3-N) ver Figura 89, es importante tener en cuenta que la existencia de cierto grado de contaminación por nitratos, pueden causar la enfermedad llamada síndrome del bebé azul. Los nitratos cambian la hemoglobina que transporta oxígeno a meta hemoglobina, que no lo transporta; el principal aporte de nitratos se debe al uso excesivo de fertilizantes químicos (Mejia Clara, 2005).

Variación de nitratos a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de nitratos a lo largo de la cuenca río Mayo.

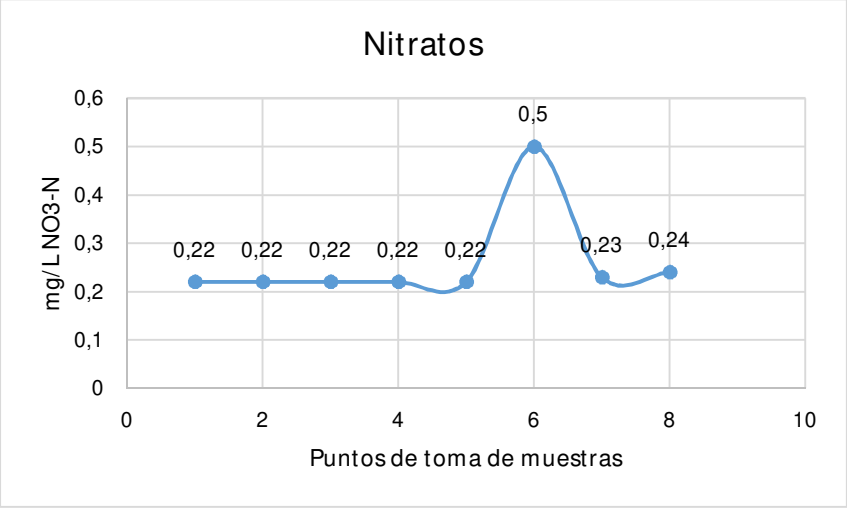


Figura 106. *Perfil variación de nitratos*

Adicionalmente, los nitratos constituyen parte de los nutrientes esenciales para muchos organismos autótrofos o fotosintéticos y en este sentido, su presencia en el agua puede ocasionar fenómenos de eutrificación en ríos y lagos.

Nitrógeno Amoniacal. El amoniaco es uno de los componentes transitorios en el agua puesto que es parte del ciclo del nitrógeno y se ve influido por la actividad biológica. Es el producto natural de descomposición de los compuestos orgánicos nitrogenados.

Los ambientes acuáticos sin contaminar contienen pequeñas cantidades de nitrógeno amoniacal, generalmente <0.1 mg N/L. Las concentraciones de nitrógeno amoniacal medidas en aguas

superficiales son típicamente <0.2 mg N/L pero pueden alcanzar hasta 2-3 mg N/L (Sierra Ramirez).

Para este caso los resultados en todos los puntos de muestreo son menores a 2 mg N/L (ver Figura 90), por lo tanto, los resultados se encuentran dentro de un valor normal según Sierra. Concentraciones más altas pueden indicar que existe contaminación de origen orgánico procedente de aguas residuales domésticas, industriales o producida por la escorrentía que arrastra fertilizantes, de ahí que este parámetro sirva como indicador de contaminación orgánica.

Variación de nitrógeno amoniacal a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de nitrógeno amoniacal a lo largo de la cuenca río Mayo.

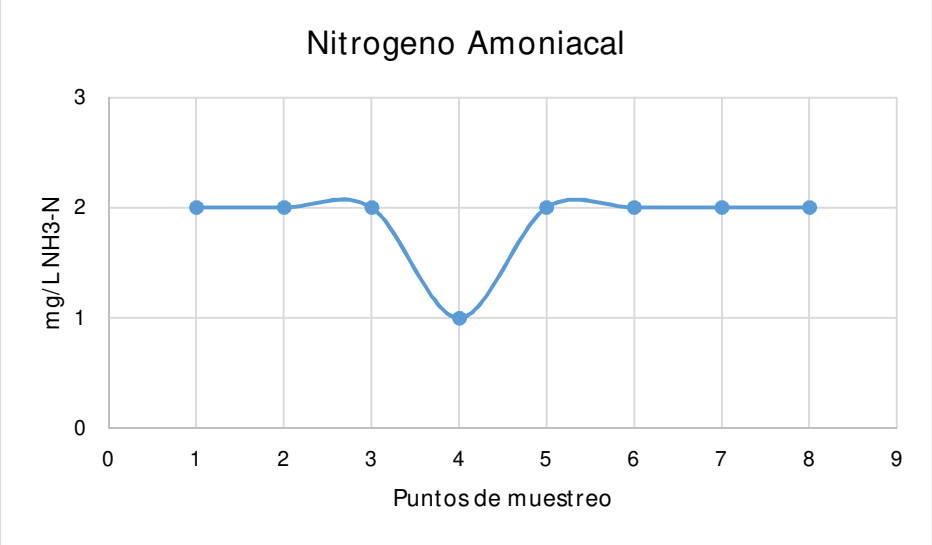


Figura 107. *Perfil variación de nitrógeno amoniacal*

Nitrógeno Total. El nitrógeno (N) así como el fosforo son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cal reciben el nombre de nutrientes o bioestimuladores. Debido a que el N es absolutamente básico para la síntesis de proteínas. Este parámetro abarca el nitrógeno orgánico, amoniacal, nitritos y nitrato (Sierra Ramirez).

El nitrógeno en aguas residuales resulta ser importante debido que este es necesario para el crecimiento de los microorganismos. Si el agua residual no contiene suficiente nitrógeno pueden ocurrir problemas por deficiencia de nutrientes durante un tratamiento secundario. De la misma

manera el nitrógeno es un contribuyente especial para el agotamiento del oxígeno y la eutrofización de las aguas cuando se encuentra en elevadas concentraciones.

Variación de nitrógeno total a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de nitrógeno total a lo largo de la cuenca río Mayo.

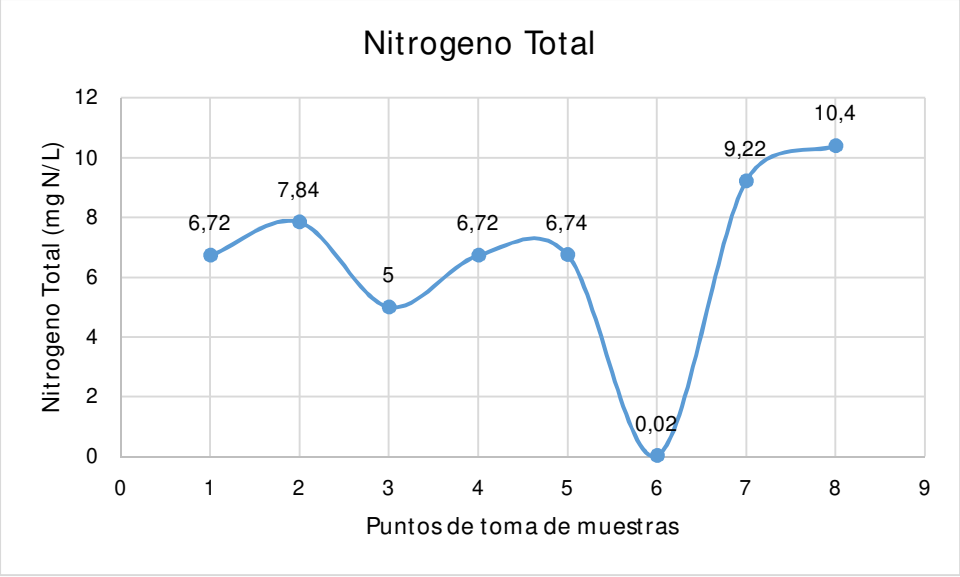


Figura 108. *Perfil variación de nitrógeno total*

Coliformes Fecales. Es un término que se designa principalmente a los órdenes de bacterias Escherichia y Klebsiella spp, las cuales son indicadoras por excelencia de contaminación fecal del agua por heces de origen humano (MEJIA).

El grupo de microrganismos coliformes es adecuado como indicador de contaminación bacteriana debido a que estos son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente, están presentes en el tracto gastrointestinal en grandes cantidades, permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas y se comportan de igual manera que los patógenos en los sistemas de desinfección.

La presencia de coliformes en el agua indica la contaminación bacteriana reciente y constituye un indicador de degradación de los cuerpos de agua (Arcos, Avila , Estupiñan, & Gomez, 2005). De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio en todos los puntos de muestreo tomados a lo largo de la cuenca del río Mayo, se evidencia contaminación por este tipo de patógenos,

puesto que los análisis de las muestras de agua arrojaron valores mayores o iguales a 8600 NMP/ 100ml, siendo el mayor de 241960 NMP/100ml en el punto 6 ubicado en la vereda El Peligro, si se observa las demás variables analizadas se encuentra que este punto es uno de los más críticos y como se dijo anteriormente se debe porque en este tramo llega la descarga de la mayor parte de municipios que hacen parte de la cuenca, afectando las características físicas, químicas y microbiológicas del agua.

Variación de coliformes fecales a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de coliformes fecales a lo largo de la cuenca río Mayo.



Figura 109. *Perfil variación de coliformes fecales*

Echerichia Coli. Son bacterias gram-negativo y son un tipo de bacterias coliformes fecales que se encuentran comúnmente en los intestinos de los animales y los seres humanos (Rock & Rivera, 2014). La presencia de estos microorganismos es un indicador de una descarga reciente de aguas residuales o contaminación de residuos animales, los cuales pueden presentarse de diversas maneras ya sea por medio de la escorrentía de los suelos que se lavan cuando hay fuertes lluvias, presencia de fauna silvestre, pozos sépticos no adecuados aledaños al cuerpo de agua. De acuerdo con Rock y Rivera 2014, las fuentes de contaminación fecales de humanos y animales representan un grave riesgo para la salud debido a la alta probabilidad de la existencia de agentes patógenos en los residuos fecales.

La presencia de E. coli puede ser indicativo de la contaminación con otras bacterias, virus o protozoos que pueden causar enfermedades. Salmonella es una bacteria comúnmente implicada en alimentos y agua contaminados. Salmonella puede causar enfermedades como la fiebre tifoidea por el consumo de agua contaminada y Salmonelosis por comer carne de res y pollo contaminado (Rock & Rivera, 2014).

Variación de Ecoli a lo largo del rio Mayo. A continuación se presenta la gráfica de variación de Ecoli a lo largo de la cuenca río Mayo.



Figura 110. *Perfil variación de Ecoli*

2.2.8.6. Descripción y análisis de factores de contaminación en aguas y suelos asociados al manejo y disposición final de residuos sólidos ordinarios y especiales. Los vertimientos provenientes de arrastres de suelos con agroquímicos y fungicidas y la disposición inadecuada de residuos sólidos de los mismos aumentan la vulnerabilidad del recurso.

La contaminación por residuos sólidos dentro de la cuenca hidrográfica en estudio es muy alarmante debido a que nos encontramos en una zona donde se realizan actividades de tipo industriales las cuales no cuentan con un manejo adecuado de los residuos sólidos que generan, estos son depositados de forma inadecuada a las riveras de las quebradas afluentes del rio Mayo afectando de manera directa la calidad del agua y del suelo deteriorando las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas y la estabilidad de los suelos y su influencia en la descomposición de los residuos enterrados los cuales bien se sabe que por escurrimiento llegaran afectar de manera directa el cauce principal.

Es alarmante como la generación de residuos a parte de los procesos industriales la comunidad en general quienes se asientan sobre su ribera no cuenta con un adecuado conocimiento del manejo de estos, realizando la disposición de residuos a cielo abierto y enterándolos de manera inadecuada, actividad que genera contaminación tanto en el suelo como en el agua debido a la infiltración de los lixiviados generados por la descomposición de los residuos sólidos. El tipo de contaminación por residuos sólidos genera unos **efectos físicos** como el mal olor, cambio de color, fermentación, cambio de temperatura, así como también **efectos químicos** como loa disminución de la concentración necesaria de oxígeno para la vida acuática y los **efectos biológicos** como a afectación a la vegetación y la muerte de flora y fauna, así como también se pueden relacionar las enfermedades en el hombre.

Tabla 236. Factores de contaminación en agua y suelos asociados al manejo y disposición final de residuos sólidos.

Nombre de la zona	Z. R	C.P	C.M	Descripción de la disposición final de los residuos solidos	Análisis del factor de contaminación
Belén			X	Relleno sanitario sin tratamiento de aguas residuales. Planta de compostaje.	El impacto negativo que puede causar la inadecuada disposición de los residuos en este municipio afecta en mayor parte el recurso hídrico puesto que no hay un tratamiento a los residuos líquidos provenientes de la disposición de los residuos sólidos (lixiviados) que por procesos de infiltración escurren hasta llegar a los cauces aledaños que luego desembocan en la cuenca principal, por lo que la planta de compostaje no cumple una función directa con el recurso hídrico. Cabe señalar que este municipio genera residuos sólidos de gran impacto ambiental proveniente de la marroquinería, entre estos están la wiza rebajado, recorte, sangre, huesos, pelo, sales, grasas, no solamente contaminan el agua sino que también el aire, el suelo,

Nombre de la zona	Z. R	C.P	C.M	Descripción de la disposición final de los residuos solidos	Análisis del factor de contaminación
					acabando con flora y fauna (CORPONARIÑO, Plan de Ordenamiento Quebra Mocondino Molinos, 2011). Fuente afectada: Quebrada Mocondino
Colon Génova Villanueva		X	X	Relleno Sanitario, con planta de tratamiento de lixiviados (reciclaje y separación orgánica de basuras)	Este municipio genera aproximadamente 48 toneladas de residuos sólidos urbanos por mes los cuales contienen una alta composición de materia orgánica. La recolección de residuos sólidos se hace manualmente y con volquetas tanto en la cabecera municipal como en el corregimiento de Villanueva, con una frecuencia de dos días por semana (GENOVA, 2009). De acuerdo a la información tomada del EOT 2010-2019 se entiende que este municipio inauguro su relleno sanitario en el año 2009 el cual cumple con todas las exigencias requeridas por parte del ministerio de medio ambiente, lo que quiere decir que la contaminación a los cuerpos de agua aledaños al relleno sanitario no se ve afectada con altos porcentajes de cargas contaminantes. Fuente afectada: Quebrada El Rincón
La Cruz			X	Relleno sanitario sin planta de tratamiento.	Los residuos sólidos que se producen en el casco urbano del Municipio de La Cruz son consecuencia de actividades como la domiciliaria, comercial, limpieza de calles y plaza de mercado por actividad del barrido manual, restos de materiales de construcción y desechos del hospital el Buen Samaritano, los cuales son

Nombre de la zona	Z. R	C.P	C.M	Descripción de la disposición final de los residuos solidos	Análisis del factor de contaminación
					transportados hacia el relleno sanitario localizado en la vereda Llano Grande a 2.5 km aproximadamente a la margen izquierda de la vía que conduce hacia el municipio de San Pablo, sin embargo este no cuenta con una planta de tratamiento de lixiviados y planes de recuperación de suelos (Nariño). Fuente afectada: Quebrada Carrizal
San Pablo			X	Relleno sanitario, ubicado en la vereda los Llanos administrado por la Empresa Empo San Pablo.	En esta zona la calidad del recurso hídrico y de los suelos se ve afectada puesto que el relleno no posee adecuado manejo de los lixiviados por lo tanto las características fisicoquímicas y bilógicas de estos dos recursos se ven alteradas por los contaminantes producto de la descomposición de los residuos sólidos (Pablo). Fuente afectada: Bateros
San Pedro de Cartago			X	Planta de tratamiento y se hace separación de residuos sólidos, manejo de orgánicos, a través del compostaje y los residuos inorgánicos se entierran.	Los residuos no tienen un tratamiento adecuado por lo tanto afectan directamente la calidad del agua y del suelo, modificando las características propias de estos por la descomposición de los residuos, por otra parte hay que tener en cuenta que también el aire se ve afectado puesto que en el proceso de descomposición de residuos sólidos se genera gases como por ejemplo el gas metano que ocasiona efectos adversos al medio ambiente.
Taminango	X	X	X	Relleno sanitario en la vereda el Manzano donde se clasifican	La cobertura del servicio de recolección de basuras en el sector rural es del 20%, en las cabeceras corregimentales de Remolino y Granada se realiza con carretas de

Nombre de la zona	Z. R	C.P	C.M	Descripción de la disposición final de los residuos solidos	Análisis del factor de contaminación
				residuos orgánicos e inorgánicos	tracción animal y la disposición se realiza a cielo abierto en los sectores de la vía Panamericana y la vía que comunica al municipio del Rosario. Es importante tener en cuenta que la disposición de los residuos sólidos no se realiza de manera adecuada, además las veredas correspondientes a este municipio no cuentan con sistema de recolección de los mismos, de ahí que la disponen en lugares no apropiados repercutiendo en la contaminación de los suelos y posteriormente del agua. En general este servicio no es el adecuado y se constituye como un foco de contaminación ambiental.
La Unión			X	Relleno sanitario donde se hace control de vectores y manejo de lixiviados	El relleno cuenta con tratamiento de lixiviados pero le hace falta estructura física para obtener un proceso de remoción de cargas más adecuado. Por otra parte los residuos hospitalarios son recolectados por una empresa contratada en a ciudad de Popayan llamada ASERHI LTDA (Aseo especializado de residuos hospitalarios e industriales) (CORPONARIÑO). Fuente afectada: Quebrada la Fragua
Florencia			X	No se localiza en la zona correspondiente a la cuenca objeto de estudio, el servicio de recolección lo hace la empresa COOSERFLO	No se localiza en la zona objeto de estudio, sin embargo hay que tener en cuenta que pueden existir algunas viviendas que no disponen adecuadamente de los residuos sólidos y al estar aledañas a la subcuenca pueden generar impacto en el recurso hídrico y suelos.

Nombre de la zona	Z. R	C.P	C.M	Descripción de la disposición final de los residuos solidos	Análisis del factor de contaminación
				E.S.P (Cooperativa de los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Florencia Cauca).	
Mercaderes			X	No se localiza en la zona correspondiente a la cuenca objeto de estudio, el servicio de recolección lo hace la empresa EMPOMER.	No se localiza en la zona objeto de estudio, sin embargo hay que tener en cuenta que pueden existir algunas viviendas que no disponen adecuadamente de los residuos sólidos y al estar aledañas a la subcuenca pueden generar impacto en el recurso hídrico y suelos.

Z.R: Zona Rural

C.P: Centro Poblado

C.M: Cabecera Municipal

2.2.8.7. Diagnóstico de la calidad de Agua en la Cuenca. En la actualidad la mayoría de las metodologías de estudio y seguimiento de la calidad de aguas están basadas casi exclusivamente en análisis fisicoquímicos que a pesar de aportar información valiosa tiene como principal desventaja el hecho de presentar resultados puntuales en el tiempo, por lo que se hace necesario la exploración e implementación de nuevas opciones.

El seguimiento y evaluación de una comunidad biológica puede presentarse como una alternativa, ya que su estructura funcional integra el efecto de muchos factores ambientales y, además, necesita de un tiempo más o menos prolongado para recuperarse tras sufrir una perturbación, de tal forma que una alteración de la estructura de la comunidad con respecto a las condiciones naturales, puede ser indicativa de una perturbación sufrida tiempo atrás o que aún

está afectando a la comunidad y que para determinados procesos de contaminación esporádica son detectados, mejor por medio de un seguimiento biológico que fisicoquímico

2.2.8.7.1. Estimación del Índice de Calidad del Agua. Utilizado para evaluar la calidad del agua de una fuente hídrica por medio de la valoración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que indican mediante un rango numérico que va de cero (0) a cien (100) si el agua es de pésima o excelente calidad para la satisfacción de los distintos usos incluyendo el desarrollo biológico y buen desempeño de los ecosistemas dependientes del cuerpo hídrico.

Este índice a pesar de haber sido desarrollado en 1970 para las condiciones propias de una región o país, es ampliamente utilizado a nivel mundial, siendo validado y adaptado por diferentes autores a condiciones específicas de los ríos o fuentes hídricas.

La metodología implementada fue la metodología oficial del IDEAM, donde los datos mas representativos son los siguientes, la cual tiene en cuenta la interrelación de nueve (9) parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales son:

- pH (en unidades de pH)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- Fosfatos (en mg PO4/L)
- Nitratos (en N–NO3/L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

Para evaluar y determinar las condiciones de calidad del agua de una Corriente Hídrica en distintos tramos o estaciones de muestreo, el ICA se clasifica en los siguientes rangos:

Tabla 237. *Clasificación Calidad De Agua Según el ICA*

0,91 - 1,0	EXELENTE	
0,7 - 0,9	BUENA	
0,51 -- 70	REGULAR	
26 -- 50	MALA	
0 -- 25	PESIMA	

Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además establece condiciones óptimas para la satisfacción de los usos demandados.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas, además de condicionar algunos usos.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación. Limita los usos.

Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella.

Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario tener las mediciones de los 9 parámetros implicados en el cálculo del Índice los cuales son: pH, Solidos Disueltos, Fosfatos, Nitratos, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxigeno, Coliformes Fecales, Turbiedad, Temperatura. Además es importante tener en cuenta los valores del peso relativo de cada uno de los 9 parámetros, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 238. *Pesos Relativos Por Cada Parámetro ICA*

Parametro	Peso Relativo (W)
PH	0,12
SOLIDOS DISUELTOS	0,08
FOSFATOS	0,1
NITRATOS	0,1
OXIGENO DISUELTO	0,17
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	0,1
COLIFORMES FECALES	0,15
TURBIEDAD	0,08
TEMPERATURA	0,1

Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices (ICAa) o una función ponderada multiplicativa (ICAm). Estas agregaciones se expresan matemáticamente como sigue:

Ecuación 43. Calculo del ICA

$$ICAa = \prod_{i=1}^{9}(Subi^{Wi})$$

Donde:

Wi: Pesos relativos asignados a cada parámetro (Subi), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

Subi: Subíndice del parámetro i.

El cálculo de los "ICA" se realizó mediante técnicas multiplicativas, que son mucho más sensibles a la variación de los parámetros, reflejando con mayor precisión un cambio de calidad. Es por esta razón que la técnica que se aplicará en este estudio es la multiplicativa (*Ecuación 43*).

Para determinar el valor del "ICA" es necesario sustituir los datos en la *Ecuación 43* obteniendo los Subíndices (Subi) a partir del análisis de las gráficas diseñadas en la metodología NSF con sus respectivas adaptaciones. Los valores se elevan por sus respectivos Pesos Relativos asignados (Wi) y se multiplican los 9 resultados obteniendo de esta manera el "ICA".

El ICA del cauce principal del rio Mayo, se calculó para cada una de las ocho (8) estaciones o puntos de muestreo ubicadas a lo largo de su cauce principal, eligiendo como escenario más representativo, como se pudo constatar en el Perfil de Calidad, presenta el escenario de deterioro y alteración del recurso hídrico más crítico. A continuación se presentan los ICAS calculados para cada estación o punto de muestreo sobre el Cauce Principal, con su respectiva tabla de cálculo y análisis de resultados:

Tabla 239. *ICA punto muestreo No 1.*

PUNTO 1				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	9,25	91	0,12	1,718
Solidos suspendidos	8,6	95	0,08	1,440
Fosforo total	0,625	99	0,1	1,583
Nitrogeno	6,72	98	0,1	1,582
Oxigeno disuelto	72,0240472	75	0,17	2,083
Demanda bioquimica de oxigeno	1,09	84	0,1	1,557
Echerichia Coli	4870	40	0,15	1,739
Turbiedad	5,6	90	0,08	1,433
Temperatura	20	28	0,1	1,395
			ICA	**71,55**

Como uno de los principales parámetros determinante del Índice de Calidad del agua están los coliformes fecales debido a su peso relativo infiere de manera notable en el valor del ICA esto complementado con los valores medidos de los parámetros que muestran una corriente en buenas condiciones y como consecuencia se reflejan en los valores del ICA dando como resultado un índice de calidad de BUENA en este punto.

Tabla 240. *ICA punto muestreo No 2.*

PUNTO 2				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	8,89	85	0,12	1,704
Solidos suspendidos	16,4	95	0,08	1,440
Fosforo total	0,02	95	0,1	1,577
Nitrogeno	7,84	98	0,1	1,582
Oxigeno disuelto	88,5632301	75	0,17	2,083
Demanda bioquimica de oxigeno	1,06	84	0,1	1,557
Echerichia Coli	1580	40	0,15	1,739
Turbiedad	6,5	60	0,08	1,388
Temperatura	23	28	0,1	1,395
			ICA	**66,85**

Como se observa en los resultados de análisis se determina que al transcurrir el curso natural de la cause se establece el impacto generado por la actividad de los asentamiento humanos y actividades agrícolas van alterando cada vez más su calidad y sus características son alteradas en tramos relativamente cortos,

Tabla 241. *ICA punto muestreo No 3.*

PUNTO 3				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	8,61	91	0,12	1,718
Solidos suspendidos	9,33	95	0,08	1,440
Fosforo total	0,02	99	0,1	1,583
Nitrogeno	5	75	0,1	1,540
Oxigeno disuelto	80,8083392	83	0,17	2,120
Demanda bioquimica de oxigeno	1	84	0,1	1,557
Echerichia Coli	1990	25	0,15	1,621
Turbiedad	6,8	83	0,08	1,424
Temperatura	23	28	0,1	1,395
			ICA	**64,12**

Tabla 242. *ICA punto muestreo No 4.*

PUNTO 4				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,65	91	0,12	1,718
Solidos suspendidos	76,6	95	0,08	1,440
Fosforo total	0,02	99	0,1	1,583
Nitrogeno	6,72	98	0,1	1,582
Oxigeno disuelto	76,0025302	84	0,17	2,124
Demanda bioquimica de oxigeno	1,27	84	0,1	1,557
Echerichia Coli	16700	10	0,15	1,413
Turbiedad	32,7	85	0,08	1,427
Temperatura	22	28	0,1	1,395
			ICA	**57,63**

Tabla 243. *ICA punto muestreo No 5.*

PUNTO 5				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	9,42	91	0,12	1,718
Solidos suspendidos	64,2	95	0,08	1,440
Fosforo total	28	99	0,1	1,583
Nitrogeno	6,74	98	0,1	1,582
Oxigeno disuelto	75,2284704	84	0,17	2,124
Demanda bioquimica de oxigeno	1,27	84	0,1	1,557
Echerichia Coli	7980	10	0,15	1,413
Turbiedad	28	90	0,08	1,433
Temperatura	21	28	0,1	1,395
			ICA	**57,89**

Tabla 244. *ICA punto muestreo No 6.*

PUNTO 6				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,48	75	0,12	1,679
Solidos suspendidos	59,33	70	0,08	1,405
Fosforo total	50,05	75	0,1	1,540
Nitrogeno	9,22	55	0,1	1,493
Oxigeno disuelto	66,761237	84	0,17	2,124
Demanda bioquimica de oxigeno	1,71	84	0,1	1,557
Echerichia Coli	7800	10	0,15	1,413
Turbiedad	50,5	75	0,08	1,413
Temperatura	22	28	0,1	1,395
			ICA	**51,93**

En los puntos 5 y 6 del cauce principal de la quebrada ha recibido la descarga del principal colector de cascos urbanos de aproximadamente 6 municipios aproximadamente 40.000 personas El parámetro, DBO aumenta a niveles críticos al igual que las coliformes, lo cual hace que este tramo sea catalogado de MALA calidad. Aquí se evidencia el mayor impacto sobre el recurso hídrico lo que se ve reflejado en sus ICAS.

Tabla 245. *ICA punto muestreo No 7.*

PUNTO 7				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,48	75	0,12	1,679
Solidos suspendidos	59,33	70	0,08	1,405
Fosforo total	50,05	75	0,1	1,540
Nitrogeno	9,22	55	0,1	1,493
Oxigeno disuelto	66,76	84	0,17	2,124
Demanda bioquimica de oxigeno	1,71	84	0,1	1,557
Echerichia Coli	7800	10	0,15	1,413
Turbiedad	50,5	75	0,08	1,413
Temperatura	22	28	0,1	1,395
			ICA	49,94

Es el punto con mayor alteración de sus características fisicoquímicas y microbiológicas su calidad se la cataloga como mala son los tramos más críticos en todo el cauce del rio.

Tabla 246. *ICA punto muestreo No 8.*

PUNTO 8				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,62	99	0,12	1,736
Solidos suspendidos	76,4	95	0,08	1,440
Fosforo total	0,11	99	0,1	1,583
Nitrogeno	10,4	98	0,1	1,582
Oxigeno disuelto	71,1769433	90	0,17	2,149
Demanda bioquimica de oxigeno	1,68	84	0,1	1,557
Echerichia Coli	5200	10	0,15	1,413
Turbiedad	48,8	90	0,08	1,433
Temperatura	26	28	0,1	1,395
			ICA	**59,17**

Los ríos de Nariño son catalogados como ríos de montaña lo que significa que en poco tiempo son capaces de auto - recuperarse, en procesos de depuración debido a que poseen

pronunciadas pendiente, se puede observar que en este punto existe una significativa recuperación a los datos de punto de toma No 7.

Tabla 247. *ICA rio Mayo cause principal.*

PUNTO DE MUESTREO	VALOR DEL ICA	CALIDAD	CLASIFICACION DE COLOR
PUNTO 1	71,55	BUENA	
PUNTO 2	66,85	REGULAR	
PUNTO 3	64,12	REGULAR	
PUNTO 4	57,63	REGULAR	
PUNTO 5	57,89	REGULAR	
PUNTO 6	51,96	REGULAR	
PUNTO 7	49,94	MALA	
PUNTO 8	59,17	REGULAR	

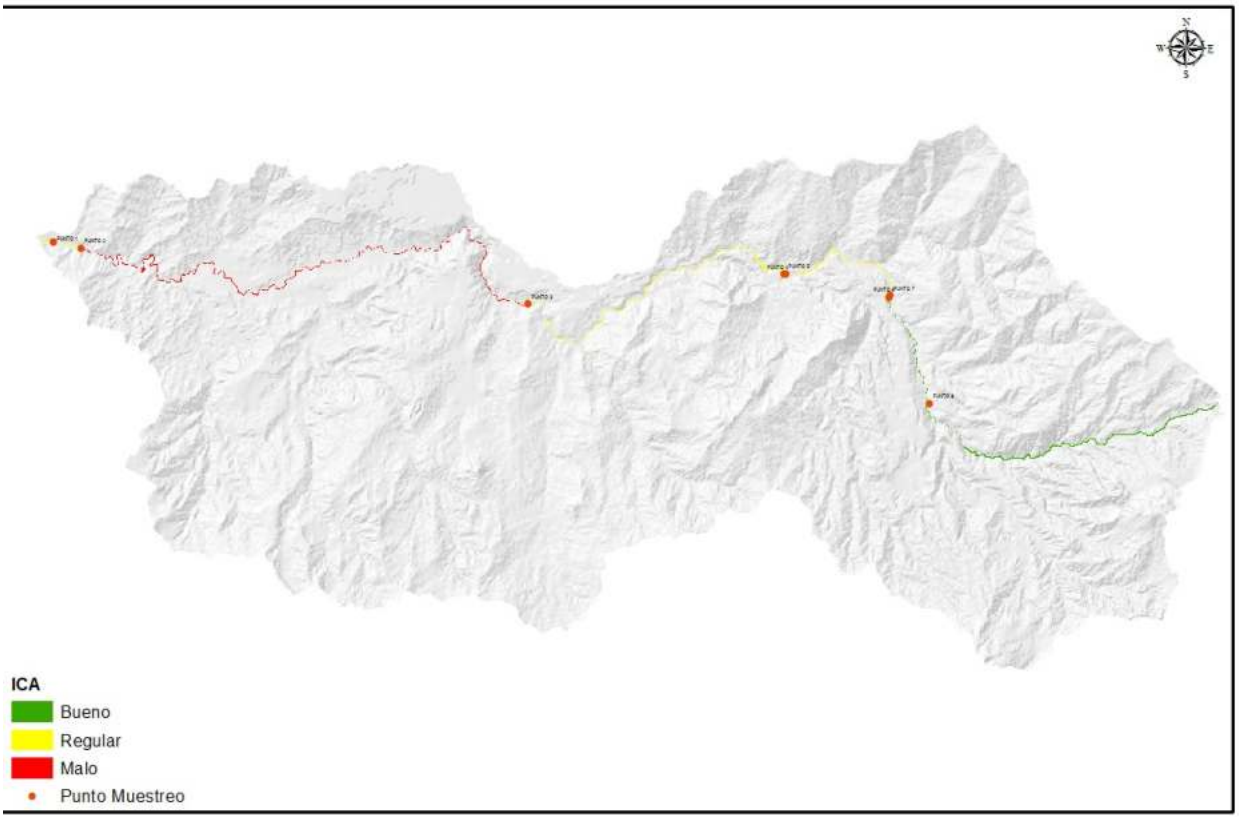


Figura 111. Mapa de Índice de calidad del agua

(Ver *Anexo Cartográfico 14*)

Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además establece condiciones óptimas para la satisfacción de los usos demandados.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas, además de condicionar algunos usos.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación. Limita los usos.

Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella.

Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario tener las mediciones de los 9 parámetros implicados en el cálculo del Índice los cuales son: pH, Solidos Disueltos, Fosfatos, Nitratos, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxigeno, Coliformes Fecales, Turbiedad, Temperatura. Además es importante tener en cuenta los valores del peso relativo de cada uno de los 9 parámetros, tal como se indica en la siguiente figura:

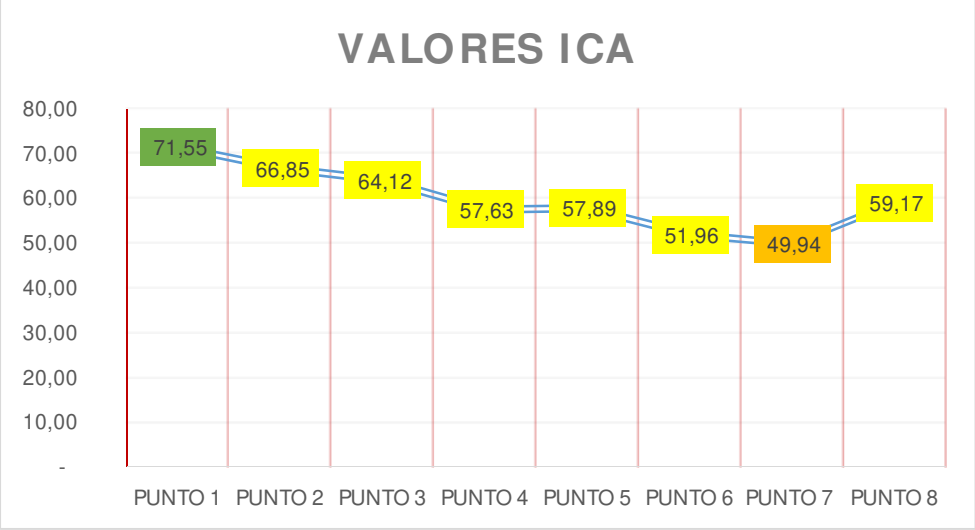


Figura 112. *ICA cause principal rio mayo*

2.2.8.8. Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL).

2.2.8.8.1 Estimación Del Índice De Uso Del Agua Superficial (Iua). Este índice estima porcentualmente la relación entre la demanda de agua y la oferta hídrica disponible, en un área o zona determinada y en un periodo de tiempo, generalmente anual o mensual.

Este índice se calcula aplicando la siguiente fórmula:

Ecuación 44. *Índice De Uso Del Agua Superficial (Iua)*

$$(38) IUA = \left(\frac{Dh}{Oh}\right) * 100$$

Donde:
IUA = Índice de uso del agua
Dh = Demanda hídrica sectorial que corresponda
Oh = Oferta hídrica superficial disponible

Se obtuvo del Índice de uso del agua, utilizando la demanda hídrica total y la oferta hídrica superficial neta en unidades de millones de metros cúbicos, segregando los cálculos por municipio.

Aplicando la ecuación tenemos:

Tabla 248. *Oferta hídrica neta*

Índice de uso del agua superficial			
Nombre Municipio	**Oferta Hidrica Neta Mm3**	**Demanda Hídrica total**	**IUA**
Mercaderes	4,22989	0,15708	3,71367
Taminango	2,23582	0,42652	19,07665
Colón (Génova)	1,88831	0,29848	15,80656
Florencia	1,67369	0,04174	2,49412
San Pablo	3,33672	1,37790	41,29498
La Unión	4,94297	2,68558	54,33132
San Lorenzo	5,51665	1,13346	20,54613

La Cruz	7,26035	1,95299	26,89939
Belén	1,39641	0,43325	31,02630
San Pedro De Cartago (Cartago)	1,96268	0,19715	10,04481

Tabla 249. *Descriptores Índice de Regulación Hídrica (IUA)*

DESCRIPTORES IUA			
CATEGORIA	**SIGNIFICADO**	**RANGO**	**COLOR**
muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible	(> 50)	
alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible	(20.01 – 50)	
moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible	(10.01 -20)	
bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible	(1-10)	
muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible	(≤ 1)	

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – POMCAS – Anexo A Diagnóstico

El porcentaje obtenidocorrespondiente al índice del agua superficial se categoriza deacuerdo a la siguiente tabla, en función de la presión de la demanda respecto a la oferta disponible.

Descriptores IUA Cuenca Río Mayo				
Nombre Municipio	**IUA**	**Categoria**	**Rango**	**Color**
Mercaderes	3,71	bajo	(1-10)	
Taminango	19,07	moderado	(10.01 -20)	
Colón (Génova)	15,80	moderado	(10.01 -20)	
Florencia	2,49	bajo	(1-10)	
San Pablo	41,29	alto	(20.01 – 50)	
La Unión	54,33	muy alto	(> 50)	
San Lorenzo	20,54	alto	(20.01 – 50)	
La Cruz	26,89	alto	(20.01 – 50)	
Belén	31,02	alto	(20.01 – 50)	
San Pedro De Cartago (Cartago)	10,04	moderado	(10.01 -20)	

Resultado de esta categorización se obtiene la espacializacion de este índice, permitiendo un análisis, enfocado a las posibles causas causas que se describen a continuación.

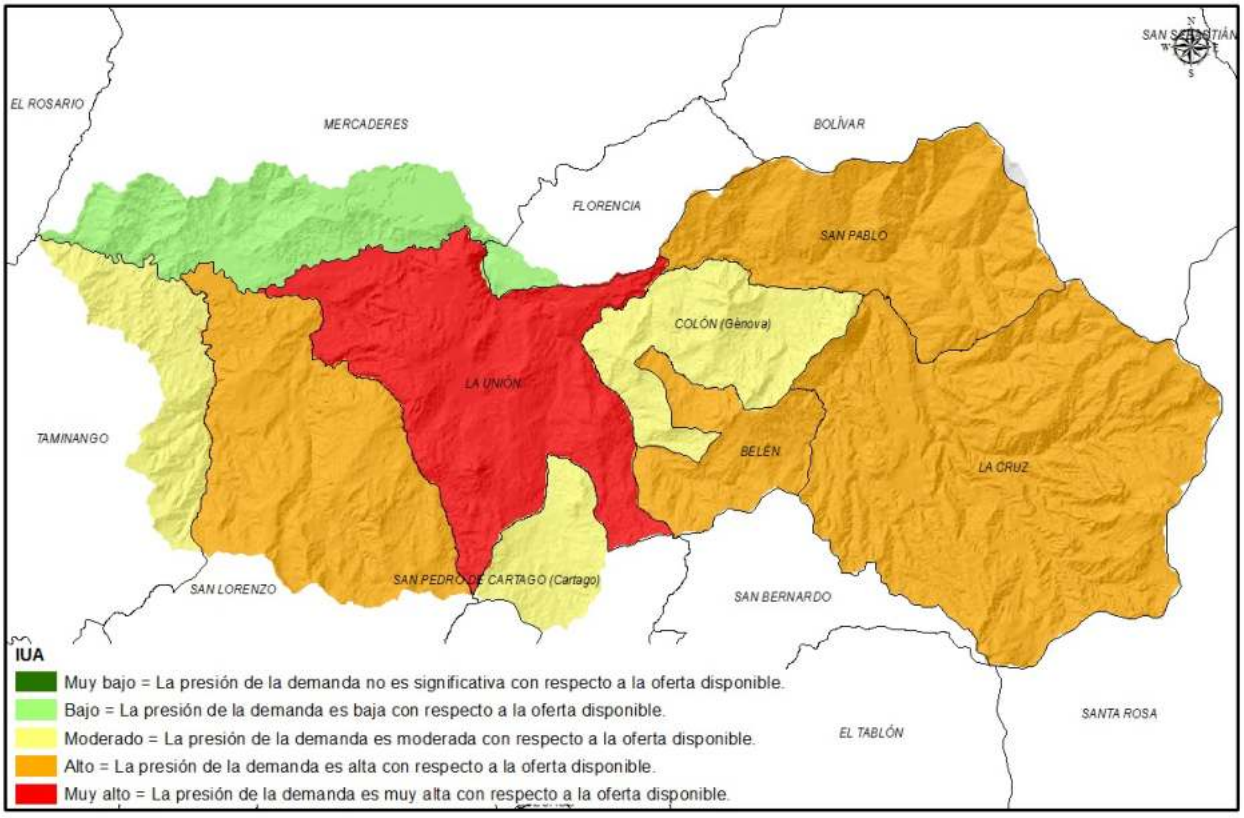


Figura 113. Mapa Indice de Uso del Agua

(Ver *Anexo Cartográfico 15*)

La estimación arroja como resultado que los municipios pertenecientes al departamento del Cauca presentan un IUA bajo, como principal causa se relaciona la cantidad de habitantes de este sector de la cuenca siendo menor en relación a los de mas municipios debido a que los hacentamientos urbanos de Florencia y Mercaderes no hacen parte del área de influencia de la cuenca, por ende la demanda del recurso hídrico se determina como minima producto de actividades agrícolas, pecuarias y de consumo domiciliario, cabe resaltar que esta zona de la cuenca esparte importante de la Zona de Recarga Hídrica del Patía siendo su oferta hídrica neta considerable a comparación de otras zonas de la cuenca.

A diferencia de los municipios de San Pablo, La Cruz, Belén y San Lorenzo; los cuales presentan un IUA Alto, principalmente por su alta demanda del recurso hídrico ya que en estos municipios se llevan a cabo actividades económicas e industriales a pequeña escala, incluyendo algunos centros de salud, otro de los factores importantes es la presión demográfica que se ejerce sobre este territorio en especifico.

El el área de estudio también encontramos un IUA de categoría Muy Alto correspondiente al municipio de La Unión que a pesar de ser el segundo municipio con la oferta hídrica mas alta de la cuenca del Río Mayo, se identifica una gran problemática, causada posiblemente por factores demográficos, ya que por ser un municipio con medianos niveles de comercio e industria, ocaciona y favorece las migraciones de la zonas rurales hacia la zonas urbana, aumentando la demanda hídrica por los sectores industria, comercio y servicios, sin restarle importancia al sector agrícola siendo este el municipio de Nariño con mayor producción de café.

2.2.8.8.2. Estimación del Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL). Para la generación del indicador de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL) como referente de la presión sobre las condiciones de calidad de agua en los sistemas hídricos superficiales del país con base en variables representativas, se introducen innovaciones en relación con el estudio del año 2001. Además de las estimaciones de mayor cobertura de actividades para DBO, se incluyen las variables de demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT).

Una vez obtenido el valor para la sumatoria de las cargas municipales estimadas en toneladas/año, se calcula para cada variable la distribución de frecuencias a nivel nacional correspondientes a los percentiles 65, 75, 85 y 95 respectivamente,24 y a cada rango se le asigna una categoría de presión de uno (1) a cinco (5) para obtener una escala cualitativa de presión: baja (1), moderada (2), media (3), alta (4) y muy alta (5). En la
Tabla 249 se muestran las magnitudes que corresponden a cada categoría de presión para las cargas agregadas municipales estimadas para las cabeceras.

En el caso de la materia orgánica, para no incurrir en doble contabilización, y debido a que la DQO contiene la DBO, la escala se asigna a la relación de la diferencia entre DQO y DBO.

Tabla 250. *Concentraciones actuales de los vertimientos de la cenca río mayo*

CONCENTRACIONES ACTUALES DE LOS VERTIMIENTOS DE LA CENCA RÍO MAYO									
Variable	Unid	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Caudal	L/S	5315	7943	7943	8124	8235	8648	8824	9256
Oxigeno disuelto	mg O2/L	7,59	7,37	7,42	7,41	7,55	8,43	8,13	7,98
Demanda quimica de oxigeno DQO	mg O2/L	17,73	13,14	11,4	14,57	14,88	18,68	17,73	17,26
Demanda bioquimica de oxigeno DBO5	mg O2/L	1,09	1,06	1	1,27	1,27	2,28	1,71	1,68
Solidos suspendidos totales	mg/L	8,6	16,4	9,33	79,6	64,2	141,5	59,33	76,4
Fosforo total	mg P/L	0,625	0,02	0,02	0,02	28	0,02	50,5	0,11
Nitratos	mg/L NO3-N	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,5	0,23	0,24
Nitritos	mg N-NO2/L	0,01	0,01	0,1	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03
Nitrogeno amoniacal	mg/L NH3-N	2	2	2	1	2	2	2	2
Nitrogeno total	mg N/L	6,72	7,84	5	6,72	6,74	0,02	9,22	10,4

Tabla 251. *Estimación de cargas*

ESTIMACIÓN DE CARGAS ACTUALES DE LOS VERTIMIENTOS DE LA CENCA RÍO MAYO									
Variable	Unid	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Oxigeno disuelto	Kg/día	3485,449	5057,848	5092,162	5085,299	5181,378	5785,300	5579,417	5476,476
Demanda quimica de oxigeno DQO	Kg/día	8141,900	9017,656	7823,537	9999,030	10211,775	12819,621	12167,659	11845,110
Demanda bioquimica de oxigeno DBO5	Kg/día	500,545	727,452	686,275	871,570	871,570	1564,707	1173,531	1152,942
Solidos suspendidos totales	Kg/día	3949,258	11254,913	6402,948	54627,506	44058,868	97107,941	40716,708	52431,425

ESTIMACIÓN DE CARGAS ACTUALES DE LOS VERTIMIENTOS DE LA CENCA RÍO MAYO									
Variable	Unid	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Fosforo total	Kg/día	287,010	13,726	13,726	13,726	19215,706	13,726	34656,898	75,490
Nitratos	Kg/día	101,028	150,981	150,981	150,981	150,981	343,138	157,843	164,706
Nitritos	Kg/día	4,592	6,863	68,628	6,863	13,726	20,588	20,588	20,588
Nitrogeno amoniacal	Kg/día	918,432	1372,550	1372,550	686,275	1372,550	1372,550	1372,550	1372,550
Nitrogeno total	Kg/día	3085,932	5380,398	3431,376	4611,769	4625,495	13,726	6327,457	7137,262

Tabla 252. *Estimación de cargas*

ESTIMACIÓN DE CARGAS ACTUALES DE LOS VERTIMIENTOS DE LA CENCA RÍO MAYO									
Variable	Unid	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Oxigeno disuelto	Ton/Año	1272,189	1846,115	1858,639	1856,134	1891,203	2111,634	2036,487	1998,914
Demanda quimica de oxigeno DQO	Ton/Año	2971,793	3291,444	2855,591	3649,646	3727,298	4679,162	4441,196	4323,465
Demanda bioquimica de oxigeno DBO5	Ton/Año	182,699	265,520	250,490	318,123	318,123	571,118	428,339	420,824
Solidos suspendidos totales	Ton/Año	1441,479	4108,043	2337,076	19939,040	16081,487	35444,398	14861,598	19137,470
Fosforo total	Ton/Año	13,4	5,010	5,010	5,010	7013,733	5,010	12649,768	27,554
Nitratos	Ton/Año	36,875	55,108	55,108	55,108	55,108	125,245	57,613	60,118
Nitritos	Ton/Año	1,676	2,505	25,049	2,505	5,010	7,515	7,515	7,515
Nitrogeno amoniacal	Ton/Año	23,228	500,981	500,981	250,490	500,981	500,981	500,981	500,981

ESTIMACIÓN DE CARGAS ACTUALES DE LOS VERTIMIENTOS DE LA CENCA RÍO MAYO									
Variable	Unid	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8
Nitrogeno total	Ton/ Año	52,26	1963,845	1252,452	1683,296	1688,306	5,010	2309,522	2605,101

Tabla 253. *Categorías y descriptores de presión, clasificados de acuerdo con los percentiles asignados a las cargas (ton/año).*

DESCRIPTOR DE PRESIÓN	PERCENTILES AJUSTADOS	PERCENTILES DBO	PERCENTILES DQO - DBO	PERCENTILES SST	PERCENTILES NT	PERCENTILES PT
		t/año	t/año	t/año	t/año	t/año
BAJA	65	< 157	< 147	< 272	< 19	< 4
MODERADA	75	158 a 252	148 a 227	273 a 434	20 a 31	5 a 9
MEDIA	85	253 a 473	228 a 465	435 a 739	32 a 54	10 a 15
ALTA	95	474 a 1834	466 a 2287	740 a 3025	55 a 290	16 a 66
MUY ALTA	> 95	> 1835	> 2288	> 3026	> 291	> 67

A continuación se determinara el IACAL, del trayecto del recorrido de la fuente para determina la presión ejercida por las actividades antrópicas en el sector.

Tabla 254. *Estimación IACAL Punto 1.*

Descriptor De Presión	Percentiles Ajustados	Percentiles DBO
		Ton/año
Moderada	75	182,699
Descriptor De Presión	Percentiles Ajustados	Percentiles (DQO-DBO5)
		Ton/año
Muy Alta	>95	2789,094
Descriptor De Presión	Percentiles Ajustados	Percentiles SST
		Ton/año
Alta	95	1441,479
Descriptor De Presión	Percentiles Ajustados	Percentiles NT
		Ton/año
Muy Alta	>95	52,26
Descriptor De Presión	Percentiles Ajustados	Percentiles PT
		Ton/año
Muy Alta	>95	13,4

Tabla 255. *Estimación IACAL Punto 2.*

Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles DBO
		Ton/año
Media Alta	85	265,52
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles (DQO-DBO5)
		Ton/año
Muy Alta	>95	3025,924
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles SST
		Ton/año
Alta	>95	4108,043
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles NT
		Ton/año
Muy Alta	>95	1963,845
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles PT
		Ton/año
Muy Alta	>95	5010

Tabla 256. *Estimación IACAL Punto 3.*

Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles DBO
		Ton/año
Moderada	75	250,49
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles (DQO-DBO5)
		Ton/año
Muy Alta	>95	2605,101
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles SST
		Ton/año
Alta	95	2337,076
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles NT
		Ton/año
Muy Alta	>95	1252,452
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles PT
		Ton/año
Muy Alta	>95	5010

Tabla 257. *Estimación IACAL Punto 4.*

Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles DBO Ton/año
Media Alta	85	318,123
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles (DQO-DBO5) Ton/año
Muy Alta	>95	3331,523
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles SST Ton/año
Muy Alta	>95	19939,04
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles NT Ton/año
Muy Alta	>95	1683,296
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles PT Ton/año
Muy Alta	>95	5010

Tabla 258. *Estimación IACAL Punto 5.*

Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles DBO Ton/año
Media Alta	85	318,123
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles (DQO-DBO5) Ton/año
Muy Alta	>95	3409,175
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles SST Ton/año
Alta	>95	16081,487
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles NT Ton/año
Muy Alta	>95	1688,306
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles PT Ton/año
Muy Alta	>95	7013,733

Tabla 259. *Estimación IACAL Punto 6.*

Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles DBO
		Ton/año
Alta	95	571,118
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles (DBO-DQO)
		Ton/año
Muy Alta	>95	4108,044
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles SST
		Ton/año
Muy Alta	>95	35444,398
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles NT
		Ton/año
Muy Alta	>95	5010
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles PT
		Ton/año
Muy Alta	>95	5010

Tabla 260. *Estimación IACAL Punto 7*

Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles DBO
		Ton/año
Media Alta	85	428,339
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles (DBO-DQO)
		Ton/año
Muy Alta	>95	4012,857
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles SST
		Ton/año
Muy Alta	>95	14861,598
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles NT
		Ton/año
Muy Alta	>95	2309,522
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles PT
		Ton/año
Muy Alta	>95	12649,768

Tabla 261. *Estimación IACAL Punto 8.*

Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles DBO
		Ton/año
Media Alta	85	420,824
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles (DBO-DQO)
		Ton/año
Muy Alta	>95	3902,641
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles SST
		Ton/año
Muy Alta	>95	19137,47
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles NT
		Ton/año
Muy Alta	>95	2605,101
Descriptor De Presion	Percentiles Ajustados	Percentiles PT
		Ton/año
Alta	95	27,554

Tabla 262. *Categoría y descriptor del IACAL.*

IACAL	
PROMEDIO CATEGORÍA (NT+PT+SST+DBO+(DQO-DBO)/5	
Categoria	Valor
Baja	1
Moderada	2
Media Alta	3
Alta	4
Muy Alta	5

Tabla 263. *Categoría y descriptor del IACAL de la Cuenca del Río Mayo*

IACAL		
Punto de muestreo	**Categoria**	**Valor**
Punto 1.	Media alta	3
Punto 2.	Alta	4
Punto 3.	Alta	4
Punto 4.	Muy Alta	5
Punto 5.	Alta	4
Punto 6.	Muy Alta	5
Punto 7.	Muy Alta	5
Punto 8.	Alta	4

Como se observa la fuente tiene gran presión sobre el recurso hídrico en relación con el caudal y las condiciones fisicoquímicos que posee debido a que de los 10 municipio que realizan el aporte de sus aguas residuales ninguno posee con adecuados sistemas de tratamientos de sus aguas servidas en el mapa realizaremos un análisis en los puntos donde el impacto es mayo y se debe priorizar políticas para su protección.

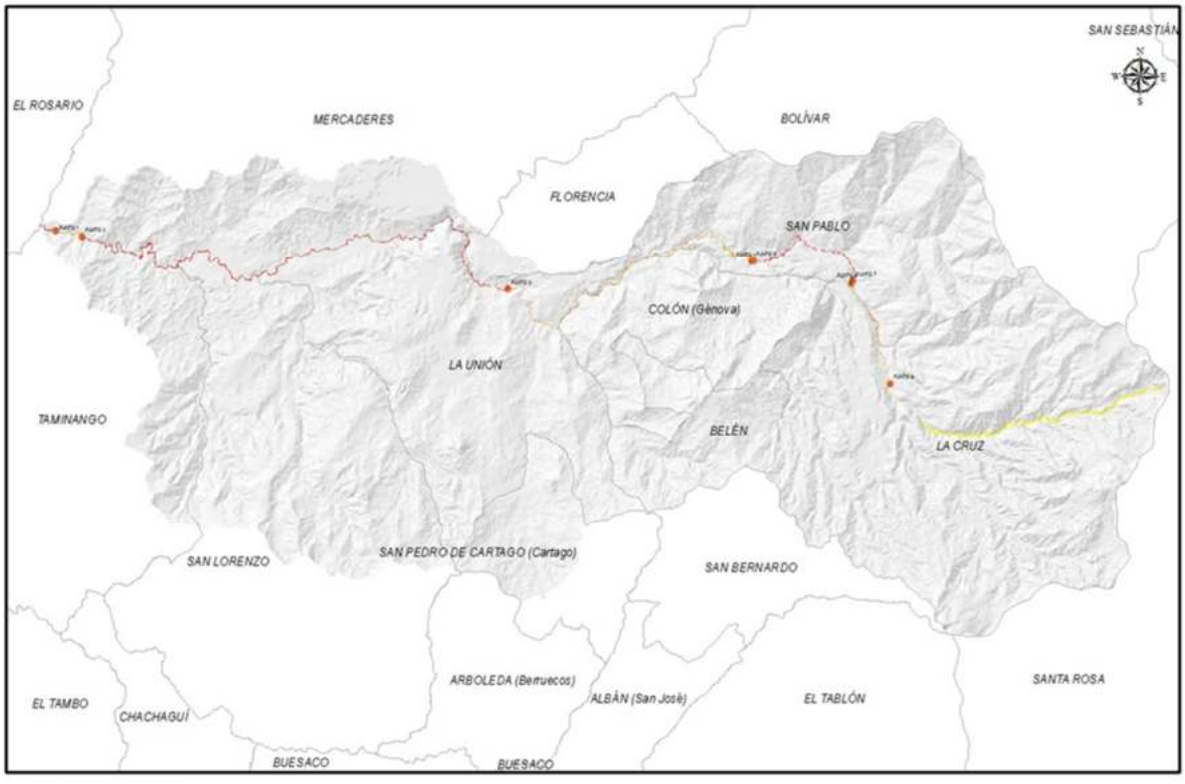


Figura 114. Mapa Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL)

(Ver Anexo Cartográfico 16)

2.2.9. Geomorfología. Los eventos geomorfológicos desarrollados en el área de estudio están asociados por un lado a los grandes eventos tectónicos y volcánicos que dieron origen al Macizo Andino, y por otro al desgaste de estas estructuras por medio del agua y el hielo de los períodos glaciares e interglaciares, dando como resultado la acumulación de grandes volúmenes de tierra. También es característica la sucesiva remoción y deposición de material detrítico mezclado con un alto volumen de ceniza volcánica proveniente de los volcanes adyacentes.

Es de importancia identificar las geoformas presentes y de mayor difusión en el área, que definen una imagen clara y sistemática del relieve y de los fenómenos que causan el origen de estas. La especialización de los rasgos geomorfológicos se convierte en una herramienta de gran valor para la evaluación y aprovechamiento de los Recursos Naturales debido a la directa relación que existe entre las geoformas de una región y otros factores del medio ambiente.

La siguiente descripción se hace con base en la "Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia", por José Henry Carvajal (Ingeominas, 2011).

2.2.9.1. Geomorfoestructura. Se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intra continentales caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y posiblemente metamorfismo o intrusión ígnea

(Megageoformas de origen tectónico). Se consideran como geomorfoestructuras: Los escudos, los bloques de origen continental (Plateaus Orogénicos ó Epirogénicos), grandes cuencas de sedimentación, cuencas intracratónicas y Rift Valleys, plataformas y cinturones orogénicos. Corresponde según Velásquez (1999) a escalas de trabajo menores de 1: 2.500.000.

El área hace parte del desarrollo morfológico del SW de Colombia durante el Cuaternario, relacionado íntimamente con un tectonismo ligado a un límite activo de placas producido por la subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Andina. Esta tectónica cuaternaria, activa hasta nuestros días ha dado lugar a diferentes procesos los cuales inciden en el desarrollo morfológico de la región y entre los cuales se pueden citar los siguientes: a) Desarrollo de vulcanismo asociado a grandes fallas. b) Levantamiento rápido de la región sugerido por la presencia de niveles altos de terrazas con respecto a los niveles de base de los ríos. c) Fallamiento activo

como en el caso de la Falla de Romeral y Falla del río Guaítara, las cuales afectan a depósitos pleistocénicos. d) Actividad sísmica.

En conclusión, los eventos geomorfológicos desarrollados en el área de estudio están asociados por un lado a los grandes eventos tectónicos y volcánicos que dieron origen al macizo Andino y, por otro al desgaste de estas estructuras por medio del agua y el hielo de los períodos glaciares e interglaciares, dando como resultado la acumulación de grandes volúmenes de tierra. También es característica la sucesiva remoción y depositación de material detrítico, mezclado con un alto volumen de cenizas volcánicas provenientes de los volcanes adyacentes.

2.2.9.1.1. Provincia Geomorfológica. Corresponde a un conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. Localmente se relacionan con las regiones naturales y con los terrenos geológicos de Colombia los cuales están delimitados por el trazo de megafracturas y suturas definidas o inferidas (INGEOMINAS 1999, VELÁSQUEZ 1999, IRVING 1971, ETAYO. Et.al 1986, VILLOTA1997)

Se diferencian y delimitan las formas del relieve tomando como base sus características geológicas, morfológicas y geográficas. Se definen en términos tales como; Cinturones Montañosos, Llanuras, Peneplanicies, Cordilleras, Serranías y están establecidas para escalas entre 1: 1.000.000 – 1.500.000.

El nombre propuesto para la Provincia Geomorfológica es compuesto y consiste de un término morfológico de macro relieve, combinado con un nombre geográfico definido por el nombre del terreno geológico o región natural respectiva.

La Cuenca del río Mayo se localiza en la Cordillera Central, la cual es uno de los tres ramales importantes en los que la Cordillera de los Andes se divide al Sur de Colombia. Se extiende desde el Nudo de Almaguer o Macizo Colombiano, en el departamento del Cauca al sur de Colombia, hasta la Serranía de San Lucas, en el departamento de Bolívar al Norte.

2.2.9.1.2. Región Geomorfológica. Es la agrupación de geoformas relacionadas genética y geográficamente. Están definidas por los ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos geomórficos parecidos. La escala de trabajo está definido entre 1: 250.000 y 1: 500.000. (VELÁZQUEZ 1999, INGEOMINAS 1999, VERSTAPPEN Y VAN ZUIDAM 1992, CARVAJAL 2008).

El ambiente morfogenético hace alusión a las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas bajo las cuales se generaron las geoformas. Se determina con base en la interpretación de los procesos geomorfológicos registrados (origen tanto endógeno como exógeno), que dieron lugar a la formación, evolución y modificación de estas.

En síntesis, un ambiente morfogenético hace referencia a un espacio amplio del medio físico, originado y controlado por la geodinámica de procesos de origen endógeno y/o exógeno o una combinación de ellos.

En el área de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo se conocen y se consideran los siguientes ambientes morfogenéticos: Denudacional, estructural, eólico - volcánico, fluvial y lagunar

- Ambiente denudacional

Ambiente erosional o denudacional: Controlado por procesos de disección y remoción de materiales transportados por agua, viento, hielo, movimiento en masa, o gravedad. Incluye los relieves cuyas expresiones morfológicas resultan de la acción de procesos con diferentes grados de erosión, influyen procesos de origen gravitacional y pluvial que remodelan y dejan remanentes de las unidades preexistentes y crean nuevas formas de relieve.

Planos de abrasión (Da): Porción de terreno relativamente elevado, extenso, plano, generalmente limitado por lo menos en un lado por una caída brusca (escarpe) a terrenos más bajos. Se origina frecuentemente por levantamiento tectónico de una planicie anterior, subsecuentemente subdividido por la incisión de profundas gargantas y valles. La superficie topográfica es tabular o ligeramente ondulada, porque la erosión es mayormente de entalle lineal. El paisaje de altiplanicie es independiente de la altitud, siempre y cuando cumpla con las

características diagnósticas de esta geoforma, como son posición alta, topografía tabular, y escarpes en sus bordes o a lo largo de los cursos de agua que la entallan profundamente.

Esta expresión morfológica se determina hacia el Suroccidente del área de la Cuenca hidrológica del Río Mayo, cerca al Cerro La Jacoba. Con alturas de 1.800 hasta 2.000 m.s.n.m. y pendiente entre 0 a 3 %.

Conos (Dcred): Prominencias topográficas aisladas con una altura entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, presenta una cima redondeada y estrecha limitada por laderas cortas a moderadamente largas, de forma convexa y pendientes abruptas a escarpadas, alto grado de disección de los drenajes, desarrollo de valles en U y un índice de relieve bajo a moderado. Su origen está relacionado con procesos de denudación intensos. Cuando está localizado en un altiplano se denomina “Colina remanente disectada de altiplano (DAcred)”.

Este tipo de ambiente geomorfológico se puede observar en el extremo Noroeste de la Cuenca Hidrográfica. A una altura topográfica de 800 hasta 1.000 m.s.n.m. y con pendiente entre 25 a 75 %.

Deslizamientos (Deeme): Ladera abrupta o a desplome de longitud corta a larga, de forma cóncavo - convexa y eventualmente recta, pendiente escarpada a muy escarpada, originado por socavación fluvial lateral, o por procesos de erosión y movimientos en masa remontantes a lo largo de un drenaje.

Se identifican dos sectores muy reducidos dentro del área de la Cuenca hidrográfica. En los límites, en el extremo Occidental, y en la parte Noroccidental. Con altura de 800 hasta 1.000 m.s.n.m y pendiente entre 25 a 50 % y >75 %, respectivamente.

Ladera denudada (Def): Superficie triangular o trapezoidal, de base amplia y tope angosto, ladera de morfología alomada, cóncava, de longitud corta a moderadamente larga, y pendientes escarpadas a muy escarpadas. Su origen está relacionado con procesos de erosión, incisión y movimientos en masa, en laderas relictas que aparecen en torno a relieves estructurales, constituidos por materiales fracturados.

Hacia el Noreste, en límites del área de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, se tiene un reducido sector, donde se determina una altitud entre 2.200 a 3.000 m.s.n.m., con pendiente mayor a 75 %.

Deslizamientos (Dlcad): Estructura en forma de lóbulo o abanico de morfología alomada con una longitud larga a muy larga, convexa y pendientes naturales inclinadas a muy inclinadas. Su origen está relacionado con avalanchas torrenciales no canalizadas, inducidas por eventos sísmicos o lluvias intensas.

Se tiene en sectores muy reducidos dentro de la Cuenca hidrográfica, como se observa al Oriente de la población de Génova. Alturas que alcanzan hasta los 2.400 m.s.n.m., y pendiente entre 12 % hasta 50 %.

Ladera erosiva (Dle): Corresponde a superficies del terreno de pendientes muy inclinadas a escarpadas, de longitudes moderadas a extremadamente largas, de formas planas, cóncavas y convexas, patrón de drenaje típico dendrítico a subparalelo. Presenta procesos erosivos intensos, como cárcavas, surcos y solifluxión, sobre materiales de suelo o roca. Estas laderas no necesariamente están asociadas a una geoforma mayor o una estructura.

Un sector importante se determinó al Suroccidente de la cuenca, población Tablón del Guabo, con altura entre 1.200 hasta 1.800 m.s.n.m., y pendiente entre 12 a 25 %.

Ladera denudada (Dlo): Superficie en declive de morfología alomada o colinada, pendiente inclinada a escarpada, la longitud varía entre corta y muy larga. El patrón de drenaje es subdendrítico a subparalelo. Estas laderas se pueden formar en suelos residuales y depósitos coluviales.

Se presenta un área importante de esta unidad bordeando el sector Sur de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, con poblaciones como San Pedro de Cartago hasta Taminango. Y en algunos sectores reducidos dentro del área, como en el municipio de Génova.

Se determinan alturas de 1.200 hasta 3.000 m.s.n.m., y pendiente variable entre 3 a 75 %.

Conos (Dld): Prominencia topográfica, con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, una morfología alomada y elongada, laderas cortas a muy cortas, convexa y

pendientes muy inclinadas a muy abruptas. Su origen está relacionado con procesos intensos de meteorización y erosión diferencial. Se caracteriza por presentar movimientos en masa y procesos erosivos intensos. Cuando está localizado en un altiplano se denomina “Loma denudada de altiplano (DAld)”.

Se tiene un sector muy reducido cerca al límite Suroriental de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, al Sur de la población de Santa Cecilia, donde presenta una altura de 2.400 m.s.n.m., y pendiente entre 12 a 25 %.

Conos (Dldi): Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, cimas redondeadas y amplias, laderas cortas a moderadamente largas de formas rectas, cóncavas o convexas, con pendientes muy inclinadas a muy abruptas, índice de relieve bajo. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la moderada disección, generando valles en U con fondo redondeado a plano. Se presentan movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional, con superficie de falla poco profunda. Cuando está localizado en un altiplano se denomina “Lomeríos disectados de altiplano (DAldi)”.

Ocurren en el límite Suroccidental de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, y cerca al límite Suroccidental al Sur del Cerro La Jacoba. Se determina una altura de 2.000 a 2.600 m.s.n.m., con pendiente entre 12 a 50 %.

Conos (Dlpd): Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas planas amplias y eventualmente redondeadas, de laderas muy cortas a cortas, de forma rectas, y eventualmente cóncavas y convexas, pendientes inclinadas a muy abruptas, e índice de relieve muy bajo a bajo. En estos lomeríos, los procesos de incisión son muy leves y generalmente estas unidades se encuentran en áreas centrales de altiplanos o alejados de los frentes erosivos. Son frecuentes procesos erosivos de reptación y eventualmente movimientos en masa, tipo deslizamiento rotacional. Cuando está localizado en un altiplano se denomina “Lomeríos poco disectados de altiplano (DAlpd)”.

Esta unidad se identifica cerca al límite Centro Occidental de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, en la ribera Sur del Río Mayo, con 1.000 hasta 1.600 m.s.n.m., y una pendiente entre 12 a 25 %.

Glacis de erosión (Dlde): Son sistemas o conjuntos de lomos o filos ubicados a diferentes alturas; son formas alargadas en dirección perpendicular al drenaje principal. El tope o parte superior puede tener diferentes formas dependiendo del grado de incisión del drenaje, el tipo de saprolito que ha desarrollado la roca dominante y de los procesos erosivos que lo han modelado. La inclinación y orientación del eje del lomo puede informar de procesos y velocidades de levantamiento del conjunto cordillerano o de la velocidad de la erosión del río principal o eje geomorfológico.

Se puede identificar en varios sectores de la cuenca, como al Oriente y Occidente de la población de Belén y Sureste del área con alturas hasta de 3.000 m.s.n.m., y pendiente muy variable entre 3 a mayor de 75 %.

Glacis de erosión moderado de longitud corta (Dldemc): Son sistemas o conjuntos de lomos o filos ubicados a diferentes alturas; con índice de relieve relativo entre 250 m y 1000 m y la longitud del eje principal es menor que 250 m; son formas alargadas en dirección perpendicular al drenaje principal. El tope o parte superior puede tener diferentes formas dependiendo del grado de incisión del drenaje, el tipo de saprolito que ha desarrollado la roca dominante y de los procesos erosivos que lo han modelado. La inclinación y orientación del eje del lomo puede informar de procesos y velocidades de levantamiento del conjunto cordillerano o de la velocidad de la erosión del río principal o eje geomorfológico.

Se tiene cerca al límite Occidente de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, Sur del Río Mayo, donde presenta alturas de 800 a 1.000 m.s.n.m. y pendiente entre 25 a 50 %.

Glacis de erosión (Dlres): Elevación del terreno menor de 200 metros con morfología alomada y alargada, laderas cortas a moderadamente largas, convexas a eventualmente cóncavas y pendientes muy inclinadas a muy abruptas y con drenaje dendrítico, desarrollado de manera general, sobre materiales afectados por meteorización diferencial intensa. Cuando está localizado en un altiplano se denomina “Lomo residual de altiplano (DAlres)”.

Esta unidad se puede observar en el límite Noroccidental de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, a 1.000 m.s.n.m., presentando pendiente entre 50 a 75 %.

Pedimentos (Dpd): Superficie de erosión generada sobre unidades rocosas resistentes con desarrollo de una capa de espesor variable de aluviones. Presenta pendiente muy suave, longitud moderadamente larga a muy larga. Se forma en torno a relieves residuales que pueden ser montículos redondeados, aunque muchas veces se trata de montes islas. Una vez formado el pedimento, con una pendiente hasta de 7°, los derrubios finos procedentes del desgaste de las vertientes son arrastrados por los drenajes hasta las áreas planas circundantes.

Se identifican dos sectores muy reducidos dentro del área, como son: cerca al límite Occidental del área, al Norte de la población El Tablón del Guabo y al Suroriente, al Norte del Complejo Volcánico Doña Juana. Se encuentra en alturas hasta de 1.000 m.s.n.m., y pendiente entre 3 a 5 %.

Planos de explanación (Dpcd): Superficie erosiva, suavemente ondulada, de paisaje colinado, desarrolla pendientes muy inclinadas a abruptas, con laderas cortas rectas a cóncavas, donde predomina el patrón de drenaje dendrítico. Son producto de la erosión intensa que afectó diferencialmente los macizos rocosos intensamente fracturados y meteorizados.

Se tiene dentro de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, en el límite Noroccidental, ribera Norte del Río Mayo y en la parte central de la cuenca, como es en la población de Santa Rosa. Se determina a una altura hasta de 2.000 m.s.n.m. y pendiente entre 3 a 7 %.

Plano de abrasión (Dsa): Área extensa y plana, elevada o basculada. La topografía plana horizontal recorta las capas del basamento geológico. Su origen está relacionado con intensos procesos denudacionales y degradacionales (meteorización) bajo condiciones climáticas y tectónicas estables antiguas. Cuando está localizado en un altiplano se denomina “Superficie de erosión o aplanamiento de altiplano (DAsa)”.

Se presenta dentro de la cuenca, al Norte del Complejo Volcánico Doña Juana, en una franja desde el extremo Oriental hacia el Occidente, entre los 3.000 a 3.600 m.s.n.m., y pendiente entre 50 a 75 %.

- Ambiente fluvial y lagunar

Incluye las geoformas que se originan por procesos de erosión de las corrientes de los ríos y por la acumulación o sedimentación de materiales en las áreas aledañas a dichas corrientes, tanto en épocas de grandes avenidas e inundación, como en la dinámica normal de las corrientes perennes, durante la época seca. De esta manera, es posible encontrar unidades aledañas a ríos, quebradas y en el fondo de los cauces, cuyos depósitos son transportados y acumulados cuando éstas pierden su capacidad de arrastre. *Fotografía 19* y *Fotografía 20*



Fotografía 19. *San Pablo – La Cruz: Tomada desde N 1008111 – E 676311 Morfología de valle aluvial formado por el Río Mayo. Depósitos aluviales en las riberas del río.*



Fotografía 20. Tomada desde N 1008510 – E 676494 Morfología de profundo valle en Vé formado por el Río Mayo. Cubierta vegetal natural. Alta pendiente, y alta estabilidad en las laderas.

Barras (Fbl): Cuerpo elongado, en forma romboidal convexo en planta, y en superficie de morfología suave ondulada, dispuesto paralelo al centro de los cauces fluviales mayores, con la punta más aguda en la dirección de la corriente. Su origen está relacionado con la acumulación de sedimentos durante grandes inundaciones, que luego de disminuir el caudal, quedan como remanentes que dividen la corriente. Su depósito está constituido principalmente por arenas y gravas finas.

Esta expresión morfológica se puede observar en el sector Suroccidental del área de la Cuenca hidrológica, en las riberas del Rio Mayo. A una altura entre 800 hasta 1.000 m.s.n.m. y pendiente entre 12 a 25 %.

Cauce aluvial (Fca): Canal de forma irregular, excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. Dependiendo de factores como pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal, pueden persistir por grandes distancias. Los cauces rectos se restringen a valles estrechos en forma de V, generalmente relacionados al control estructural de fallas o diaclasas. Estos cauces cuando recorren grandes distancias pueden formar lagunas y rápidos. Cuando las corrientes fluyen en zonas semiplanas a planas (llanura aluvial), los cauces son de tipo meándrico o divagante, como producto del cambio súbito de la dirección del flujo. Dependiendo la cantidad de carga de sedimentos, la pendiente y caudal pueden llegar a formar sistemas anastomosados, trenzados, divergentes y otras unidades asociadas.

Se pudo determinar en el sector Oriental de la Cuenca hidrológica, en las riberas del río Mayo. A una altura de 2.200 m.s.n.m. y una pendiente entre 0 a 3 %.

Terraza fluvial (Ftae): Plano vertical a subvertical, escalonado, excavado en sedimentos aluviales que bordean las terrazas de acumulación. Su origen está relacionado con la incisión y profundización del cauce. La altura de los escarpes puede alcanzar decenas de metros.

Es muy claro en la Cuenca hidrográfica, en una franja a lo largo de las riberas del Río Mayo, desde la parte Oriental, cerca de la población de Villanueva, hasta el Sur de la población de Arboleda, donde se presenta en un área expandida. Esta unidad se encuentra entre los 800 a 1.400 m.s.n.m., y pendiente mayor a 75 %.

Planos de explanación (Fpac): Franja de terreno de morfología plana, muy angosta, eventualmente inundable, en forma de "U", limitada por otros relieves de morfología colinada, alomada o montañosa, que bordean los cauces fluviales, en los cuales se observa el estrangulamiento o estrechamiento del mismo. Constituida por material aluvial (arenas, limos y arcillas).

Se determinó al Norte del municipio de La Unión, ribera Sur del río Mayo, con una altura hasta de 1.200 m.s.n.m., y pendiente entre 12 a 25 %.

Plano de explaneación (Fplac): zona de topografía plana a suavemente inclinada, de aspecto aterrazado y formada por la acumulación de sedimentos en cuerpos de agua tipo lagos o lagunas, que en algunos casos colmatan por completo los mismos. Estas áreas poseen un pobre drenaje superficial.

Al Noreste de la población El Carmen, y Norte del Cerro La Jacoba, se puede identificar esta unidad, a una altura hasta de 1.600 m.s.n.m., y pendiente entre 0 a 3 %.

Llanuras (Fpi): Superficie de morfología plana, baja a ondulada, eventualmente inundable. Se localiza bordeando los cauces fluviales, donde es limitado localmente por escarpes de terraza. Incluye los planos fluviales menores en formas de "U" o "V", al igual que a los conos coluviales menores de los flancos de los valles intramontanos. En regiones montañosas, donde las corrientes fluviales tienden a unirse con sus tributarios para formar el cauce principal, en red de drenaje de tipo subparalelo de mediana densidad, se presentan como superficies estrechas, alargadas y profundas. Su depósito está constituido por sedimentos finos, originados durante eventos de inundación fluvial.

Se determinó al Norte del municipio de Génova, ribera Sur del Río Mayo, a 1.800 m.s.n.m., y con pendiente entre 12 a 25 %.

Terraza fluvial (Fta): Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, modelada por sedimentos aluviales, se presenta en forma pareada, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del cauce de un rio. Su origen está relacionado con procesos de acumulación aluvial, dentro de antiguas llanuras de inundación. Su formación incluye fases de acumulación, incisión

y erosión vertical. Estas terrazas pueden ser parte de cauces rectos. Su depósito está constituido por gravas arenas, limos y arcillas, con disminución del tamaño a medida que se aleja del cauce del rio.

Se tiene en varios sectores del área, siendo importante el sector desde el municipio de La Cruz, hasta la ribera Sur del río Mayo, y la franja que bordea el límite Norte de la cuenca, cerca de la ribera Norte del Río Mayo, donde se encuentran las poblaciones Arboleda e Higuerones. Esta unidad alcanza alturas hasta 2.000 m.s.n.m., y suaves pendientes entre 0 a 12 %.

Terraza fluvial (Ftae): Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, limitada por escarpes de diferente altura, que se presenta en forma alterna no pareada, a lo largo del cauce de un río. Su origen está relacionado a procesos de erosión fluvial lateral y procesos de levantamiento tectónico que afectan el sustrato rocoso. Generalmente contiene una delgada capa de grava que cubre la superficie plana.

Esta unidad se identifica en la parte Norte del área de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, al Norte del municipio de Villanueva, ribera Norte del Río Mayo, alcanzando una altura hasta de 1.600 m.s.n.m., y pendiente entre 3 a 7 %.

- **Ambiente eólico – volcánico**

Incluye las geoformas que se originan por la acción del viento e involucra procesos de trasporte, fragmentación y depósito de partículas de diversos tamaños, actuando como un agente modelador del paisaje.

El modelado eólico volcánico corresponde a aquellas formas originadas a partir de cenizas volcánicas, en donde la continua afluencia de estas ha configurado un paisaje característico el cual se distingue por las formas suaves del terreno ya que las cenizas cubren los sectores depresionales y tienden a generar superficies onduladas a redondeadas. Además, Incluye las geoformas que se originan por procesos relacionados con la actividad volcánica producto de la dinámica interna de la tierra, asociados principalmente a erupciones explosivas y/o efusivas, acumulación de productos y remoción de estos, así como a la intrusión sub-magmática en los

niveles superiores de la corteza. En el área se tienen volcanes como es el Volcán Doña Juana. *Fotografía 21*.



Fotografía 21. *Volcán Doña Juana (Foto del Convenio 110/2009 Corponariño- CONIF)*

Ladera volcánica (Vfle): Ladera casi vertical de longitud y altura variadas, de forma cóncava o convexa, presente en los bordes de la superficie de un depósito de flujo de lava. Su génesis está asociada al enfriamiento y reología de un flujo de lava. Además se pueden localizar en el interior del depósito como resultado de la acción de procesos erosivos.

Se determina al Oriente de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, en el municipio La Cruz, con alturas hasta de 3.000 m.s.n.m., y pendiente mayor a 75 %.

Ladera volcánica (Vfl): Superficie lobulada, limitado por escarpes de diferente altura, con pendientes y formas de laderas variadas dependiendo de la composición, viscosidad, cantidad de gases, volumen del magma emitido y la topografía preexistente sobre la que se depositó. Su génesis está asociada a la extrusión y posterior enfriamiento de flujos de lava.

Esta unidad se tiene en tres sectores del límite de la Cuenca hidrográfica, como son: en la parte Oriental y en el Suroriente. Presenta alturas que van desde los 2.800 a 4.000 m.s.n.m., y pendientes variables entre 25 a 50 %, 50 a 75 % y mayor a 75 %.

Ladera volcánica (pahoehoe) (Vflc): Lóbulo de superficie suave a fibrosa, con pendientes inclinadas, festoneado en su frente y limitado por escarpes de diferente altura; puede alcanzar varios kilómetros de extensión. Su génesis se asocia a la extrusión y posterior enfriamiento de lavas basálticas.

Dentro de la Cuenca hidrográfica aparece en el extremo Oriental, en límites con el Complejo Volcánico Doña Juana, con alturas hasta de 4.000 m.s.n.m., y pendiente entre 25 % a mayor de 75 %.

Laguna volcánica (Vlg): Cuerpo superficial de agua, de forma redondeada o elongada, en zonas volcánicas; se localiza principalmente en fondos de cráteres volcánicos, sobre el edificio volcánico o en los campos de Hummocks. Su génesis se asocia a la acumulación en superficie de aguas hidrotermales o a la acumulación de agua meteórica en zonas deprimidas. En su fondo y alrededores se pueden depositar materiales arcillosos como productos de la alteración hidrotermal generada por el agua sobre las rocas, lo cual puede hacer variar de coloración al cuerpo de agua.

Se puede distinguir dentro de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo, un área reducida al Sureste de la misma, en el complejo volcánico Doña Juana, desde 3.000 a 3.200 m.s.n.m., y pendiente entre 25 a 50 %.

Duna de sombra (Eds): Conjunto de montículos de arena con dimensiones que varían entre 0,5 a 1 metros de altura y 2 a 3 metros de largo, formados por el obstáculo ejercido por vegetación herbácea o arbustiva.

Se pudo determinar desde el Norte del municipio de La Unión hasta el Occidente del municipio de San Pedro de Cartago. A una entre 1.800 hasta 2.200 m.s.n.m. y una pendiente de 25 a 50 %.

Dunas de sombra (Edr): Acumulación arenosa de 2 a 3 metros de espesor que cubre geoformas preexistentes.

Se pudo determinar al Oeste del municipio de La Unión. A una altura entre 1.600 hasta 1.800 m.s.n.m. y una pendiente de 25 a 50 %.

- **Ambiente estructural**

Corresponde a aquellas formas de origen sedimentario, ígneo y sedimentario muy consolidadas y diaclasadas las cuales configuran relieves de topografías escarpadas, en donde la roca dura se encuentra cerca a la superficie.

También son predominantes aquellas formas de origen volcánico, especialmente derrames dacíticos los cuales se caracterizan por la presencia de estructuras rocosas con muy bajo grado de alteración, de pendientes muy abruptas que terminan en domos redondeados de topografías convexas.

El modelado estructural dentro de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo se manifiesta principalmente en los Municipios de La Unión, San Lorenzo y Taminango y en menor proporción en el municipio de San Pablo. Dentro de la cuenca ha dado como resultado paisajes de montañas en donde las unidades geomorfológicas predominantes son crestas monoclinales abruptas y filas y vigas.

Las crestas tienen su origen en rocas sedimentarias en donde predomina el patrón de drenaje de tipo subparalelo a paralelo; mientras que las filas y vigas tienen su origen en rocas ígneas a metamórficas y el patrón de drenaje predominante es de tipo dendrítico.

Incluye las geoformas que se originan por procesos relacionados con la dinámica interna de la tierra, asociados principalmente al plegamiento y el fallamiento de las rocas, cuya expresión morfológica es definida por la tendencia y la variación en la resistencia de las unidades.

Conos (Sce): Prominencia topográfica aislada de morfología montañosa acolinada, con laderas de longitud corta a moderadamente larga, cóncava a irregulares, poco disectadas. La unidad presenta pendientes muy abruptas a escarpadas, las cuales han sido parcialmente aisladas de las zonas montañosas por fallamiento.

Se determina tanto en la parte central como en el Noreste de la cuenca, en los municipios de San Pablo y La Unión, a una altura entre 1.400 hasta 2.400 m.s.n.m. y una pendiente variable entre 12 a 75 %.

Conos (Sces): Prominencia topográfica con una altura entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, que presenta una cima aguda a redondeada, limitada por laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa y pendientes abruptas a escarpadas, un alto grado de disección de los drenajes, y desarrollo de valles en V. Su origen está relacionado con la acción conjunta de procesos tectónicos moderados a intensos y periodos de meteorización y denudación en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.

Se determina en varios sectores de la Cuenca hidrográfica como es al Norte del municipio de San Pedro de Cartago, y al Oeste de la la parte central de la misma, esencialmente. Con alturas hasta de 2.400 m.s.n.m. y pendiente hasta del 75 %.

Ladera estructural (Sc): Paisaje monoclinal formado como consecuencia de la degradación parcial de estratos sedimentarios suavemente plegados, que se caracteriza por una ladera estructural (back - slope) por lo común más larga que el escarpe, con buzamientos que varían entre 1° y 10° aproximadamente, lo cual le otorga una mayor estabilidad al paisaje y a sus suelos por la menor incidencia de los procesos erosivos.

Este tipo de ambiente se puede determinar en el Suroeste de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, en las poblaciones de Santa Cecilia y El Carmen. También al Este de Taminango y en la parte Centro Sur del área. Con alturas hasta 2.800 m.s.n.m. y pendiente entre 7 a 12 %.

Ladera estructural (Sme): Plano vertical a sub-vertical de longitud corta a moderada de pendientes inclinadas a escarpadas y localmente escalonadas. La geoforma se establece por la disposición horizontal definida por la intercalación de unidades duras y blandas. Su origen se relaciona a procesos de erosión diferencial y a la disección de los cauces.

Se determinó hacia la parte Sureste de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, al Sur del Cerro Tajumbina con alturas hasta de 3.000 m.s.n.m. y pendiente entre 3 a 7 %.

Ladera estructural (Se): Paisaje monoclinal constituido por estratos alternos de diferente consistencia, como p.e. areniscas y arcillolitas o shales, dispuestos en la ladera estructural en un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrones labrados por la escorrentía, que ascienden hasta la propia cumbre y que en conjunto configuran una red de drenaje angular o trellis. Buzamiento variable dependiendo de las unidades, pero en todo caso superior a 10°.

Dentro de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, se identifica en un sector importante de la misma, desde el límite Oriental hacia el Occidente, con prolongaciones al Sur hasta llegar a su límite.

Ladera estructural (Ses): Saliente de morfología alomada, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región, desarrollados sobre rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias y limitado por drenajes paralelos a subparalelos. Con laderas de longitudes variables, con pendientes que se ven reducidas de abruptas a inclinadas por intensos procesos denudativos.

Esta unidad se identifica en un reducido sector aproximadamente a 1 kilómetro al Sureste del municipio La Cruz, en la ribera del Rio Mayo, con pendiente mayor a 75 % y a 2.400 m.s.n.m.

Espolón alto de longitud media (Sesam): Saliente de morfología alomada, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región, desarrollados sobre rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias y limitado por drenajes paralelos a subparalelos. Con laderas de longitudes variables, con pendientes que se ven reducidas de abruptas a inclinadas por intensos procesos denudativos. La particularidad de esta unidad radica en que el relativo es mayor que 1.000 m y la longitud del eje principal del espolón está entre 250 m y 1.000 m.

Se determina hacia el Suroriente de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, al Occidente de la población de Tajumbina, con una altura de 2.800 m.s.n.m. y pendiente entre 50 a 75 %.

Ladera de contrapendiente (Slcp): Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos (estratos, foliación, diaclasamiento entre otros) dispuestos en sentido contrario a la inclinación del terreno. Puede presentarse con longitud larga a extremadamente larga y con pendientes suavemente inclinadas a muy escarpadas. Esta geoforma no está asociada a ninguna estructura de tipo regional (anticlinal, sinclinal, monoclinal, entre otros).

Se pudo determinar cerca al límite Norte de la cuenca, al Sur de la población de Villanueva, donde se tiene alturas hasta de 1.800 m.s.n.m., y una pendiente entre 50 a 75 %.

Ladera de contrapendiente (Scls): Superficie vertical a subvertical corta a muy corta, de forma irregular o escalonada, de pendiente muy escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno.

Este tipo de ambiente geomorfológico se puede observar cerca al límite Occidental de la cuenca hidrográfica del Río Mayo, entre los 800 a 1.000 m.s.n.m. y pendiente de 12 a 25 %.

Ladera estructurada glaciada (Ssslc): Superficie vertical a subvertical corta a moderadamente larga, de forma irregular o escalonada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, relacionada al flanco de una sierra sinclinal.

Se tiene en las riberas del Río Mayo, al Noroccidente de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo, departamento del Cauca, con alturas de 800 a 2.000 m.s.n.m., y pendiente entre 50 a 75 %.

Laderas estructurales (Sles): Superficie definida por estratos dispuestos a favor o en contra de la pendiente del terreno con forma recta, irregular a escalonada, longitud larga a extremadamente larga y pendiente muy inclinada a escarpada. Estas superficies se presentan separadas por escarpes abruptos de menor longitud. Su origen se relaciona a la incisión de los drenajes o al fracturamiento perpendicular al buzamiento o foliación, en unidades litológicas.

Esta unidad está en toda el área de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo. Se tiene al límite Oriental y Suroriental, como también en el límite Norte sobre la ribera del Río Mayo. En la parte central, al Occidente y Suroccidente de la cuenca, como al Occidente de la población El Carmen y en la cabecera municipal del municipio de Belén. Esta unidad está en alturas de 1.800 hasta 3.000 m.s.n.m., pendiente entre 25 a 75 %.

Ladera estructural (Sles): Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos preferentes (estratos, foliación, diaclasamiento entre otros) a favor de la pendiente del terreno. De longitud larga a extremadamente larga y con pendientes suavemente inclinadas a

escarpadas. Esta geoforma no está asociada a ninguna estructura de tipo regional (anticlinal, sinclinal, monoclinal, entre otros).

Dentro de la cuenca se pudo determinar en el límite Nororiental y en la población de San Pablo, con una altura entre los 1.800 a 2.800 m.s.n.m., y pendiente entre 25 a 10 %.

Conos (Sloe): Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas agudas a redondeadas estrechas, de laderas cortas a moderadamente largas, de forma cóncava a rectas y pendientes abruptas a escarpadas, con índice de relieve bajo. Su origen está relacionado con la acción conjunta de procesos tectónicos moderados a intensos y periodos de meteorización y denudación en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.

Se determina en el límite Nororiental y en el Corregimiento Charguayaco, Occidente de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo, donde se tienen alturas hasta de 2.600 m.s.n.m., y pendiente entre 25 a 50 %.

Laderas estructurales (Sl): Prominencias topográficas cuyo origen está relacionado con la acción conjunta de procesos tectónicos moderados a intensos y periodos de meteorización y denudación en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Se caracteriza por ser un sistema con índice de relieve bajo, cimas alargadas, de topes agudos a redondeados que siguen la tendencia estructural regional, laderas cortas a moderadamente largas, de forma cóncava a rectas y pendientes inclinadas a abruptas

Se identifica en varios sectores de la cuenca, como es: cerca al límite Suroccidental del área, en la población El Carmen, y al borde Nororiental. Alcanzando una altura hasta de 3.000 m.s.n.m., y presenta pendiente variable entre 12 a 25, 25 a 50, 50 a 75 y mayor a 75 %.

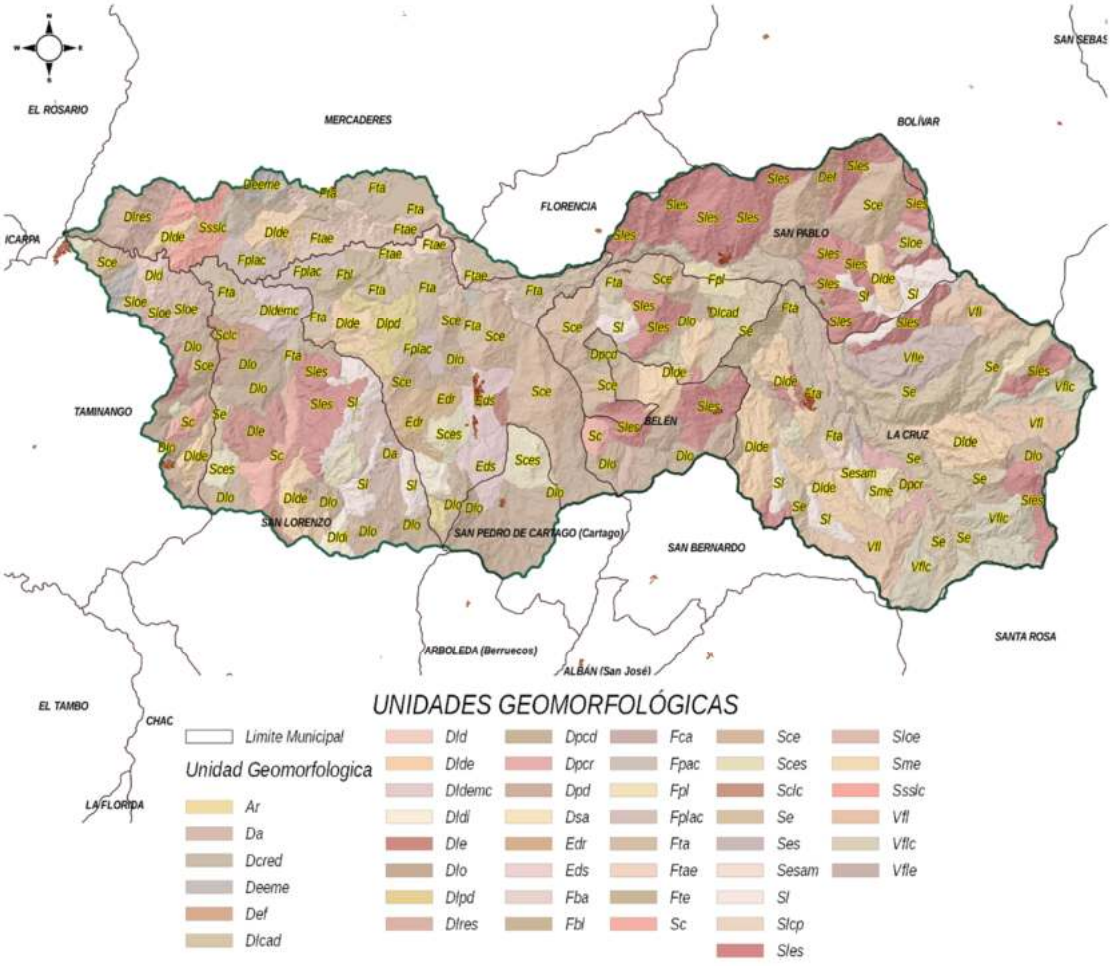


Figura 115. *Mapa Unidades Geomorfológicas*
(Ver Anexo Cartográfico 17)

2.2.9.2. Paisaje. Constituye una porción de la superficie de la tierra, caracterizada por una repetición de tipos de relieve similares o bien por una asociación de tipos de relieve disimilares (Zinck, A. 1.989). En el área de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo se presentan los paisajes de: montaña, altiplanicie, valle, piedemonte, lomerío.

2.2.9.2.1. Paisaje de montaña. El paisaje de montaña ha sido formado a partir de procesos tectónicos, plegamientos y fallamientos. Dentro de la Cuenca hidrográfica están presentes tres tipos de montañas de acuerdo al material parental. En las montañas originadas a partir de rocas ígneas a metamórficas la unidad geomorfológica se conoce como filas y vigas, en las montañas originadas a partir de rocas sedimentarias, la unidad geomorfológica se conoce como crestas monoclinales abruptas y en las montañas originadas a partir de depósitos volcánicos se conocen como coladas de barro y cenizas volcánicas.

Las filas se definen como estructuras longitudinales que corresponden al eje relativamente más largo y la viga es una estructura que llega perpendicularmente y con diferentes grados de inclinación a la estructura de la fila. Están presentes dentro de la cuenca hidrográfica en climas fríos húmedos, medios húmedos y medios secos; el relieve va de fuertemente ondulado, quebrado a escarpado y muy escarpado con pendientes que oscilan entre el 12 25, 25 - 50, 50 - 75 y mayores al 75 %. En esta unidad geomorfológica predomina el patrón de drenaje dentrítico.

Las crestas monoclinales abruptas están presentes dentro de la cuenca hidrográfica en climas medios húmedos y cálidos secos; el relieve va de fuertemente ondulados y quebrados a escarpados y muy escarpados con pendientes que oscilan entre el 12 - 25, 25 - 50, 50 - 75 y mayores al 75 %. En esta unidad geomorfológica predomina el patrón de drenaje subparalelo a paralelo.

Las montañas originadas a partir de depósitos de mantos de ceniza volcánica están presentes dentro de la cuenca hidrográfica en climas muy frío y frío húmedo, el relieve va de fuertemente ondulado y quebrado a escarpado y muy escarpado con pendiente que oscilan entre el 12 - 25, 25 - 50, 50 - 75 y mayores al 75 %; predominando las áreas en pendientes entre el 25 – 50 %. *Fotografía 22*.



Fotografía 22. *Paisaje de montaña, Vía San Pablo – La Cruz: Tomada desde N 1007405 – E 676445. Morfología de lomas redondeadas, cubiertas de vegetación natural. Alta estabilidad.*

2.2.9.2.2. Paisaje de altiplanicie. Se origina por sucesivos levantamientos tectónicos, que posteriormente es recubierto por flujos hidro-volcánicos y mantos de ceniza que suavizan el paisaje, el cual es posteriormente disectado por las corrientes de agua; presenta relieves planos (mesas), separadas por taludes abruptos (cañones). En otros casos, el relieve varía de ondulado a quebrado (lomas). Comprende los tipos de relieve de mesas, lomas y cañones.

Este paisaje de Altiplanicie ha sido formado en la Cuenca hidrográfica del Río Mayo a partir de la emisión, el transporte y depositación de mantos de cenizas volcánicas, se encuentran localizadas a diferentes altitudes y limitadas en uno o varios de sus bordes por escarpes. Estos paisajes están presentes en la Cuenca hidrográfica en climas fríos y medios húmedos y medios a cálidos secos. Las unidades geomorfológicas presentes en el área de la cuenca son: mesas, cañones y lomas. *Fotografía 23*.

Las mesas son de topografía plana y ligeramente plana a ondulada con pendientes que oscilan entre el 0 - 3, 3 - 7 y 7 – 12 %; los cañones son de topografía escarpada con pendientes entre el 50 y el 75 % y las lomas son de topografía escarpada a muy escarpada con pendientes que oscilan entre el 50 – 75 % y mayores al 75 %.



Fotografía 23. *Panorámica altiplanicie, en clima frío húmedo, en la que se destacan diversos niveles de mesas, con disecciones y separadas por taludes escarpados. Río Tajumbina, corregimiento de Briceño, municipio de San Pablo. (Fotografía: M. Aponte, 1994; IGAC. 2009.).*

2.2.9.2.3. Paisaje de valle. Corresponde a superficies alargadas, planas, de poca amplitud, confinadas a los lechos activos de los ríos principales. Están formados por depósitos no consolidados asociados al Río Mayo y algunos afluentes. Los depósitos se encuentran poco disectados y generalmente limitados por montañas.

Se localizan en la parte baja de la Cuenca hidrográfica del Río Mayo en cercanías a su desembocadura en el Río Patía; este paisaje ha sido originado a partir de la acumulación de sedimentos en aguas corrientes; la unidad geomorfológica presente dentro del área de la cuenca son las terrazas aluviales. La topografía es plana y ligeramente plana a ondulada con pendientes que oscilan entre el 0 - 3, 3 - 7 y 7 – 12 %. *Fotografía 24*.



Fotografía 24. *Paisaje de Valle, vía al municipio La Cruz, vereda El Chilcal. Amplio valle de morfología plana, cubierto de vegetación. Alta estabilidad.*

2.2.9.2.4. Paisaje de piedemonte. Este paisaje ocupa áreas entre las zonas quebradas y planas. El relieve en los sectores es ondulado, con pendientes fuertemente inclinadas y en otros ligeramente plano a ligeramente inclinado. La disección es moderada, con incisiones estrechas y poco profundas.

Se observa en unas pequeñas áreas al Norte de la Cuenca hidrográfica, en límite de los departamentos de Cauca y Nariño, en un clima cálido y seco; este paisaje ha sido formado a partir de procesos en donde el principal agente es la gravedad y la saturación de roca relacionados a lugares de fallas en donde la unidad geomorfológica predominante son los abanicos; estos abanicos tienen su origen en el retransporte lento de depósitos no consolidados de segmentos de rocas y cenizas volcánicas debido a procesos de solifluxión y reptación de los suelos y a movimientos en masa.

Los abanicos de piedemonte presentan topografías suavizadas por la depositación de capas de cenizas volcánicas; el relieve es ligeramente plano con pendientes que oscilan entre el 3 y el 7%. El patrón de drenaje característico es subparalelo.

2.2.9.2.5. Paisaje de Colina. Las colinas en la Cuenca hidrográfica del Río Mayo han sido originadas a partir de procesos derivados del modelado pos glacial, en donde el factor formador es el clima. En este paisaje la unidad geomorfológica presente son abanicos denudados formados por la fusión del hielo, su retransporte, depositación y explanación en forma de abanicos. La topografía es ondulada a fuertemente ondulada con pendientes que oscilan entre el 7 y el 25%.

2.2.10. Capacidad de Uso de las Tierras. Conocidas e interpretadas las características de los componentes edáficos dominantes de las diferentes unidades cartográficas y analizados los factores climáticos, de relieve e inclinación de las pendientes se procedió a agrupar en clases, subclases y grupos de manejo, tomando como base la estructura (categorías) y los parámetros contenidos en la metodología del IGAC para clasificación de la tierras por su capacidad de uso; también se tomó como apoyo el sistema de clasificación utilizado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA 1998) ya que este sistema de clasificación permite interpretar las condiciones agrícolas del suelo como medio para determinar el capacidad productiva de las tierras, donde los suelos son agrupados de acuerdo a sus limitaciones, riesgos de daño y formas como responden al manejo.

En este contexto se entiende que, a partir del conocimiento de las algunas de las características de los suelos, podemos identificar la capacidad de uso y manejo de las tierras dentro del área de estudio. La Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, POMCAS (2014) precisa que en la práctica, la diferencia fundamental entre los estudios de suelos, en general, y los levantamientos agrológicos, en particular, estriba en que los científicos de suelos responsables de los primeros seleccionan o desarrollan los procedimientos más efectivos de acuerdo con el objetivo para resolver el problema científico de la investigación, mientras que en el segundo caso los programas de reconocimiento han adoptado metodologías generalmente desarrolladas por escuelas altamente especializadas como la USDA (Soil Survey Program) o la del ITC de Holanda y cuya efectividad ha sido suficientemente probada en los países latinoamericanos y, en particular, en la Subdirección de Agrología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

En este sentido el plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA) necesita del análisis del componente edáfico no sólo como insumo de gran importancia para la elaboración

de la línea base de la unidad hidrológica, sino como fuente de información y conocimiento para la evaluación en el estudio y análisis de la susceptibilidad de las áreas deterioradas, y de este modo para definir la capacidad y uso de las tierras e identificar los conflictos de uso del suelo.

No obstante los POMCAS centran su importancia en el estudio y sectorización espacial de las cuencas desde la óptica del uso potencial y actual de las tierras, teniendo un conocimiento amplio en el estado actual de los territorios, y por ende en lo referente al adecuado manejo del recurso suelo, la degradación, la vulnerabilidad de las tierras ante la acción de los factores ambientales y la actividad humana.

El conocimiento de los suelos en los POMCAS dependerá en gran medida de los levantamientos de suelos de tipo general, los cuales si bien son una fuente importante de conocimiento del componente edáfico se ejecutan de acuerdo con la escala, mediante el ejercicio mental de agrupar, asociar y generalizar en torno a las poblaciones de suelos, mientras que el levantamiento semidetallado (escala 1:25.000) exige superar, detallar y precisar los componentes del mosaico edáfico.

Las diferencias conceptuales entre las dos percepciones de la edafodiversidad se traducen en cambios en la aproximación metodológica no sólo en el trabajo de campo (densidad de observaciones, creación de consociaciones, complejos y clasificación taxonómica hasta el nivel categórico de familia), sino en la etapa preparatoria del levantamiento en la oficina (identificación de ambientes edafogenéticos, en el marco de las formas del terreno precisando en cada una el material litológico o sedimentos que obran como el material parental de los suelos y el clima ambiental respectivo). Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, POMCAS (2014)

De otro lado el sistema de clasificación de tierras agrupa los suelos con base en su capacidad productiva (cultivos, pastos y bosques comerciales), por largas períodos de tiempo sin que se presente deterioro del recurso; además, se pueden hacer generalizaciones basadas en la potencialidad de los suelos y en las limitaciones en cuanto a su uso y manejo. La interpretación de los estudios de suelos constituye la principal forma de comunicación entre los expertos y las comunidades que en estos territorios se sustentan.

La agrupación de las unidades cartográficas de suelos (consociaciones de familias) en grupos de capacidad de uso, se hizo mediante la interpretación de las características morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de los suelos y el examen de las características externas como relieve, pendiente, erosión, inundaciones, pedregosidad y clima. Esta información se extrajo del mapa y la memoria explicativa del levantamiento detallado de suelos. Como el contenido edafológico de las consociaciones tiende a la homogeneidad, se adoptó para la clasificación el suelo dominante.

Una vez conocidas e interpretadas las características de los componentes edáficos dominantes de las diferentes unidades cartográficas y analizados los factores climáticos, de relieve, inclinación de las pendientes y clima se procedió a agruparlas en clases, subclases y grupos de manejo, tomando como base la estructura (categorías) y los parámetros contenidos en la metodología del IGAC para clasificación de la tierras por su capacidad de uso.

Teniendo en cuenta la clasificación de los suelos por su capacidad de uso y según las normas del Manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos con algunas modificaciones y adaptaciones realizadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1996), se establece que Las clases son ocho y se designan con números romanos (I a VIII). Las cuatro primeras clases son mecanizables, aptas para cultivos, pastos y bosques adaptados a las condiciones climáticas; las limitaciones se incrementan de la clase I a la IV en lo referente a la amplitud del uso y a los riesgos o daños al suelo

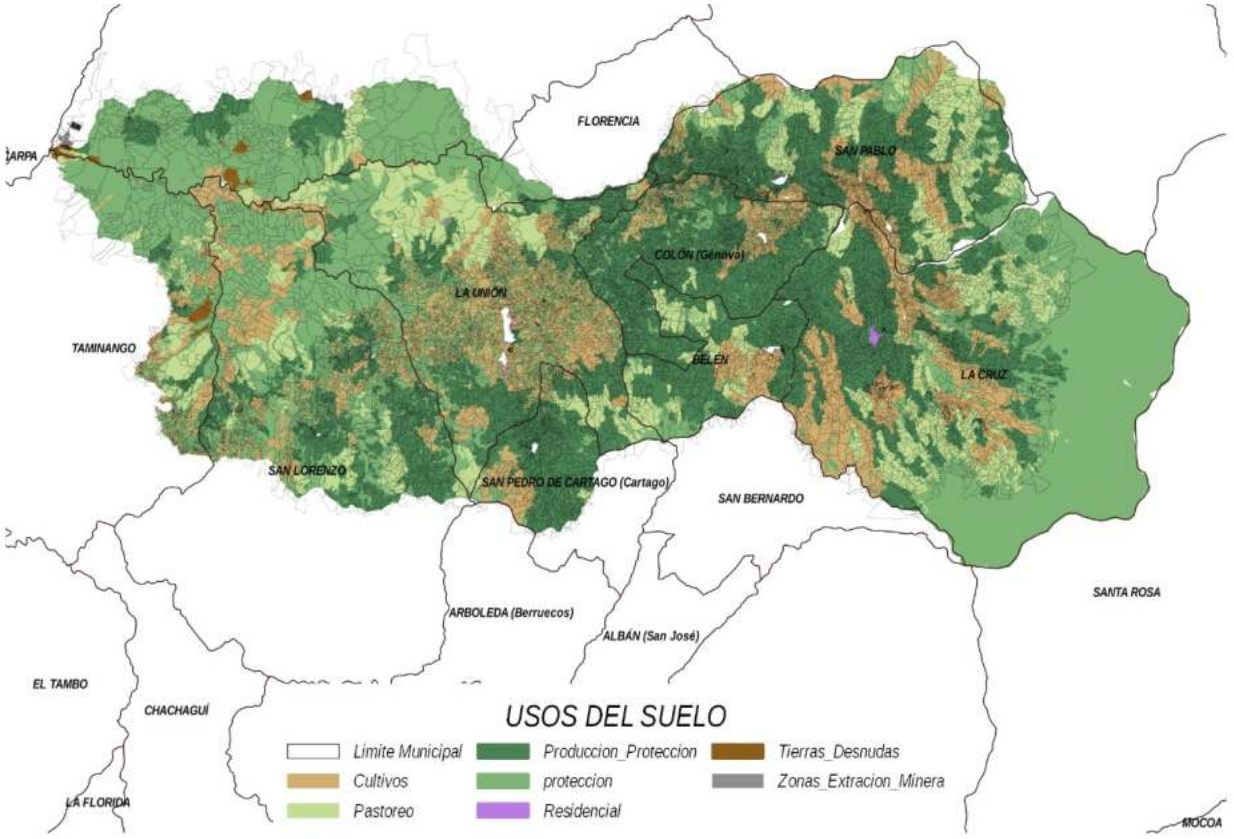


Figura 116.*Mapa Usos del suelo*
(Ver Anexo Cartográfico 18)

2.2.10.1. Clases Agrológicas

2.2.10.1.1. Clase Agrologica I. Localizada en la parte media de la cuenca hidrográfica entre los 1000 y 3700 msnm con pendientes menores de 3%, el clima que prevalece para estos suelos es frio húmedo y muy húmedo; comprende parte de los Municipios de La Unión, San Lorenzo, Colón, San Pablo, San Pedro de Cartago, Belén y Taminango en el Departamento de Nariño y Florencia en el Departamento del Cauca. Son suelos derivados en un gran porcentaje de material sedimentario.

Los suelos de esta clase poseen escasas limitaciones por cuanto reúnen todas las características y condiciones de la tierra favorable para cualquier explotación agrícola, con altos rendimientos en las cosechas y por lo tanto se asume que existe un mínimo riesgo de detrimento de las tierras.

Las características geomorfológicas, físicas y químicas de estas tierras es son muy propicias para el desarrollo de todas las actividades agropecuarias intensivas, adaptadas a las condiciones climáticas y ecológicas de la cuenca, claro está bajo unas prácticas adecuados de manejo, encontrando terrenos muy planos, profundos, bien drenados, fáciles de trabajar, con una alta capacidad de retención de humedad, su fertilidad natural es buena por lo tanto sus rendimientos están en niveles altos, en su uso se necesitan prácticas de manejo simple para mantener su productividad y conservar su fertilidad natural.

Son suelos caracterizados por estar dentro de un paisaje predominantemente de montaña, con pendientes menores de 3%, con un relieve plano, con buenos niveles de fertilidad. El uso principal propuesto para las tierras con clase agrologica II de acuerdo a la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas POMCAS (2014) es de Cultivos Transitorios Intensivos (CTI).

En la cuenca hidrográfica del rio Mayo las tierras con capacidad de uso en clase I se identifican como pequeñas áreas dispersas en los municipios de La Unión, San Pablo, Colon Génova, Belén, La Cruz, San Pedro de Cartago, Taminango y San Lorenzo. En el municipio de la Unión esta clase predomina en las veredas de Cuchillas Peñas Blancas, Santander, El Boquerón, Alpujarra, Pradera B, La Castilla, Guabo, La Fragua y Peñas Blancas; en San Pablo se observa predominancia en las veredas de Las Juntas, Vega Quito y Bateros; en el municipio de Colon Génova encontramos esta clase agrologica con mayor presencia en la vereda de Bordo Bajo; para el municipio de Belén en las veredas de Potrerito, Campo María Bajo y Palma Chiquita; en los municipio de La Cruz y San Pedro de Cartago se observa un predominio de esta clase agrologica en las veredas de Juan López y San Isidro respectivamente y en el municipio de San Lorenzo en las veredas de San Vicente y el Carmen.

También se encuentra presencia de la clase agrologica tipo I en algunas zonas del departamento del Cauca en el municipio de Florencia en las veredas de Sombrerillo y Campamento.

2.2.10.1.2. Clase Agrologica II. Se ubica en la parte media de la cuenca hidrográfica entre los 1000 y 4000 msnm con pendientes menores de 3 a 7%, el clima predominante para estos territorios es frio húmedo y muy húmedo; comprende parte de los Municipios de La Unión, San Lorenzo, Colón, San Pablo, San Pedro de Cartago, Belén y Taminango en el Departamento de Nariño y Florencia en el Departamento del Cauca. El material parental de estos suelos es un gran porcentaje de material sedimentario, y en menor proporción ígneo y material metamórfico.

Posee cualidades menos favorables, por tener algunas limitaciones que reducen la productividad agrícola, estos suelos requieren practicas moderadas de conservación, los terrenos por lo general son planos, con pendientes ligeras, profundos o moderadamente profundos, de moderada a buena permeabilidad y drenaje, presentando texturas favorables que pueden variar desde franco arenosa a franco arcillosa, los limitantes más comunes que pueden presentar sol las pendientes suaves, ligera susceptibilidad a la erosión, moderada profundidad del suelo, estructura y textura desfavorable y ligera humedad.

Son suelos caracterizados por estar dentro de un paisaje de montaña y en un mínimo porcentaje de altiplanicie, con pendientes entre 3 y 7%, con un relieve moderadamente inclinado, con buenos niveles de fertilidad. El uso principal propuesto para las tierras con clase agrologica II de acuerdo con la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas POMCAS (2014) es de cultivos transitorios intensivos (CTI), cultivos transitorios semi intensivos (CTS).

En el departamento de Nariño se evidencia la clase agrologica II principalmente en los municipios de San Pablo, Colon Génova, Belén, La Unión, San Pedro de Cartago, San Lorenzo y Taminango; mostrando un mayor predominio en el municipio de La Unión en las veredas de La Jacoba, Buenos Aires, La Merced, Peña Blanca, Chical Bajo, Cusillo Bajo, Alpujarra, La Betulia, Pradera B, La Playa, El Salado, Palo Verde, La Caldera, Ojo de Agua, El Boquerón, La Cumbre, Santander y Cuchillas Peñas Blancas; en el municipio de San Pablo hay predominancia de esta clase en la vereda Bateros; en Colon Génova tiene presencia principalmente en las veredas de Bordo Alto, Bordo Bajo, El Paraíso; en el municipio de Belén se observa predominancia en las veredas de Campo de María Alto, Campo de María Bajo y Potrerito; en el municipio de San Pedro de Cartago en las veredas de Chirrera, San Isidro y El Salado, En San Lorenzo con mayor predominancia en las veredas de Valparaíso Alto, San José Alto, San José Bajo y El Carmen; finalmente en el

municipio de Taminango hay predominancia de la clase agrologica II en las veredas de Taminanguito y Palobobo.

También se observa presencia de la clase agrologica II en el departamento del Cauca en el municipio de Florencia con mayor predominio en la vereda de Sombrerillo y en menor porcentaje en la vereda Campamento.

2.2.10.1.3. Clase Agrologica III. Localizada en la parte media de la cuenca hidrográfica entre los 1000 y 4000 msnm; comprende parte de los Municipios de La Unión, San Lorenzo, Colón, San Pablo, San Pedro de Cartago, Belén y Taminango en el Departamento de Nariño y Florencia en el Departamento del Cauca.

Las tierras de esta clase agrológica se encuentran en clima principalmente frio húmedo y muy húmedo, en relieves planos a moderadamente inclinados, con pendientes que van de 7 a 12%, con suelos superficiales a moderadamente profundos y drenaje natural moderado. Estas tierras presentan limitaciones importantes que restringen el desarrollo de las plantas y requieren prácticas especiales de conservación, debido a una o más de las siguientes causas: profundidad efectiva moderada a superficial, nivel freático fluctuante, drenaje natural moderado a pobre, alta susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos.

Los terrenos de la zona se representan por estar dentro de un paisaje de montaña y en un pequeño porcentaje de altiplanicie, con niveles de fertilidad moderada. El uso principal propuesto para las tierras con clase agrologica III de acuerdo a la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas POMCAS (2014) es de Cultivos Transitorios Semiintensivos (CTS), Cultivos Permanentes Intensivos (CPI), Cultivos Permanentes Semiintensivos (CPS) y Pastoreo Intensivo (PIN)

En la zona de estudio estas tierras con clase agrologica III se concentran en vastos sectores de los municipios de San Pablo, Colon Génova, La Cruz, La Unión, San Pedro de Cartago; Belén y Taminango, siendo estas zonas muy dispersas y de pequeña extensión. Dentro del municipio de San Pablo esta clase hace mayor presencia en las veredas de El Alto, El Alto los Llanos, El Chical, La Chorrera, Francia y El Agrado, en Colon Génova se observa mayor predominio en las veredas de Los planes, La Esperanza, Campo de María Alto, Campo de María Bajo, Peña Negra y Bella

Vista; en el Municipio de La Cruz, se advierte que solo en la parte occidental del municipio hay presencia de esta clase agrologica sobre todo en las veredas de La Cabaña, Juan López, Llano Grande y La Loma; en el municipio de La unión de distinguen pequeñas áreas en gran parte del municipio siendo más evidentes en las veredas de La Playa, La Caldera, El Guabo, Pradera A, Pradera B y La Jacob; en tanto que en el municipio de San Pedro de Cartago esta clase agrologica predomina en la vereda Arenal; igual que el anterior en el municipio de Taminango se observa poca predominancia de esta clase agrologica con mayor presencia en las veredas Taminanguito y Palobobo y en el Municipio de San Lorenzo esta clase agrologica se concentra en la parte sur oriental principalmente en las veredas de La Abrigada, La Rejoya, El Rosal y San Francisco.

En el departamento del Cauca para la clase agrologica III también se observa una pequeña zona en el municipio de Florencia en la vereda de Sombrerillo.

2.2.10.1.4. Clase Agrologica IV. Localizada en la parte media de la cuenca hidrográfica entre los 1000 y 4000 msnm; comprende parte de los Municipios de La Unión, San Lorenzo, Colón, San Pablo, San Pedro de Cartago, Belén y Taminango en el Departamento de Nariño y Florencia en el Departamento del Cauca.

Las tierras de esta clase agrológica se encuentran localizadas en clima, muy frio, frio y templado, en relieve fuertemente inclinado, con pendientes que van del 12 a 25%, los suelos son superficiales a muy profundos. Estos suelos requieren prácticas de manejo y conservación especiales más difíciles de aplicar y mantener que las de la clase III, los suelos de la clase IV presentan factores limitantes tales como, su topografía es moderadamente ondulada y disectada, fuerte susceptibilidad a la erosión, son suelos delgados, poseen una baja permeabilidad y una baja capacidad de retención de agua, moderada a baja fertilidad natural y drenaje pobre.

Para esta clase agrologica los suelos se caracterizan por estar dentro de un paisaje de montaña, altiplanicie, y en una mínima proporción dentro del paisaje de piedemonte y valle, con niveles de fertilidad moderada a baja. El uso principal propuesto para las tierras con clase agrologica IV considerando la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas POMCAS (2014) es de Cultivos Transitorios Semiintensivos (CTS), Cultivos Permanentes Intensivos (CPI), Cultivos Permanentes Semiintensivos (CPS), Pastoreo

Intensivo (PIN), Pastoreo Extensivo (PEX), Sistemas Agro silvícolas (AGS), Sistemas Agrosilvo Pastoriles (ASP), Sistemas Silvo Pastoriles (SPA)

La clase agrologica IV cubre grandes extensiones en el departamento de Nariño en todos los municipios que hacen parte de la cuenca hidrográfica del rio Mayo, solo en los Municipios de La Cruz, San Pablo y Taminango se observan pequeñas áreas sobre todo en las veredas de San Rafael, La Laguna y La Loma para el caso de La Cruz y El Páramo, Taminanguito y Palobobo en el municipio de Taminango; en San Pablo hay mayor predominio en la vereda Bateros, Los Llanos y Llanos Chiquitos y en un bajo porcentaje en veredas de Achupayas, La Cuchilla, Derrumbes y La Chorrera; en los municipios de La Unión y San Pedro de Cartago cubre grandes extensiones siendo más evidentes en el municipio de la Unión en las veredas de Buenos Aires, Peñas Blancas, La Fragua, Chical Alto, Chical Bajo, Cusillo Alto, Rincón Cusillo, Las Palmas, Guabo, Juan Solarte Obando, Sauce Alto, Pradera A, Pradera B, La Castilla, Palo Verde el Salado, Quiroz Alto, Ojo de Agua, Reyes, El Peligro, El Boquerón Santander y Cuchilla Peñas Blancas; mientras que el municipio de San Pedro de Cartago hay mayor predominio en las veredas de Frailes, San Isidro, Salado, Las Palmas, Chirrera, Cartago y en menor proporción en la vereda Arenal; en la parte sur de la cuenca en el municipio de San Lorenzo en la parte sur oriental se observa la presencia de esta clase de suelos en las veredas de La Fragua, La Cabaña, El Recodo, San Francisco, El Rosal, La Rejoya, El Placer, Santa Cecilia, La Laguna, Los Pinos, San Antonio, San José Alto, El Carmen, Madroñero, San Clemente y Valparaíso; y en el municipio de Belén hay predominio en las veredas de Palma Grande, Palma Chiquita, Campo de María Alto, Campo de María bajo, La Esperanza, Potrerito y Sebastianillo.

En el departamento del Cauca también hay presencia de la clase agrologica IV en el municipio de Florencia con áreas significativas en las veredas de Sombrerillo y Campamento.

2.2.10.1.5. Clase Agrologica V. Localizada en la parte media de la cuenca hidrográfica entre los 1000 y 4200 msnm; el relieve de estos terrenos se caracteriza por ser ligeramente escarpado con pendientes que están entre el 25 y 50%, comprende parte de los Municipios de La Unión, San Lorenzo, Colón, San Pablo, San Pedro de Cartago, Belén y Taminango en el Departamento de Nariño y Florencia en el Departamento del Cauca.

Los suelos presentan escaso o ningún riesgo de erosión, pero tienen severas limitaciones que no pueden solucionarse en forma práctica, disminuir o eliminar, con diferentes grados de dificultad y generalmente con altos costos económicos, lo que limita su uso en las praderas naturales forestales. Son suelos ligeramente escarpados, muy húmedos o pedregosos no aptos para implementar prácticas agrícolas debido a que pueden experimentar inundaciones frecuentes y prolongadas o salinidad excesiva o limitaciones climáticas. Los factores limitantes más comunes de estas zonas son las inundaciones frecuentes en tierras bajas, son suelos pedregosos y mal drenados.

Predomina para estos terrenos con paisajes de montaña, altiplanicie piedemonte y valle, con niveles de fertilidad mayormente moderado. El uso principal propuesto para las tierras con clase agrologica V considerando la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas POMCAS (2014) es de Pastoreo Extensivo (PEX), Sistemas Agrosilvo Pastoriles (ASP), Sistemas Silvo Pastoriles (SPA), Sistemas Forestales Protectores (SFP).

La clase agrologica V es la de mayor extensión haciendo presencia en todos los municipios de Nariño pertenecientes a la cuenca hidrográfica del rio Mayo, en menor porcentaje en los municipios de la Cruz, San Pablo y Taminango, en el municipio de La Cruz se encuentra en la parte occidental en las veredas de Plazuelas, Pizarra, San Rafael, Aposento, Juan Lopez, Lagunita, La Cuchilla, La Loma y el Pulpito; en el municipio de San Pablo en las veredas de El Alto, El Diamante, Nueva Florida, El Lindero, Los Llanos, Cantarrano, Alto Llano, Campo Bello, La Cuchilla, Bateros, Laderas, Achupayas, Praditos, Yunguilla y Derrumbes; mientras que en Taminango se encuentra en algunas zonas de las veredas de El Páramo, Taminanguito, Palobobo y El Arado; en el municipio de la Unión la clase agrologica V está presente en una parte considerable de este municipio en 41 veredas predominnado en La Jacoba, Las Palmas, Reyes, Buenos Aires, Chical Bajo, Chical Alto, Contadero, Chaguarurco, Chical Alto, Sauce B, Pradera B, Cusillo Bajo, La Betulia, Cuchillas Peña Blanca, La Cumbre, Rincón Cusillo, La Cañada, Peña Blanca, El Diviso y La Castilla; en San Lorenzo en 27 veredas principalmente en las veredas de El recodo, Los Pinas, La Cabaña, La Abrigada, La Rejoya, San Francisco, San Gerardo, San Isigro, Valparaiso Alto, Santa Cecilia, San Vicente, El Guabo y La Laguna; y en los municipios de Colon Génova, San Pedro de Cartago y Belén, esta clase se encuentra en todas las veredas de estos municipios.

En el departamento del Cauca encontramos esta clase agrologica en el municipio de Florencia en las veredas de Sombrerillo y Campamento.

2.2.10.1.6. Clase Agrologica VI. Se localiza en la parte baja de la cuenca hidrográfica entre los 1000 y 2000 msnm; comprende parte de los Municipios de Taminango, San Lorenzo y La Unión en el Departamento de Nariño pero principalmente esta clase agrologica predomina en el municipio de Mercaderes y en una pequeña proporción en el municipio de Florencia en el Departamento del Cauca.

Son suelos con limitaciones muy severas no aptos para cultivos que, en términos generales, los hacen aptos únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. La agricultura deberá desarrollarse bajo sistemas de manejo que incluyan prácticas conservación de suelos, sus limitaciones no pueden ser corregidas por cuanto los terrenos poseen pendientes pronunciadas, susceptibilidad a la erosión severa, suelo moderadamente delgado y pedregosidad excesiva.

Esta clase predomina en el municipio de Mercaderes en el departamento del Cauca, categorizada en esta clase agrologica por cuanto el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en su documento Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras Departamento de Nariño, identifica que estas tierras de esta clase se presentan en los climas muy frío, frío, medio y cálido húmedo y muy húmedo, así como medio seco y cálido seco y pluvial. Los suelos varían en la profundidad efectiva de profunda a superficial, bien drenados, extremadamente ácidos a ligeramente alcalinos, además el relieve es ligeramente inclinado a ligeramente escarpado, por tanto tienen limitaciones severas de uso debido a la alta saturación de aluminio, vientos fuertes, heladas frecuentes, nubosidad alta, lluvias excesivas o escasas, baja fertilidad, presencia de abundantes fragmentos de roca, pendientes escarpadas, afloramientos rocosos y erosión moderada.

Otro de los factores de gran relevancia es la escases de agua que para estas zonas es un gran factor limitante para que se puedan implementar sistemas de producción agrícola por lo tanto las tierras son adecuadas para plantas nativas o adaptables, pastos y cultivos especiales u ornamentales.

El uso principal propuesto para las tierras con clase agrologica VI considerando la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas POMCAS (2014) es de Cultivos Permanentes Intensivos (CPI), Cultivos Permanentes Semiintensivos (CPS), Sistemas Agro silvícolas (AGS), Sistemas Agrosilvo Pastoriles (ASP), Sistemas Silvo Pastoriles (SPA), Sistemas Agro silvícolas (AGS), Sistema Forestal Protector (FPR), Sistema Forestal Productor (FPD).

2.2.10.1.7. Clase Agrologica VII. Localizada en la parte baja y parte alta de la cuenca hidrográfica entre los 1000 y 4000 msnm; comprende parte de los Municipios de Taminango, San Lorenzo y La Unión en su parte baja y los municipios de La Cruz y San Pablo en su parte alta estos en el Departamento de Nariño y parte de los Municipios de Mercaderes y Florencia en el Departamento del Cauca.

Son suelos con limitaciones muy significativas, no aptos para cultivos y su uso fundamental es forestal en el cual el bosque debe tener carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer cultivos agroforestales como café, las restricciones son más severas que en la clase VI a causa de las pendientes muy pronunciadas, susceptibilidad a la erosión muy severa, suelo muy delgado, pedregosidad muy excesiva.

Así como se afirma en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica POMCH del Río Mayo. PAT 2007 – 2009, en el decreto de la ley 2 de 1959, se ratifican conceptos de ordenamiento ambiental en lo relacionado con el establecimiento de “Zonas Forestales Protectoras" y "Bosques de Interés General” esta ley referida a la economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables estableció en su artículo primero las zonas de reserva forestal, comprendidas dentro de los límites para cada bosque nacional.

Para el departamento de Nariño se presentan las Zonas de Reserva Forestal del Pacifico y Central.

El uso principal propuesto para las tierras con clase agrologica VII considerando la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas POMCAS (2014) es de Sistema Forestal Protector (FPR), Áreas para la conservación y recuperación de la naturaleza, también recreación (CRE).

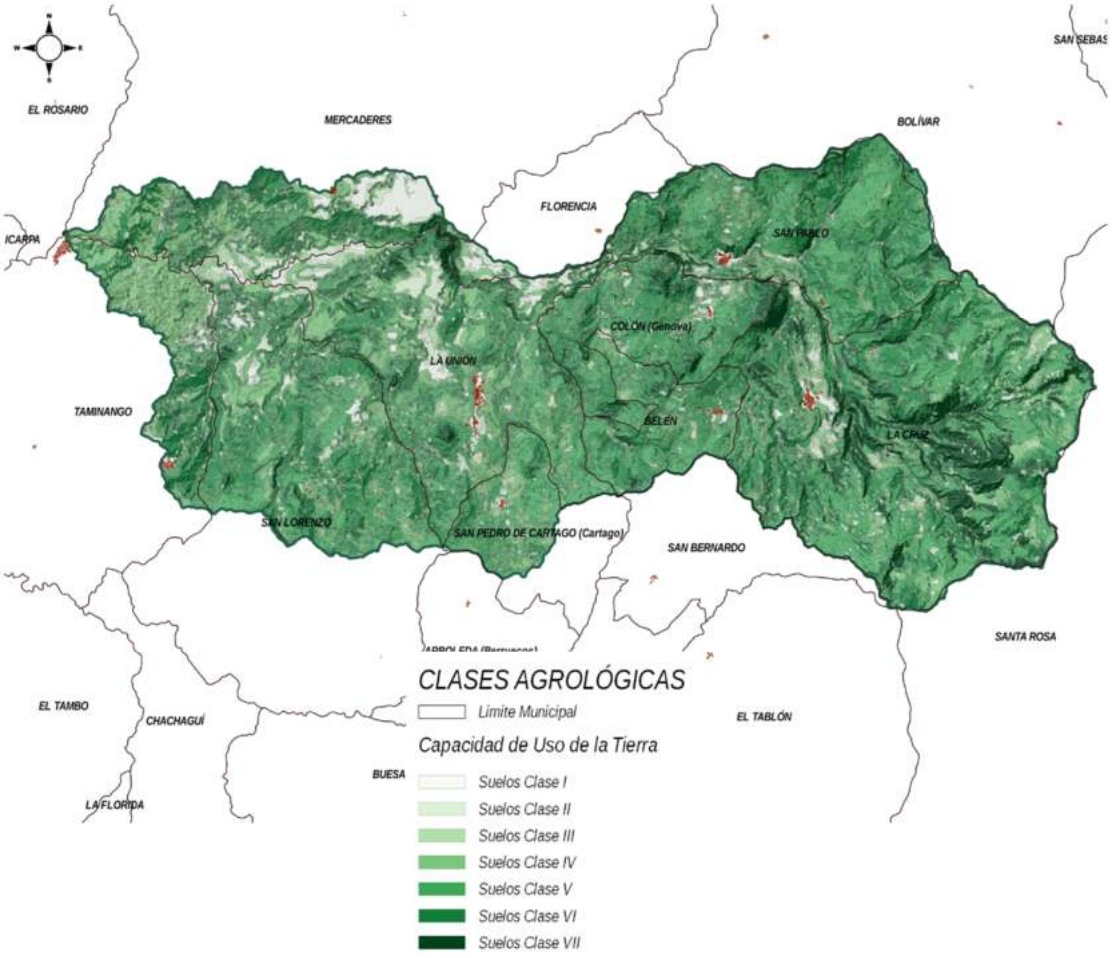


Figura 117. *Mapa capacidad uso de suelo*
(Ver Anexo Cartográfico 19)

2.2.10.8. Interpretacion geomorfopedagogica y caracteristicas de los suelos. El apropiado manejo de los recursos naturales con fines de lograr un desarrollo económico, social y ambiental es el reto al cual se enfrentan continuamente las administraciones locales, regionales y nacionales en el propósito de generar beneficios sociales contextualizados en un desarrollo sostenible. Bajo estas características la cuenca hidrográfica del Rio Mayo reviste gran importancia para el desarrollo territorial, más aun considerando que comprende territorios en los Departamentos de Nariño y Cauca, siendo mayor el área en Nariño con 79.714,79 ha que equivalen al 91% del área total de la cuenca; el restante 9% (7.644,69 ha) se encuentran en el Departamento del Cauca

Para la descripción de las unidades cartográficas se toma como base de referencia el Estudio General de Suelos del Departamento de Nariño (2004); y el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Cauca (2009) para una mejor interpretación y análisis de las diferentes unidades cartográficas identificadas en el presente estudio.

La agrupación de las unidades cartográficas de suelos (consociaciones de familias) en grupos de capacidad de uso, se hizo mediante la interpretación de las características morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de los suelos y el análisis de características externas como relieve, pendiente, erosión, inundaciones, pedregosidad y clima.

Una vez conocidas e interpretadas las características de los componentes edáficos dominantes de las diferentes unidades cartográficas y analizados los factores climáticos, de relieve e inclinación de las pendientes se procedió a agruparlas en clases, subclases y grupos de manejo, tomando como base la estructura (categorías) y los parámetros contenidos en la metodología del IGAC para clasificación de la tierras por su capacidad de uso; también se tomó como apoyo el sistema de clasificación utilizado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA 1998) ya que este sistema de clasificación permite interpretar las condiciones agrícolas del suelo como medio para determinar la capacidad productiva de las tierras. Los suelos son agrupados de acuerdo a sus limitaciones, riesgos de daño y formas como responden al manejo.

La clasificación taxonómica de estos suelos se fundamenta en una clasificación específica y basada en relaciones naturales, con clases y jerarquización generadas mediante la selección de aquellos criterios que en mayor grado, permiten entender y explicar las relaciones diferenciantes entre los suelos, es decir referidas a las interacciones entre los factores y procesos formativos y la morfología resultante de ellos, ya sea ésta actual o pretérita (IGAC, 1995).

En la Cuenca de Rio Mayo en los departamentos de Nariño y Cauca, se encuentran diversas unidades cartográficas con sus respectivos símbolos. Cada símbolo está constituido por tres letras mayúsculas, la primera letra indica el paisaje, la segunda el clima y la tercera el nombre de la clase cartográfica y sus componentes taxonómicos, una letra minúscula que significa el porcentaje de la pendiente, a veces un número arábigo que representa el grado de erosión y en ocasiones la letra y, o la letra z que significan encharcamientos o inundación, de esta manera se

encontraron las siguientes consociaciones que determinan su capacidad de uso representados en el mapa a escala 1: 25.000.

Para el presente documento se ha tomado como base referencial la metodología desarrollada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en su documento **Metodología Levantamiento de suelos, (2014)**; el levantamiento de suelos se llevó a cabo en tres etapas: preparación y revisión, trabajo de campo y elaboración de la cartografía temática y la memoria explicativa, describiendo los métodos y procedimientos utilizados para realizar el estudio detallado de suelos, los análisis físicos, químicos y mineralógicos y la clasificación de tierras por capacidad de uso, inicia con la adquisición, preparación de los materiales y organización del trabajo y finaliza con la elaboración de la leyenda.

Los levantamientos detallados se llevan a efecto en zonas desarrolladas con alto potencial agrícola, casi siempre bajo condiciones de irrigación. Estas por lo tanto, son fácilmente accesibles, planas o casi planas y generalmente cuentan con estudios previos de suelos a nivel general o semidetallado.

Desde el punto de vista geológico y geomorfológico el análisis de los procesos morfodinámicos pasados, actuales y potenciales, incluyendo la identificación de los procesos erosivos actuales y potenciales en la cuenca y de los fenómenos de movimientos en masa, entre otros, son parámetros de gran importancia que se integran posteriormente al análisis de amenazas.

Entre los insumos para la elaboración del componente geomorfológico se consideran: aerofotografías, imágenes de satélite y modelos digitales de terreno (DTM) de resolución adecuada y los estudios temáticos ubicados a escala 1: 25.000 o superior (1: 10.000, 1: 5.000); la información que este a escalas inferiores como 1: 500.000 o 1:100.000, servirán de guía pero deberán ser detallados y verificados en campo para su incorporación en la cartografía final. Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCAS (2014)

Precisamente el conocimiento disponible sobre el componente edáfico y el medio geográfico en general es el que facilita la identificación y la selección de las áreas que por su calidad de tierras, ameritan el estudio detallado, como objetivo de proveer información precisa sobre las

características de los suelos para clasificar las tierras por aptitud de uso, riego, drenaje y niveles de fertilidad.

La primera etapa es preparación de la información y adquisición, disposición de los materiales y organización del trabajo; el diseño del plan o estrategia (en oficina y campo), así como también, el tiempo proyectado para el estudio, la experiencia de los edafólogos reconocedores en el tipo de levantamiento a realizar, la distribución y tamaño de las áreas piloto y las visitas de asesores y coordinadores, la consecución de material cartográfico (hojas topográficas restituidas, fotografías aéreas, imágenes de satélite o de radar, ortofotomosaicos, ortofotomapas y espaciomapas), al igual que los mapas planimétricos y topográficos, los estudios socioeconómicos, ecológicos, de la vegetación natural y de uso y tenencia de la tierra; así mismo, los informes y mapas climáticos, geológicos, geomorfológicos y los resultados de investigaciones edafológicas llevadas a efecto en el área; los productos de sensores remotos, deben ser de adecuada calidad y escala o tener resolución espacial acorde con el tipo de levantamiento, delimitar el área a estudiar en hojas topográficas restituidas, así mismo, transferencia de los límites a los productos de sensores remotos utilizados., la elaboración del índice de vuelos necesarios para demarcar las áreas de trabajo en cada una de las aerofotografías, también es útil colocar los nombres de poblaciones, ríos, quebradas y vías (nomenclatura - toponimia), de igual manera la elaboración de modelos tridimensionales del terreno procesados con imágenes de satélite con buena resolución incluyendo el mapa de pendientes de la zona a estudiar y la delimitación de las zonas de muestreo (zonas piloto) y/o localización de los transectos, se convierten en insumos necesarios para la elaboración del mapa.

La fotointerpretación puede resultar difícil de aplicar en los estudios detallados, ya que estos se realizan generalmente en áreas sedimentarias de geoformas poco contrastadas, con pendientes menores de 7%; por esta razón la actividad debe ser ejecutada por un profesional con suficiente experiencia. Las delineaciones o separaciones son fases de las formas del terreno con base en la morfografía y los cambios en los tonos de color, las texturas y las formas en las fotografías, debidos principalmente a variaciones en las condiciones hidromórficas, de erosión y/o acumulación de sales, entre otras. En forma paralela, con la fotointerpretación, se elabora la leyenda geomorfológica preliminar, que contiene las geoformas y los suelos identificados en los estudios semidetallados o generales preexistentes. Las delineaciones se identifican con símbolos

de fotointerpretación en los cuales se incluye el clima ambiental, el paisaje, el tipo de relieve, las formas del terreno, la pendiente y el material parental.

El conocimiento preliminar de las características relacionadas con la geomorfología y la taxonomía de los suelos del área de estudio permite establecer un marco de referencia, en la etapa de fotointerpretación, para la elaboración de la leyenda preliminar y facilita las labores iniciales de la etapa de reconocimiento. Con la información adquirida se pueden adelantar algunos capítulos de la memoria técnica o informe, principalmente en lo relacionado con las generalidades y la descripción del medio natural.

Los Muestreo de los suelos, fundamentales para realizar la descripción de los perfiles modales de los suelos y la toma de muestras de cada uno de sus horizontes para los análisis físicos, químicos de caracterización y especiales (mineralógicos, micro-morfológicos y biológicos), se realizan tanto en las áreas piloto y/o transectos como en las áreas de extrapolación.

Para la toma de las muestras y la solicitud de análisis de laboratorio se deben tener en cuenta, la profundidad de la sección control que para la familia taxonómica tiene establecida el Sistema Taxonómico Americano. En los levantamientos semidetallados y detallados, la determinación de la textura en el caso de la familia taxonómica se debe hacer por el método de la pipeta, para una mayor precisión en los resultados. Los análisis mineralógicos de arenas y/o arcillas, se ordenan de acuerdo con la textura de la familia taxonómica.

Independientemente del tipo de levantamiento es importante que cada población edáfica identificada y delimitada quede suficientemente caracterizada y representada en los perfiles modales y las réplicas, de acuerdo a su extensión.

Por último, el análisis de los suelos en el laboratorio en donde las muestras de suelo colectadas en el campo se someten en el laboratorio a una serie de análisis físicos, químicos y mineralógicos, indispensables para el diagnóstico de los procesos específicos, los horizontes diagnósticos, las clases taxonómicas y la fertilidad actual y potencial. En este aparte solo se precisa la naturaleza de los indicadores que se caracterizan; la descripción detallada de los mismos se expone ampliamente en el documento Métodos analíticos de Laboratorio de Suelos del IGAC.

2.2.10.8.1. Consociación Humic Udivitrands -Typic Udivitrands-Vitrandic Udorthents. Los suelos del área estudiada se clasificaron de acuerdo con las normas del Sistema Taxonómico «Soil Survey Staff, 1998, cuya jerarquización se fundamenta en criterios evolutivos y morfológicos. Tomando como base este estudio estos suelos quedan incluidos en el orden de los Andisoles en el subgrupo Humic; dicho orden definido con base en los criterios genéticos que más han influido en la formación del suelo, las propiedades físicas, químicas o mineralógicas, los cuales han servido para crear y diferenciar la presencia o ausencia de horizontes diagnósticos.

De acuerdo con el documento Estudio General De Suelos y Zonificación De Tierras Departamento de Nariño, del IGAC 2004, se identifica esta unidad con los Símbolos: **ALAa, ALAb, ALAc**, en la cuenca hidrográfica del Rio Mayo localizadas en los municipios de La Cruz, San Pablo y Colon Génova, en donde hay un predominio de la unidad cartográfica ALAa en el municipio de La Cruz, y específicamente en las veredas Alto Cabuyales, Cofrandia, La Vega, Loma Alta, Las Animas, Llano Grande, Tajumbina y en una mínima proporción en la vereda San Francisco y Campo bello.

Geomorfológicamente estos suelos se ubican en el banco de las mesas, dentro del paisaje de altiplanicie, de origen fluvio-volcánico y separado por cañones, el relieve va desde plano a ligeramente inclinado y moderadamente inclinado, con pendientes entre los grados de 1 y 12%, de longitud larga a media, se caracterizan por ser profundos con texturas moderadamente finas sobre gruesas, bien drenados, moderadamente ácidos, fertilidad moderada, altos en materia orgánica, profundos, texturas moderadamente gruesas, bien drenados, ligeramente ácidos, fertilidad moderada, medianos en mate y de muy baja retención de humedad, son suelos desarrollados a partir de depósitos de ceniza volcánica sobre toba de ceniza y lapilli, en alturas entre 2000 y 2600 metros sobre el nivel del mar, en clima frío húmedo y muy húmedo, con temperaturas de 12 a 18°C y precipitaciones entre 1000 y 4000 mm anuales.

Tomando como referencia el perfil NA-164, referida al municipio de la Cruz, el gradiente de pendiente de estos suelos esta entre el 3 y 7% de longitud larga, su formación ecológica es del Bosque húmedo montano bajo y su clima edáfico del régimen de temperatura isomésico; régimen de humedad údico, según la descripción realizada por L Burgos (1981) en estos terrenos no se presenta erosión, los drenajes se caracterizan por ser interno rápido, externo rápido y natural bien drenado y su profundidad efectiva es profunda.

Estos suelos presentan una secuencia de horizontes Ap, C1, C2. El horizonte Ap tiene un espesor de 30 cm de color en húmedo negro, textura franca, estructura en bloques subangulares, fina, débil, el horizonte C1, de color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura franco limosa, sin textura, el horizonte C2 es de color húmedo gris oscuro, con bandas de color amarillo pardusco, textura franco arenosa, gravillosa, sin estructura.

En tanto que el perfil NA-161, caracteriza a la unidad cartográfica ALAc2, se localiza en el municipio de la Cruz, en la vereda Cabuyales, la unidad presenta sedimentos derivados de depósitos piroclasticos no consolidados sobre rocas volcánicas piroclásticas consolidadas, como tobas de ceniza y lapilli, se relieve se caracteriza por ser moderadamente inclinado, muy disectado, la pendiente en estos terrenos va de 7 a 12% de longitud media y forma ondulada. Según la clasificación de Holdridge la unidad cartográfica está dentro del Bosque húmedo montano bajo; el clima edáfico es de régimen de temperatura isomésico y régimen de humedad údico. Los suelos presentan procesos erosivos laminar y en surcos de grado moderado; el drenaje interno y externo es rápido, el drena je natural es bien drenado y profundidad efectiva profunda.

Presentan una secuencia de horizontes Ap y C. El horizonte Ap tiene un espesor de 15 cm, de color húmedo pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, fina, débil; el horizonte C tiene un espesor de 15 a 150 cm, de color en húmedo gris claro, textura arenosa franca, sin estructura.

En esta consociación se presentan las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

ALAa Fase Plana
ALAb Fase ligeramente inclinado
ALAc Moderadamente inclinado
ALAd Fuertemente inclinado
ALAe Ligeramente escarpado
ALAf Moderadamente escarpada
ALAg Fuertemente escarpado

En la consociación Humic Udivitrans también se encuentran las unidades cartográficas **AQBb, AQBc2**, que son unidades de poca extensión ubicadas en el municipio de San Pablo, Colon Génova y zonas limítrofes del departamento del Cauca en los municipios de Florencia y Mercaderes, predominando la unidad cartográfica AQBb, localizada en la veredas de Aguadas, Francia, Los Robles, La Florida, Lucitania, Chical Alto, Chical Bajo, Yunguilla, Derrumbes, Las Juntas en el municipio de San Pablo, y en Colon Génova encontramos esta consociación en las veredas de La Victoria, La Primavera Guaitarilla, Villa Vista, Loma de Ganado y en una mínima proporción en la vereda Villa Nueva, es importante destacar que la unidad cartográfica recorre los límites entre los municipios de Florencia y Mercaderes en el Departamento del Cauca en extensiones muy pequeñas.

Estas tierras corresponden al relieve de mesas, en el paisaje de altiplanicie, con pendientes entre 3 y 12%, medias y largas, rectilíneas, ligera a moderadamente inclinado, con erosión moderada, En algunos sectores presenta erosión en grado moderado profundo, bien drenado, de texturas variables, moderadamente finas a moderadamente gruesas y gruesas, del grupo textural francoso grueso, ligera a fuertemente ácidos, fertilidad moderada y alta, con mediana a alta disponibilidad de bases, y baja y mediana disponibilidad de fósforo, potasio y nitrógeno. Son suelos formados de ceniza volcánica que yacen sobre tobas de ceniza y lapilli, su fertilidad es moderada y baja, con clima medio húmedo y muy húmedo, alturas entre 1500 y 1900 metros, temperaturas de 18 a 22°C y precipitaciones de 1000 a 2000 mm anuales.

Según perfil NR-53 refiriéndose a la unidad cartográfica AQBc2, en el municipio de San Pablo, la litología de estos suelos está compuesta por sedimentos y depósitos piroclásticos no consolidados sobre rocas volcánicas piroclásticas consolidadas, su relieve es moderadamente inclinado de disección moderada con pendientes que se ubican en el gradiente de 7-12% de longitud media, de acuerdo a la formación ecológica hecha por Holdridge estos terrenos están clasificados como Bosque húmedo premontano, el clima edáfico presenta un régimen de temperatura isotérmico, con régimen de humedad údico, se presentan procesos de erosión por surcos y cárcavas de grado moderado, el drenaje de estos suelos es interno rápido, externo lento y natural bien drenado identificando que la profundidad efectiva es profunda, en cuanto a los horizontes diagnósticos se reconoce un epidedón úmbrico y endopedón cámbrico.

En estos suelos se presenta una secuencia de horizontes Ap y Bw, el horizonte Ap se caracteriza por tener un color húmedo pardo oscuro; textura francoarenosa, estructura en bloques subangulares, muy fina débil, el horizonte Bw tiene un espesor de 20 a 100 cm de color húmedo pardo amarillento claro, textura francoarenosa. Estructura en bloques subangulares, media débil.

En esta consociación se presentan las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

AQBa Fase Plana
AQBb Fase ligeramente inclinado
AQBc Moderadamente inclinado
AQBd Fuertemente inclinado
AQBe Ligeramente escarpado
AQBf Moderadamente escarpada
AQBg Fuertemente escarpado

Las unidades cartográficas **AQDd, AQDe**, también se incluyen en la Consociación Humic Udivitrands, al igual que las anteriores poseen áreas de poca extensión, en la cuenca del Rio Mayo se ubican en los departamentos de Nariño y Cauca, en este último en los municipios de Mercaderes, donde se identifica un mayor cubrimiento territorial de la unidad cartográfica AQDe que se muestra en las veredas de Tamblocito, Arboleda, La Canoa, y en muy escasas superficies de las veredas de Alto de la Cañada y Chambimbe y en el Municipio de Florencia en pequeñas áreas de la vereda Sombrerillo.

En el departamento de Nariño se observa la presencia de las unidades cartográficas AQDd, AQDe en los municipios de La Unión, Colon Génova y San Pablo, siendo el municipio de Colon Génova en el cual se observa mayor extensión en las veredas del Paraíso, Bordo Alto, Bordo Bajo, Sánchez y en menor porcentaje en las veredas El Rincón, David Bajo, Guaitarilla, Loma de Ganado, Palacio Centro y Palacio Bajo, con un mayor predominio de la unidad AQDd; en el municipio de San Pablo solo se encuentra en las veredas de La Cañada, Vega Quito y en pequeñas áreas de las veredas Chical Alto y Las Juntas; en el municipio de la Unión se observa en áreas muy dispersas de las veredas Cuchillas Peñas Blancas, Santander, El Boqueron, La Cumbre, El Peligro y La Caldera.

Corresponde al tipo de relieve de lomas moderadamente disectadas dentro del paisaje de altiplanicie, el relieve va desde fuertemente inclinado a ligeramente escarpado, con pendientes entre 12 y 50%, medias, rectilíneas, con alturas entre 1400 y 1700 metros, en clima medio húmedo y muy húmedo con temperaturas de 18 a 24°C y precipitaciones de 1000 a 2000 mm anuales.

Estos suelos se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas que yacen sobre mantos de ceniza y lapilli, que tienen en su composición mineralógica más de 60% de material piroclástico, el cual ha impartido al suelo la característica de retener menos de 20% de humedad cuando se lo somete a tensiones de 15 bars. Corresponden a suelos muy superficiales de texturas moderadamente gruesas, bien drenados, moderadamente ácidos, fertilidad moderada, altos en materia orgánica, superficiales, texturas gruesas, neutros, químicamente son suelos de mediana capacidad catiónica de cambio, alta saturación de bases, altos contenidos de carbono orgánico, bajos contenidos de calcio, potasio y fósforo, altos de magnesio y algunos suelos con alto contenido de aluminio activo limitados por material compactado, y grupo textural francoso grueso.

De acuerdo al perfil NA-152 en la unidad cartográfica AQDe localizada en el Municipio de San Pablo, en cuanto a las características litológicas se encuentran rocas volcánicas piroclásticas consolidadas, el relieve de estos terrenos es ligeramente escarpado con disección moderada, el gradiente de pendiente va de 25 a 50% de longitud media; Holdridge lo ubica dentro del Bosque húmedo premotano y su clima edáfico presenta un régimen de temperatura isométrico y régimen de humedad údico; en este sector no se presenta erosión según la descripción realizada por L Burgos (1981), donde además se identifica que el drenaje interno es medio, el externo rápido y el drenaje natural es bien drenado, la profundidad efectiva es muy superficial limitada por material compactado, finalmente en los horizontes diagnósticos se encuentra epidedón mólico y sin epidedón.

Los suelos tienen una secuencia de horizontes Ap y Cr, donde el horizonte Ap de color húmedo negro, textura francoarenosa, estructura en boques subangulares, fina, débil, mucha actividad de microorganismos, abundantes raíces, reacción ligera al fluoruro de sodio; pH moderadamente acido de 5,9, limite abrupto y plano.

De acuerdo al perfil NA-162 que hace una descripción de la unidad cartográfica AQDe localizada en el Municipio de San Pablo, con un paisaje de altiplanicie con relieve de loma, y sus sedimentos litológicos de derivados de rocas volcánicas piroclásticas consolidadas, estos terrenos son ligeramente escarpado con disección moderada, el gradiente de pendiente va de 25 a 50% de longitud media; Holdridge lo ubica dentro del Bosque húmedo premotano y su clima edáfico presenta un régimen de temperatura isométrico y régimen de humedad údico; en este sector no se presenta erosión según la descripción realizada por L Burgos (1981), donde además se identifica que el drenaje interno es rápido, el externo rápido y el drenaje natural excesivamente drenado, la profundidad efectiva es muy superficial limitada por material compactado, finalmente en los horizontes diagnósticos se encuentra epidedón mólico y sin epidedón.

Los suelos tienen una secuencia de horizontes Ap, C y Cr, donde el horizonte Ap de color húmedo pardo amarillento, textura franco arenosa, estructura en boques subangulares, fina, débil, poca actividad de microorganismos, muchos poros finos y muy finos, pocas raíces, pH ligeramente acido; en el horizonte C se observa un capa de espesor de 8 a 40 cm, de color en húmedo en gris pardusco claro, textura arenosa franca, sin estructura, no hay actividad de microorganismos, pocas raíces, pH neutro, finalmente Cr con espesor de 40 a X cm, con presencia de tobas.

La unidad cartográfica la conforman en un 45% los suelos Humic Udivitrands, en un 40% por los suelos similares Typic Udivitrands y en un 15% por los suelos Vitrandic Udorthents.

Presenta las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

AQDa Fase Plana
AQDb Fase ligeramente inclinado
AQDc Moderadamente inclinado
AQDd Fuertemente inclinado
AQDe Ligeramente escarpado
AQDf Moderadamente escarpada
AQDg Fuertemente escarpado

2.2.10.8.2. Consociación Vitrandic Udorthents-Humic Udivitrands-Misceláneo de cenizas. Estos suelos están incluidos en el orden de los Andisoles donde para la clasificación a nivel del Suborden se tiene en cuenta los regímenes de humedad y temperatura del suelo. Los suelos que presentan regímenes de humedad údico se clasifican como Udivitrands.

La unidad cartográfica se identifica con el símbolo **ALEf2 y ALEg2**, su localización en una pequeña proporción en los municipios de La Cruz y Colon Génova, pero en el municipio de San Pablo es donde se encuentra un predominio importante de la consociación ALEf2 en las veredas de Llanos Chiquitos, El Bohio, La Cabaña, Vega Quito, Las Juntas y menor cantidad en la vereda Derrumbes.

Se identifica dentro del paisaje de Altiplanicie, tipo de relieve de lomas, pertenece al clima frío húmedo y muy húmedo de las coladas de lava, filas y vigas, crestas de la montaña y los cañones de la altiplanicie. Su forma de terreno es de ladera; con pendientes que van de moderadamente escarpado a fuertemente escarpado con pendientes que superan el 75%; el material parental está compuesto por tobas de ceniza, lapilli y aglomerados con ceniza volcánica sectorizada.

Los suelos de esta consociación se caracterizan por ser muy superficiales, texturas gruesas cascajosas y guijarrosas, excesivamente drenados, fuertemente ácidos, fertilidad moderada, alta saturación de aluminio, altos en materia orgánica, baja y mediana saturación de bases, bajo y mediano contenido de calcio, magnesio, potasio y fósforo, alto y mediano contenido de aluminio intercambiable, alto contenido de carbono orgánico y alta retención de fosfatos. Muy superficiales, texturas gruesas, bien drenados, limitados por fragmentos de roca, Estos suelos representan la inclusión de la unidad y por lo general no presentan un patrón de distribución definido.

El perfil NR-50, hace referencia a la unidad cartográfica ALEg2, en el municipio de La Cruz, caracterizado por poseer un relieve fuertemente escarpado de disección moderada, estos terrenos tienen pendientes superiores al 75% de longitud larga, en cuanto a la formación ecológica de Holdridge está clasificado como Bosque muy húmedo montano bajo, el clima edáfico es de régimen de temperatura isomésico y régimen de humedad údico, los procesos de erosión están dados por surcos y cárcavas de grado moderado, con pedregosidad superficial y pocas piedras, se identifican drenajes interno rápido, externo rápido y natural excesivo, la profundidad

efectiva es muy superficial, limitada por fragmentos de roca caracterizada por ser mayor del 60% por volumen.

Estos suelos tienen una secuencia de horizontes Ap, Bw y C, el horizonte Ap de color húmedo gris muy oscuro, textura franco arenosa con 35% de fragmentos de roca tamaño gravilla, cascajo y guijarro, de forma subredondeada y naturaleza ígnea, estructura en bloques subangulares, fina moderada, pH fuertemente acido; el horizonte Bw en color pardo amarillo oscuro, textura arenosa franca con 60% de fragmentos de roca tamaño gravilla, cascajo y guijarro, forma subredondeada, de naturaleza ígnea, estructura en bloques subangulares pH ligeramente acido; el horizonte C de color pardo muy pálido, textura arenosa franca con 60% de fragmentos de roca tamaño cascajo y guijarro, de forma subredondeada, de naturaleza ígnea, sin estructura. pH ligeramente acido

Entre tanto el perfil NR-59, hace una descripción de la unidad cartográfica ALEg2, localizada en el municipio de la Cruz, en la vereda Tajumbina en el sitio denominado Doña Juana, pertenece al paisaje de altiplanicie del tipo de relieve de cañón y forma de terreno de resalto; la litología está caracterizada por la presencia de depósitos piroclásticos no consolidados como cenizas sobre rocas volcánicas consolidadas con materiales como tobas de ceniza, lapilli y aglomerados. El relieve en estos terrenos es fuertemente escarpado, muy disectado, las pendientes en estos terrenos son mayores del 75% de longitud larga y forma ondulada.

En cuanto a los procesos erosivos se presentan a consecuencia de surcos y cárcavas de grado moderado, aquí hay presencia de pedregosidad superficial, el drenaje interno y externo es medio y natural bien drenado, en cuanto a la profundidad efectiva es muy superficial, limitada por fragmentos de roca mayor del 15% de la superficie cubierta. Los horizontes diagnósticos presentan epipedón úmbrico y endopedón cámbrico.

Los suelos en este perfil presentan una secuencia Ap, A2 y C, en el horizonte Ap presenta un color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, sin estructura, muchos poros finos, mucha actividad de macroorganismos, abundantes raíces y su pH es fuertemente acido. El horizonte A2 presenta un color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, textura francolimosa, con tendencia a formar bloques subangulares, fina, débil, muchos poros finos, mucha actividad de macroorganismos, abundantes raíces y su pH es moderadamente acido.

Finalmente el horizonte C de color en húmedo gris claro, textura arenosa franca, sin estructura, y su pH es ligeramente acido

La unidad cartográfica la conforman en un 65% los suelos Vitrandic Udorthents, en un 25% los suelos Humic Udivitrands y en un 10% misceláneo de cenizas

Se encuentran las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

ALEa Fase Plana
ALEb Fase ligeramente inclinado
ALEc Moderadamente inclinado
ALEd Fuertemente inclinado
ALEe Ligeramente escarpado
ALEf Moderadamente escarpada
ALEg Fuertemente escarpado

2.2.10.8.3. Consociación Entic Haplustolls -Fluventic Haplustolls-Typic Argiustolls

Incluidos en el orden de los Molisoles, donde las características en estos suelos son las abundantes bases intercambiables en todo el perfil, la alta fertilidad tanto potencial como actual, la acidez que oscila desde ligera a moderada basicidad y la alta humificación, los Molisoles ha sido divididos a nivel del Suborden Entic que son los que no presentan un horizonte cámbrico y en ninguna parte del epipedón mólico, por debajo de 25 cm desde la superficie del suelo mineral, cumple para un horizonte cámbrico, excepto por color.

Representados con el símbolo: **AWAb**, Ocupa áreas de poca extensión, localizada en los departamentos de Nariño y Cauca, siendo en este último departamento que la unidad cartográfica tiene una muy baja extensión en las veredas de Pénjamo, La Canoa y Alto de la Cañada

En el departamento de Nariño se localiza en el municipio de La Unión, en las veredas de Alpujarra, La playa y en poca dimensión en veredas de El Salado y Palo Verde.

Constituyen los suelos de mesas dentro del paisaje de altiplanicie denudacional de origen eólico-volcánico. El relieve en esta zona varía de plano a ligeramente plano, con pendientes entre 3 y

7%, en cuanto al material parental estos suelos reposan sobre tobas de ceniza, lapilli y aglomerados que han dado origen a suelos profundos de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas gravillosas y cascajosas, bien drenados, neutros, con fertilidad muy alta, altos en materia orgánica y moderada disección; presentándose en aquellas unidades de mayor pendiente erosión en grado moderado., con alturas comprendidas entre 500 y 1000 metros sobre el nivel del mar, de clima cálido seco y muy seco, con temperaturas mayores de 24°C y precipitaciones de 500 a 1500 mm anuales.

El perfil NA-141, describe la unidad cartográfica AWAa, localizada en el municipio de San Lorenzo, esta unidad posee un relieve plano de disección moderada con pendientes que van del 1 al 3% de longitud media, el clima edáfico de régimen de temperatura isohipertérmico y régimen de humedad ústico. Holdridge lo incluye en el Bosque muy húmedo tropical; el drenaje interno en esta unidad cartográfica es medio al igual que el drenaje externo y su drenaje natural es bien drenado, la profundidad efectiva es profunda y en los horizontes diagnósticos se encuentra epidedón mólico y sin endopedón.

Los suelos presentan una secuencia de horizontes Ap, C1, C2 y C3. El horizonte Ap con un espesor de 32 cm, presenta un color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, media, moderada; muchos poros muy finos, mucha actividad de macroorganismos, frecuentes raíces finas y su pH es ligeramente neutro; el horizonte C1 con un espesor de 32 a 72 cm, de color en seco pardo pálido, sin estructura frecuente actividad de macroorganismos, frecuentes raíces y pH neutro; el horizonte C2 con un espesor de 72 a 104 cm de color en blanco litocrómico, textura arenosa, no hay actividad de macroorganismos, no hay raíces y su pH ligeramente alcalino; finalmente el horizonte C3 con un espesor de 104 a 130 cm, de color en húmedo gris claro litocrómico, textura franca, sin estructura no hay actividad de macroorganismos, no hay raíces y su pH fuertemente alcalino.

El perfil No NA-143, caracteriza la unidad cartográfica Fluventic Hplustolls AWAa, ubicada en el municipio de San Lorenzo, al noreste del cruce del camino a Charguayaco con la quebrada del mismo nombre, hacia la margen derecha del rio Mayo, de relieve plano con pendientes que van de 0 a 3% de longitud media y forma plana. Estos terrenos se encuentran dentro de la formación ecológica de Bosque muy seco tropical, con drenaje interno rápido y externo medio y natural bien drenado. En los horizontes diagnósticos se encuentra epipedón mólico y sin endopedón.

Estos suelos presentan secuencia de horizontes Ap, C1, C2 y Ck. El horizonte Ap con un espesor de 20 cm de color en seco pardo a pardo oscuro y pardo grisáceo muy oscuro, textura francoarenosa, estructura en bloques subangulares, media, moderada muchos poros muy finos, poca actividad de macroorganismos, muchas raíces y su pH neutro; el horizonte C1 con un espesor de 20 a 40 cm de color en seco blanco litocrómico, textura arenosa, sin estructura no hay actividad de macroorganismos, no hay raíces y su pH neutro. El horizonte C2 con un espesor de 4 a 52 cm de color en seco pardo rojizo oscuro, textura francoarcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, media, moderada, muchos poros finos, no hay actividad de macroorganismos, no hay raíces y su pH neutro; en cuanto al horizonte Ck con un espesor de 52 a 130 cm, presenta una capa de gravilla y cascajo en matriz arcillosa con abundantes revestimientos de carbonatos.

La unidad cartográfica la integran en un 50% los suelos Entic Haplustolls; en un 35% los suelos Fluventic Haplustolls y en un 15% los suelos Typic Argiustolls.

En esta consociación se presentan las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

AWAa Fase Plana
AWAb Fase ligeramente inclinado
AWAc Moderadamente inclinado

2.2.10.8.4. Grupo Indiferenciado Typic Melanocryands, Lithic Melanocryands y Misceláneo Rocoso. Estos suelos corresponden al orden de los Andisoles; se definen por criterios relacionados con la pureza e intensidad del color del horizonte superficial, tal como sucede con los horizontes que cumplen los requerimientos del epipedón melánico en cuanto a profundidad, espesor y carbono orgánico, pero que tienen valores de value y croma de 3 o menos, razón por la cual se denominan Fulvudands.

Dentro del área de estudio se identifica la unidad cartográfica **MEBe**, localizada en el municipio de Taminango, su extensión es muy pequeña con solo 196,5 ha, se localiza en las veredas de El Arado y Taminanguito. Corresponden a coladas de lava dentro del paisaje de montaña de origen

eólico volcánico; el relieve es ligeramente escarpado, con pendientes del 25% al 50%, medias a muy largas, rectilíneas y moderada a fuerte disección.

En los sectores de mayor pendiente y altitud se presentan frecuentes afloramientos rocosos. Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos espesos y delgados de mantos de ceniza volcánica sobre andesitas; presentan con frecuencia abundante material pómex y/o fragmentos de roca de naturaleza variable y la roca coherente a diferentes profundidades. Son moderadamente profundos limitados por la roca|, texturas moderadamente gruesas, bien drenados, muy fuertemente ácidos, fertilidad baja, alta saturación de aluminio, altos en materia orgánica. Superficiales y muy superficiales, texturas moderadamente gruesas, bien drenados, fue. En altitudes entre 3600 y 4200 metros, en clima extremadamente frío húmedo y muy húmedo, con precipitaciones entre 500 y 2000 mm anuales y temperaturas inferiores a 8°C, fuertes vientos, alta nubosidad y bajo brillo solar.

Dentro del perfil N-01 donde se hace una descripción puntual de la consociación Typic Melanocryands estos terrenos de relieve fuertemente escarpado siendo de disección ligera con pendientes que superan el 75% de longitud media y forma rectilínea, su clima edáfico es de régimen de temperatura isofrígido y régimen de humedad údico, de acuerdo con la clasificación que hace Koeppen se ubica en un clima frio de alta montaña, en cuento a las zonas de vida está dentro de Paramo subandino. De acuerdo a la descripción realizada por M Aponte (1992) no se encuentran procesos erosivos y el drenaje interno es medio en tanto que el externo es rápido y natural bien drenado, su profundidad efectiva es moderadamente profunda está limitada por contacto lítico, en cuento a los horizontes diagnósticos presentes se identifica epipedón melánico y sin endopedón.

Los suelos presentan una secuencia de horizontes A, A2 y R; el horizonte A con un espesor de 45 cm de color en húmedo negro, textura franco-arenosa, estructura en bloques subangulares, gruesa, fuerte, muchos poros finos, frecuente actividad de macroorganismos, muchas raíces finas y su pH fuertemente acido. El horizonte A2 con un espesor de 45 a 80 cm de color en húmedo negro, textura francoarenosa, estructura en bloques subangulares, media, moderada, muchos poros finos, poca actividad de macroorganismos, muchas raíces finas y su pH fuertemente ácido y el horizonte R de roca continua de naturaleza ígnea sin alteración.

La unidad cartográfica se encuentra conformada en un 40% por los suelos Typic Melanocryands, el 35% por los suelos Lithic Melanocryands, y un 25% por misceláneo rocoso

Se encuentran las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:
MEBb Fase ligeramente inclinado
MEBc Moderadamente inclinado

2.2.10.8.5. Consociación Acrudoxic Melanudands -Acrudoxic Hapludands- Typic Placudands-Misceláneo rocoso. Se incluyen en el Orden de los Andisoles, que son suelos minerales de evolución media, desarrollados a partir de materiales y que tienen propiedades ándicas. Cumplen además con algunas propiedades químicas y físicas relacionadas con altos contenidos de aluminio y hierro activos y baja densidad aparente; el subgrupo es Acrudoxic, donde el contenido de bases intercambiables más aluminio intercambiable es inferior a 2 meq/100 g, en algún subhorizonte de más de 30 cm de espesor entre 25 y 100 cm de profundidad

Se representan con los símbolos **MHAe, MHAf, MHAg**. Para el caso de la Cuenca del Rio Mayo se sitúan en los municipios de La Cruz, Colon Génova y en mínima proporción en el municipio de Belén, la unidad cartográfica MHAe se destaca por su amplia extensión, localizada en las veredas de Moncayo, Escandoy, La Cañada, Las Animas, La Ciénaga, La Palma, Alto Sano y Loma Larga y en un menor porcentaje en las veredas de La Vega, Campo Alegre, El Carmen y Valdivia en el municipio de La Cruz.

Ocupan la posición de coladas de lava en un paisaje de montaña de origen eólico volcánico, la pendiente varía de ligeramente escarpado, moderadamente escarpado a fuertemente escarpado, con pendientes del 25% hasta mayores del 75%, largas a muy largas, rectilíneas. Los suelos se han desarrollado a partir de mantos de cenizas volcánicas de espesor variable que recubren rocas volcánicas andesitas. Presentan regular cantidad de material pómex del tamaño de la arena y la gravilla, con abundante vidrio volcánico; algunas veces se encuentran fragmentos de roca de naturaleza ígnea y misceláneos rocosos. Estos suelos se caracterizan por ser bien drenados, muy profundos y profundos a moderadamente profundos, estos últimos limitados por capa cementada, de texturas moderadamente gruesas, muy fuertemente ácidos, fertilidad baja, alta saturación de aluminio, altos en materia orgánica. Profundos, texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, bien drenados, fuertemente ácidos.

Están afectados por movimientos en masa, especialmente deslizamientos y procesos de solifluxión, los cuales ocurren con mayor frecuencia en las áreas deforestadas. Se encuentran en alturas comprendidas entre los 3000 y 3700 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas entre los 8 y 12°C y precipitaciones entre los 500 y 2000 mm anuales, en clima muy frío húmedo y muy húmedo, con fuertes vientos, bajas temperaturas y ocurrencia de heladas.

De acuerdo al perfil N-04 el cual hace una descripción de la consociación Acrudoxic Melanudands, con relieve de colada de lava , con pendientes que superan el 75% de longitud muy larga y forma rectilínea, la zona de vida es de Bosque húmedo montano, en la descripción que realiza M Aponte (1992) estos suelos no presentan procesos erosivos, con abundantes afloramientos rocosos, su drenaje interno es medio, externo rápido y natural bien drenado, la profundidad efectiva es muy profunda, finalmente se identifican horizontes diagnósticos con presencia de epipedón melánico y endopedón cámbrico.

Los suelos presentan secuencia de horizontes A1, A2, AB y Bw, el horizonte A1 con un espesor de 40 cm de color en húmedo negro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, fina, fuerte, muchos poros finos, pocos medios, pocas gruesas y su pH muy fuertemente acido; el horizonte A2 con un espesor de 40 a 85 cm de color en húmedo negro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, media, fuerte, muchos poros finos, pocos medios, frecuente actividad de macroorganismos, pocas raíces finas y su pH fuertemente acido; el horizonte AB con un espesor de 85 a 108 cm de color en húmedo pardo amarillento oscuro, con 30% de color negro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, gruesa, moderada, muchos poros finos, frecuentes medios, frecuente actividad de macroorganismos, poca raíces finas y su pH moderadamente ácido y el horizonte Bw con un espesor de 108-170 cm de color en húmedo pardo amarillento, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, gruesa, débil, muchos poros finos, frecuentes medios, pocas raíces finas y su pH ligeramente acido

La unidad se compone en un 50% por los suelos Acrudoxic Melanudands; un 30% por los suelos Acrudoxic Hapludands; un 10% de Typic Placudands y un 10% de misceláneo rocoso.

Para la consociación se encuentran las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

MHAa Fase Plana
MHAb Fase ligeramente inclinado
MHAc Moderadamente inclinado
MHAd Fuertemente inclinado
MHAe Ligeramente escarpado
MHAf Moderadamente escarpada
MHAg Fuertemente escarpado

2.2.10.8.6. Consociación Typic Hapludands, Acrudoxic Fulvudands-Lithic Fulvudands. En el departamento de Nariño, dentro de la Cuenca del Rio Mayo estos suelos quedaron incluidos en la Orden de los Andisoles; Los suelos que únicamente tienen propiedades ándicas en capas de 35 cm o más de espesor dentro de los 60 cm superficiales, constituyen los Haplocryands, Haplustands o Hapludands.

Se identifican con el símbolo **MLBe, MLBf, MLBg**, estas unidades cubren grandes superficies dentro de la cuenca hidrográfica del Rio Mayo están presentes en los municipios de La Cruz, San Pablo, Colon Génova, Belén, San Pedro de Cartago, San Lorenzo y en mínima proporción en el Municipio de la Unión. La unidad cartográfica MLBf es la de mayor predominio en estos municipios, localizándose en las veredas de Loma Larga, Paramito, Alto Ledezma, La Palma, La Ciénaga, El Salado, Las Animas, El Placer, Tajumbina, Loma Alta, La Estancia, La Cabaña, Juan López, Llano Grande, La Loma, Cofradía, La Vega, Aposento, Buena Vista, Campo Alegre, Campo Bello, El Carmen, El Chamburo, El Ático, El Palmal, El Pulpito, El Tambor, La Cañada, La Cuchilla, La Laguna, Las Aradas, Pazizara, San Antonio, San Francisco, San Gerardo y San Rafael en el Municipio de la Cruz; en el municipio de Belén se ubica en las veredas de Bellavista, la Esperanza, Los Planes, Peña Negra, San Antonio, Palma Chiquita, Campo de María Alto, Campo de María Bajo, Sebastianillo, Potrerito, El Broncazo, Santa Rosa y Palma Grande; en el municipio de Colon Génova encontramos esta consociación en las veredas de El Macal, Los Molinos, San Carlos, El Guabo, Palacio Alto, La Florida, La Cuesta, Palacio Centro, El Placer, Guitarrilla, Palacio Bajo, Helechal, Cujacal, El Rincón, David Alto, Alto Villanueva, Loma de Ganado, David Bajo, La Victoria, Sección del Pueblo, El Paraíso, Sánchez, Bordo Alto, Bordo Bajo y La Plata; dentro del municipio de La Unión, esta unidad cartográfica se encuentra ubicada en las veredas de Sauce Alto, Rincón Cusillo, Cusillo Bajo, Chical Alto, Cusillo Alto, Alpujarra, Juan Solarte Obando, Reyes, Las Palmas, La Cañada, La Jacoba, Chical Bajo y Buenos Aires.

Dentro del Municipio de San Lorenzo se ubica en las veredas de San Clemente, Valparaíso Bajo, Madroñero, San José Bajo, San José Alto, Valparaiso Alto, La Abrigada, El Rosal, El Recodo, La Rejoya, San Francisco, La Cabaña, Santa Cecilia, El Chepe, La Laguna, San Gerardo, Los Pinos, El Cofre, San Vicente y El Placer; en el municipio de San Pablo encontramos la presencia de la unidad cartográfica en las veredas de El Tablón, Araditas, Dantas, Briceño, Escubillal, Las Juntas, Betania, Altamira, Lagunitas, Chical Alto, La Florida, Chical Bajo, El Mesón, Derrumbes, Aguadas, Los Robles, Laderas, Francia, El Lindero, La Chorrera, Campo Bello, Alto Llano, Ramal Bajo, Las Palmas, Bateros, La Cuchilla, Ramal Alto, El Agrado, Bella Vista, Praditos, Achupallas y Alto Llano; finalmente y en menor proporción se identifica la unidad cartográfica en el municipio de San Pedro de Cartago en las veredas de Cartago, San Isidro, Frailes, Arenal, Chorrera y El Salado.

Estos suelos se presentan en las laderas inferior y media de las filas y vigas, dentro del paisaje montañoso denudacional donde los suelos son de origen eólico volcánico El relieve dominante es quebrado, escarpado a muy escarpado, con pendientes que van del 25 hasta mayores del 75%, muy largas y largas, rectilíneas. Generalmente en las áreas de mayor pendiente y desprovistas de vegetación se presentan movimientos en masa, principalmente deslizamientos, reptación y solifluxión. Los suelos se han desarrollado a partir de mantos de ceniza volcánica sobre metalimolitas, metadiabasas, metabasaltos y/o sobre diabasas y basaltos. Son moderadamente profundos limitados por fragmentos de roca, con texturas moderadamente finas, excesivamente drenados, fuertemente ácidos, la fertilidad que se presenta en estos suelos es moderada, altos en materia orgánica. Muy profundos, texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, bien drenados, extremadamente ácidas, los encontramos en alturas comprendidas entre 2000 y 3000 metros, con temperaturas entre 12 y 18°C y precipitaciones de 1000 a 4000 mm anuales, en clima frío húmedo y muy húmedo.

Químicamente son suelos de reacción fuerte a ligeramente ácida, alta a media capacidad catiónica de cambio, altos contenidos de carbono orgánico, mediana saturación de bases, medianos contenidos de calcio y magnesio en superficie y bajos en profundidad, bajos en potasio y fósforo, alta retención de fosfatos y fertilidad moderada. Las fuertes pendientes, la susceptibilidad a la erosión y la moderada profundidad efectiva son los principales limitantes para el uso y manejo.

Refiriéndose a la cosnsociación Typic Hapludands el perfil N-21 hace una caracterización de esta unidad cartográfica con relieve fuertemente escarpado, muy disectado con pendientes que superan el 75% de longitud larga y forma rectilínea. La descripción de M Aponte (1992), determina que son suelos donde no se presentan procesos erosivos y el drenaje interno es medio, externo muy rápido y natural excesivamente drenado, en cuanto a la profundidad efectiva de estos suelos es moderadamente profunda, limitada por fragmentos de roca mayor del 60% de volumen, en los horizontes diagnósticos se identifica epipedón úmbrico y endopedón cámbrico.

Los suelos presentan una secuencia de horizontes Oi, A, Bw y C, el horizonte Oi con espesor de 3 cm de capas de raíces fina y restos vegetales en poco estado de descomposición. El horizonte A con un espesor de 47 cm de color en húmedo gris muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, con 7% de laja angular de naturaleza metamórfica sin alteración, estructura en bloques subangulares, fina, fuerte, muchos poros finos, frecuente actividad de macroorganismos, frecuentes raíces finas, pocas medias y gruesas y su pH fuertemente acido. El horizonte Bw con un espesor de 85 cm de color en húmedo pardo, textura franca, con 25% de laja angular de composición metamórfica sin alteración, estructura en bloques subangulares, fina y muy fina, moderada, frecuentes poros finos, poca actividad de macroorganismos, pocas raíces finas, medias y gruesas y su pH ligeramente acido. El horizonte C con un espesor de 85 a 105 cm, capa con 60% de fragmentos de roca de naturaleza metamórfica sin alteración y forma plana, con matriz de color en húmedo pardo amarillento y textura al tacto franco arcillo arenosa y pH de campo moderadamente acido.

Se encuentran las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

MLBa Fase Plana
MLBb Fase ligeramente inclinado
MLBc Moderadamente inclinado
MLBd Fuertemente inclinado
MLBe Ligeramente escarpado
MLBf Moderadamente escarpada
MLBg Fuertemente escarpado

2.2.10.8.7. Consociación Acrudoxic - Hydric Hapludands-Typic Hapludands. Del Orden de los Andisoles, los subgrupos Acrudoxic determinado cuando el contenido de bases intercambiables más aluminio intercambiable es inferior a 2 meq/100 g, en algún subhorizonte de más de 30 cm de espesor entre 25 y 100 cm de profundidad; y el subgrupo Hydric tienen sin secar, a 1500 kPa una retención de agua de 70% o más a través de una capa de 35 cm o más gruesa dentro de 100 cm de la superficie

Determinada con el símbolo **MLFe** Corresponde a áreas de significativa extensión, localizada en los municipios de San Pablo, La Cruz y en un menor porcentaje en el Municipio de Colon Génova, la mayor presencia de esta consociacion se concentra en el municipio de San Pablo en las veredas de El Tablón, Aranditas, Dantas, Escubillal, Las Juntas, Betania, Altamira, La Florida, Chical Bajo, El Mesón, Derrumbes, La Brisa Lucitania, Playa Baja, Aguada, Los Robles, Yunguilla, Cantarrano, Playa Alta, Nueva Florida, Laderas, El Alto, Francia, El Diamante, El Lindero, La Chorrera, El Diviso, Campo Bello, Alto Llano, Ramal Bajo, Las Palmas, Bateros, La Cuchilla, Ramal Alto, El Agrado, Bella Vista, Praditos, Achupallas y La Cañada. En el municipio de la cruz se encuentra en 17 veredas a saber El Carmen, Valdivia, Escandoy, El Troje, Buena Vista, San Gerardo, El Palmal, Alto De La Cumbre, Campo Bello, San Antonio, Alto Cabuyales, Cofrandia, La Vega, Moncayo, San Francisco y Las Animas; finalmente en un menor porcentaje se encentra la unidad cartográfica en el municipio de Colon Génova en veredas como Guaitarilla, Helechal, Alto Villanueva, Loma de Ganado, La Victoria y Buesaco.

Estos territorios se encuentran dentro del paisaje de montaña el relieve derivado de cenizas volcánicas por lo tanto su origen es eólico volcánico. El relieve se caracteriza por ser ligeramente escarpado, con pendientes entre 25 y 50%, muy largas a medias y rectilíneas. El material parental de estos suelos se deriva de mantos de ceniza volcánica sobre rocas volcánicas (diabasas y basaltos) o sobre rocas metamórficas (metalimolitas, metadiabasas, metabasaltos). Los suelos son muy profundos a moderadamente profundos de texturas moderadamente gruesas, bien drenados, fuertemente ácidos, fertilidad moderada, altos en materia orgánica., texturas medias sobre finas, bien drenados, ligeramente ácidos, fertilidad alta, altos en materia orgánica, en alturas entre 2000 y 3000 m.s.n.m, en clima frío húmedo y muy húmedo, con temperaturas entre 12 y 18°C y precipitaciones de 1000 a 4000 mm anuales.

Considerando el perfil NR-18 el cual hace referencia a la Consociación Acrudoxic Hydric Hapludands, el tipo de relieve de estos terrenos es de loma dentro del paisaje de montaña, caracterizados por un terreno de ladera superior, se reconocen sedimentos litológicos provenientes de depósitos piroclásticos no consolidados sobre rocas volcánicas máficas, el relieve es fuertemente escarpando de disección moderada con pendientes que van del 25 al 50% de longitud muy larga y forma ondulada. en cuanto a las zonas de vida se ubica dentro del Bosque húmedo montano bajo y Koeppen lo clasifica como Templado húmedo de verano seco. M Aponte (1994) afirma que no se registran procesos erosivos en estos sectores y en cuanto a los fenómenos naturales de remoción en masa se identifican pocas terracetas y frecuentes deslizamientos; el drenaje de la unidad es interno y externo medio y natural bien drenado, su profundidad efectiva es muy profunda y finalmente en los horizontes diagnósticos de contempla epipedón úmbrico y endopedón cámbrico.

Los suelos presentan una secuencia de horizontes Ap, AB, Bw1, Bw2, Ab, Bwb; el horizonte Ap con un espesor de 20 cm, de color en húmedo negro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, fina, fuerte, muchos poros finos, mucha actividad de macroorganismos, muchas raíces muy finas y su pH fuertemente acido; el horizonte AB con un espesor de 20 a 48 cm, de color en húmedo pardo a pardo oscuro en 90% y negro en un 10%, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, fina y media, fuerte, frecuentes poros finos, frecuente actividad de macroorganismos, frecuentes raíces finas y su pH moderadamente acido, el horizonte Bw1 con un espesor de 48 a 58 cm de color en húmedo pardo oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, media y gruesa, fuerte, muchos poros finos, frecuente actividad de macroorganismos, pocas raíces finas y su pH moderadamente acido; el horizonte Bw2 con un espesor de 58 a 75 cm, de color en húmedo pardo oscuro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, muy gruesa, fuerte, muchos poros finos, frecuente actividad de macroorganismos, pocas raíces finas y su pH moderadamente acido; el horizonte Ab con un espesor de 75 a 105 cm, de color en húmedo negro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, fina y media, moderada, muchos poros finos, poca actividad de macroorganismos, pocas raíces finas y su pH moderadamente ácido y el horizonte Bwb con un espesor de 105 a 150 cm de color en húmedo pardo fuerte, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, fina y media, moderada, muchos poros finos, pocas raíces finas y su pH moderadamente acido.

La unidad cartográfica la integran en un 60% los suelos Acrudoxic Hydric Hapludands y en un 40% los suelos Typic Hapludands con fases por pendiente, delimitadas en las siguientes unidades:

Se encuentran las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

MLFa Fase Plana
MLFb Fase ligeramente inclinado
MLFc Moderadamente inclinado
MLFd Fuertemente inclinado
MLFe Ligeramente escarpado
MLFf Moderadamente escarpada
MLFg Fuertemente escarpado

2.2.10.8.8. Typic Hapludands, Acrudoxic Fulvudands, Humic Udivitrands, Misceláneo rocoso. Del orden de los Andisoles menos, son suelos ándicos que únicamente tienen propiedades ándicas en capas de 35 cm o más de espesor dentro de los 60 cm superficiales, constituyen los Haplocryands, Haplustands o Hapludands.

Se los identifica con los símbolos: **MLId, MLIe, MLIf, MLIg,** representan áreas de considerable extensión, localizadas en los municipios de, Colon Génova, La Unión, San Pedro de Cartago y San Lorenzo, destacándose la unidad MLIe, la cual se ubica en veredas de Loma de Ganado, Alto Villa Nueva, Helechal, y en menor proporción en las veredas de Palacio Centro y Bordo Alto, en el municipio de Colon Génova, en el municipio de La Unión esta unidad alcanza mayor extensión en la vereda de Buenos Aires, y en mínima proporción en la vereda La Jacoba, Pradera B y Charguayaco; finalmente en el municipio de San Lorenzo está presente en las veredas de San Francisco, El Recodo, La Rejoya, El Rosal, La Abrigada, Santa Cecilio y La Cabaña.

Estos suelos ocupan la posición de crestas ligera a moderadamente disectadas, de relieve fuertemente inclinado a fuertemente escarpado, con pendientes entre 12 y 25% y mayores del 75%, largas a muy largas, rectilíneas, desarrollados a partir de depósitos de cenizas volcánicas sobre rocas sedimentarias. Se caracterizan por ser bien drenados, profundos y muy profundos, de fertilidad moderada. En algunos sectores se presentan afloramientos rocosos.

El perfil NR-57 referido a la Consociación Typic Hapludands, se encuentra definido por un tipo de relieve de cresta monoclinal abrupta, el relieve es fuertemente escarpado de disección ligera con pendientes superiores al 75% de longitud muy larga de forma rectilínea; su formación ecológica es de Bosque húmedo montano bajo y Koeppen lo clasifica Templado húmedo de verano seco. No se presentan procesos erosivos según lo descrito por E Calbache 1994, el drenaje interno es medio, externo rápido y natural bien drenado, en cuanto a la profundidad efectiva de estos suelos esta es profunda, limitada por sus fuertes pendientes, en los horizontes diagnósticos se ha identificado epipedón úmbrico y endopedón cámbico.

La secuencia de horizontes en estos suelos es Ap, Bw1, Bw2 y C, el horizonte Ap de espesor de 0 a 30 cm, de color en húmedo negro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, muy fina, moderada, frecuentes poros finos, pocos gruesos, muchas raíces finas, vivas, pocas raíces medias, mucha actividad de macrorganismos y pH moderadamente acido; el horizonte Bw1 de espesor de 30 a 53 cm, de color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, muy fina, débil, pocos poros finos, frecuentes raíces finas, vivas, mucha actividad de macrorganismos y pH moderadamente acido; el horizonte Bw2 de espesor de 53 a 85 cm, de color en húmedo pardo amarillento, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, muy fina, débil, pocos poros finos, pocas raíces finas, vivas, mucha actividad de macrorganismos y pH moderadamente acido; y el horizonte C presenta de 85 a 100 cm de espesor, color en húmedo pardo fuerte, textura franco arenosa y pH moderadamente acido.

El perfil NA-70 referido a la Consociación Acrudoxic Fulvudands, la descripción se realiza para el municipio de San Lorenzo, en un paisaje de montaña, el relieve es fuertemente inclinado de disección moderada con pendientes que van de 12 a 25% de longitud larga de forma ondulada; su formación ecológica es de Bosque húmedo montano bajo y Koeppen lo clasifica Templado húmedo de verano seco. No se presentan procesos erosivos según lo descrito por L Mehú 1981, el drenaje interno es medio, externo rápido y natural bien drenado, en cuanto a la profundidad efectiva de estos suelos esta es muy profunda, en los horizontes diagnósticos se ha identificado epipedón úmbrico y sin endopedón.

La secuencia de horizontes en estos suelos es Ap, C y R, el horizonte Ap de espesor de 0 a 32 cm, de color en pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa gravillosa, con

tendencia a formar bloques, muchos poros finos, abundante piedra, cascajo y gravilla, mucha actividad de macrorganismos, abundantes raices y pH ligeramente acido; el horizonte C de espesor de 32 a 72 cm, de color en húmedo pardo amarillento, textura franco arenosa gravillosa, sin estructura, muchos poros, fragmentos rocosos de diferente tamaño desde la piedra hasta la gravilla poca actividad de macrorganismos, pocas raices y pH moderadamente acido.

La unidad cartográfica se encuentra conformada en un 50% por los suelos Typic Hapludands; en un 30% por los Acrudoxic Fulvudands, en un 10% por los suelos Humic Udivitrands y un 10% por misceláneo rocoso.

Se muestran las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

MLIa Fase Plana
MLIb Fase ligeramente inclinado
MLIc Moderadamente inclinado
MLId Fuertemente inclinado
MLIe Ligeramente escarpado
MLIf Moderadamente escarpada
MLIg Fuertemente escarpado

2.2.10.8.9. Consociación Acrudoxic Hapludands - Acrudoxic Hydric – Hapludands -Misceláneo rocoso. Estos suelos se encuentran en el Orden de los Andisoles en el subgrupo de Acrudoxic, cuando el contenido de bases intercambiables más aluminio intercambiable es inferior a 2 meq/100 g, en algún subhorizonte de más de 30 cm de espesor entre 25 y 100 cm de profundidad.

Se identifican con el símbolo **MQAe, MQAf**; en el departamento de Nariño y en una extensión considerable del departamento del Cauca en los municipios de Mercaderes y Florencia en donde predomina la unidad cartográfica MQAf, en el municipio de Mercaderes con una significativa área en las veredas de El Chambimbe, Alto de la Cañada, La Canoa, Arboleda, El Palmar y Tabloncito; mientras que en municipio de Florencia cubre la totalidad de las veredas Sombrerillo y Campamento.

En en departamento de Nariño estas unidades cartográficas se ubican en los municipios de San Pablo, Colon Génova, La Unión y San Lorenzo, donde predomina la unidad cartográfica MQAf, que en el municipio de San Pablo se localiza en las veredas de La Brisa, La Elvira, Playa Baja, Cantarrano, Playa Alto, Nueva Florida, Laderas, El Diamante, El Lindero, Los Llanos, Llanos Chiquitos, Campo Bello, El Alto, Y En Minima Proporcion Encontramos Esta Unidad En Las Veredas Chical Alto, Chical Bajo Yunguilla, Las Juntas, Derrumbes, Bateros, Laderas Bateros, Vega Quito, La Cañada; en el municipio de Colon Génova encontramos esta unidad en poca extensión de las veredas de Villa Nueva, Loma de Ganado, El Llano, Loma de Ortiz, Buesaco, Alto Villa Nueva y en pocos territorios de las veredas de Helechal y Bella Vista; en cuanto al municipio de la Unión se ubica en veredas de Santander, Boquerón, Contadero, la Cumbre, El Peligro, Ojo de Agua, La Caldera, El Cerrito, Llano Grande, Los Olivos y Quirós bajo, en veredas como Sauce, Alpujarra, Los Reyes y El salado se encentra esta unidad en bajo porcentaje territorial y en el municipio de San Lorenzo cubre pequeñas superficies en veredas de Valparaiso Bajo, San Vicente, San Clemente, Santa Helena, Los Cristales y con mínima presencia en las veredas de El Chepe y San Isidro.

Estos suelos ocupan la posición de ladera de las filas y vigas, dentro del paisaje de montaña de origen eólico volcánico, el relieve se caracteriza por ser quebrado, escarpado a muy escarpado, con pendientes mayores del 25, 50% y superiores a 75%, largas a muy largas, rectilíneas; afectados por movimientos en masa, principalmente derrumbes, reptaciones y solifluxión, presentes todos ellos en los lugares.

Corresponden a suelos superficiales limitados por fragmentos de roca, son excesivamente drenados, de baja retención de humedad y grupo textural francoso grueso con gravilla, guijarro y cascajo; desarrollados a partir de mantos de ceniza volcánica, que yacen sobre rocas metamórficas, esquistos y metalimolitas ó sobre rocas ígneas, diabasas y basaltos. Se caracterizan por ser superficiales de texturas moderadamente gruesas, excesivamente drenados y bien drenados, muy fuertemente ácidos, fertilidad baja, alta saturación de aluminio, altos en materia orgánica, muy profundos de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, limitados por fragmentos de roca.

El perfil NR-26 referido a la Consociación Acrudoxic Hapludands, se encuentra definido por un tipo de relieve de filas y vigas dentro del paisaje de montaña, el relieve que caracteriza a estos

terrenos es fuertemente escarpado de disección moderada con un gradiente superior al 75% de longitud muy larga de forma rectilínea; Holdridge cataloga a estos territorios dentro del Bosque muy húmedo premontano y Koeppen lo clasifica como Tropical lluvioso de selva. No se presentan procesos erosivos según lo descrito por M Aponte, identificando afloramientos rocosos esporádicos, el drenaje interno es medio, externo rápido y natural excesivamente drenado, en cuanto a la profundidad efectiva de estos suelos esta es superficial, limitada por fragmentos de roca mayores de 60% por volumen, en los horizontes diagnósticos se ha identificado epipedón úmbrico y sin endopedón.

La secuencia de horizontes en estos suelos es Oe, A y C, el horizonte Oe de espesor de 3 cm, presenta una capa de hojarasca y raíces finas de color en húmedo pardo rojizo oscuro, en estado intermedio de descomposición; el horizonte A con un espesor de 35 cm, de color en húmedo pardo oliva, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, fina y media, moderada, presencia de gravilla, cascajo y guijarro de forma plana en volumen del 35%, sin alteración, de naturaleza metamórfica, frecuentes poros muy finos, discontinuos frecuente actividad de macroorganismos, frecuentes raíces finas, vivas, con distribución normal y su pH muy fuertemente ácido y el horizonte C con un espesor de 35 a 100 cm de color en húmedo pardo amarillento, textura franco arenosa, sin estructura, pocos poros muy finos, discontinuos, no hay actividad de macroorganismos, pocas raíces muy finas muertas y su pH muy fuertemente acido.

El perfil NR-32 referido a la Consociación Acrudoxic Hydric – Hapludands, se encuentra definido por un tipo de relieve de filas y vigas dentro del paisaje de montaña, el relieve que caracteriza a estos terrenos es moderadamente escarpado de disección moderada con un gradiente de 50 a 75% de longitud muy larga de forma convexa; Holdridge cataloga a estos territorios dentro del Bosque muy húmedo premontano y Koeppen lo clasifica como Tropical lluvioso de selva. No se presentan procesos erosivos según lo descrito por M Aponte, identificando afloramientos rocosos esporádicos, el drenaje interno es medio, externo rápido y natural bien drenado, su profundidad efectiva es muy profunda, en los horizontes diagnósticos se ha identificado epipedón úmbrico y endopedón cámbico.

La secuencia de horizontes en estos suelos es Ap, Bw1 y Bw2 el horizonte Ap de espesor de 0 a 28 cm, de color en húmedo negro, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares, fina, fuerte, frecuentes poros muy finos continuos, muchas raíces, finas vivas con distribución

normal, mucha actividad de macrorganismos, y pH fuertemente acido; horizonte Bw1 con un espesor de 28 a 70 cm, de color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura arenosa franca, estructura en bloques subangulares, media, débil, frecuentes poros finos, frecuente actividad de macroorganismos, frecuentes raíces finas, pocas muy finas, vivas, y su pH moderadamente ácido y el horizonte Bw2 con un espesor de 75 a 150 cm de color en húmedo pardo fuerte, textura arenosa franca, estructura bloques subangulares, fina, fuerte, muchos poros muy finos, pocos poros finos, no hay actividad de macroorganismos, pocas raíces muy finas vivas y su pH muy moderadamente acido.

La unidad cartográfica está conformada en un 60% por los suelos Acrudoxic Hapludands; en un 30% por los suelos Acrudoxic Hydric Hapludands y un 10% por misceláneo rocoso

Se encuentran las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

MQAa Fase Plana
MQAb Fase ligeramente inclinado
MQAc Moderadamente inclinado
MQAd Fuertemente inclinado
MQAe Ligeramente escarpado
MQAf Moderadamente escarpada
MQAg Fuertemente escarpado

2.2.10.8.10. Consociación Entic Hapludolls - Typic Hapludolls - Lithic Hapludolls - Humic Dystrudepts. Del Orden de los Molisoles, los cuales son suelos minerales con un desarrollo genético moderado. Otras características en estos suelos son las abundantes bases intercambiables en todo el perfil, la alta fertilidad tanto potencial como actual, la acidez que oscila desde ligera a moderada basicidad y la alta humificación. Los suelos de este Orden se les encuentran en sectores de los climas fríos y medio húmedos, muy húmedos y secos y cálido seco. A nivel de Suborden los Entic no presentan un horizonte cámbrico y en ninguna parte del epipedón mólico, por debajo de 25 cm desde la superficie del suelo mineral, cumple para un horizonte cámbrico, excepto por color

Representada con los símbolos **MQBf, MQBg2**, esta unidad ocupa la posición geomorfológica de filas y vigas con disección moderada a fuerte dentro del paisaje de montaña y su modelado de relieve estructural; representan áreas de moderada extensión, localizadas en el municipio de La Unión en las veredas de La Jacoba, El Diviso, Charguarurco, Pradera A, Pradera B, Buenos Aires, Llano grande, también se localiza en una mínima extensión en las veredas de La Playa, Quirós Alto, Villa María, La Betulia y Peña Blanca.

El relieve varía de escarpado a fuertemente escarpado, con pendientes de 50%, y mayores de 75%, largas y muy largas, rectilíneas. En sitios muy localizados se presentan fenómenos de remoción en masa como deslizamientos, desprendimientos y derrumbes; algunas unidades se presentan moderadamente afectadas por procesos erosivos. Las diabasas, basaltos o esquistos han dado origen principalmente a suelos moderadamente profundos, limitados por fragmentos de roca y superficiales, limitados por contacto lítico, de texturas moderadamente finas y finas, gravillosas y cascajosas, bien drenados de grupo textural francoso fino con gravilla., ligeramente ácidos, fertilidad alta, altos en materia orgánica, neutros, en alturas comprendidas entre los 1200 y 2000 metros sobre el nivel del mar, en clima medio húmedo con temperaturas entre 18 y 24°C y precipitaciones de 1000 a 2000 mm anuales.

De acuerdo al perfil NS-01 concerniente a la consociación Entic Hapludolls y en particular a la unidad cartográfica MQBf, estos terrenos están representados por un tipo de relieve de filas y vigas dentro de un paisaje de montaña en el cual la forma del terreno es de ladera inferior; la litología de estos suelos se caracteriza por la presencia de rocas ígneas máficas, su relieve es moderadamente escarpado de disección moderada con pendientes que van desde 50 y 75%, de longitud larga de forma rectilínea; en la clasificación que realiza Koeppen lo ubica como clima Tropical lluviosa de bosque y dentro de la clasificación de las zonas de vida está identificado como Bosque húmedo premontano. En la descripción realizada por L Burgos estos territorios no presentan fases erosivas, el drenaje interno es medio, externo rápido y natural bien drenado, la profundidad efectiva es moderadamente profunda, limitada por fragmentos de roca mayor de 60% por volumen, en cuanto a los horizontes diagnósticos se identifica epipedón mólico y sin endopedón.

Presenta una secuencia de horizontes Ap, AC y C; el horizonte Ap con un espesor de 18 cm de color pardo muy oscuro, textura franco arenosa con 5% de gravilla, estructura granular, fina y

media, fuerte, pocos poros finos, escasa actividad de macroorganismos, abundantes raíces y su pH ligeramente acido; el horizonte AC con un espesor de 18 a 70 cm, de color pardo fuerte mezclado con pardo rojizo y pardo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa con 38% de gravilla, estructura en bloques subangulares, media, moderada, pocos poros finos, pocas raíces finas y su pH neutro y el horizonte C de color pardo amarillento, con manchas litocrómicas de color pardo muy oscuro, textura arcillosa con 90% de cascajo, sin estructura.

Integran la unidad en un 70% los suelos Entic Hapludolls y como inclusiones en un 10% los suelos Lithic Hapludolls; en 10% los suelos Typic Hapludolls y 10% por los suelos Humic Dystrudepts.

La consociación presenta las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

MQBa Fase Plana
MQBb Fase ligeramente inclinado
MQBc Moderadamente inclinado
MQBd Fuertemente inclinado
MQBe Ligeramente escarpado
MQBf Moderadamente escarpada
MQBg Fuertemente escarpado

2.2.10.8.11. Complejo Entic Hapludolls - Dystric Eutrudepts - Typic Hapludolls - Lithic Hapludolls – Misceláneo rocoso. Estos suelos del Orden de los Molisoles, Los cambios en relación con el concepto central del Gran Grupo (Subgrupo típico) son: Lithic, para los que tienen un contacto lítico dentro de los 50 cm de la superficie del suelo; Entic, para los que no presentan un horizonte cámbrico y en ninguna parte del epipedón mólico, por debajo de 25 cm desde la superficie del suelo mineral, cumple para un horizonte cámbrico, excepto por color.

Se representan con los símbolos **MQHd, MQHe, MQHf, MQHg**. Esta unidad geográficamente se localiza en los departamentos de Nariño y Cauca cubriendo en este último una muy pequeña extensión en la vereda de Penjamo y en un porcentaje menor en la vereda La Canoa.

En el departamento de Nariño estas unidades se ubican en el extremo nor-oriental del departamento en los municipios de La Unión y en menor medida en el municipio de San Lorenzo,

prevaleciendo la unidad cartográfica MQHd, en San Lorenzo se ubica en las veredas de San Vicente, Madroñero, El Carmen y cubriendo poco territorio de las veredas de La Abrigada, Valparaíso Alto y Valparaíso Bajo, dentro del municipio de La Unión se encuentra en las veredas de Charguarurco, La Castilla, Pradera B, Palo Verde, El Salado, Betulia, El Guabo La Fragua, Peña Blanca y en una minima extensión en las veredas de Chical Bajo, Sauce, La Playa y la Caldera.

Geomorfológicamente pertenecen al tipo de relieve de crestas monoclinales abruptas, el modelado de relieve es estructural y en algunos sectores se registran afloramientos rocosos. El relieve va desde fuertemente inclinado, ligeramente escarpado, moderadamente escarpado a fuertemente escarpado, con pendientes entre 12, 25, 50% y mayores del 75%, medias y largas, rectilíneas y complejas. Los suelos se han originado de areniscas y limolitas. Se caracterizan por ser superficiales a moderadamente profundos, actuando como factores limitantes de la profundidad el material saprolítico o el contacto lítico, de texturas moderadamente gruesas gravillosas, de grupo textural francoso grueso y francoso fino, excesivamente drenados, ligeramente ácidos, fertilidad alta, altos en materia orgánica, bien drenados, fuertemente ácidos.

Tomando como referente el perfil NA-77 que hace referencia a la consociación Entic Hapludolls, estos terrenos hacen parte del paisaje de montaña con un tipo de relieve de crestas monoclinal abruptas, la forma de terreno se caracteriza por ser de ladera estructural; en cuanto a la litología son suelos derivados de rocas sedimentarias clásticas arenosas y limo arcillosas, el relieve se caracteriza por ser ligeramente escarpado de disección moderada con pendientes que van desde 25 a 50% de longitud muy larga y forma rectilínea; L Mehu (1981) en la descripción realizada asevera que en estos terrenos no se presentan procesos erosivos y el drenaje interno es medio, externo rápido y natural excesivamente drenado, la profundidad efectiva es superficial, limitada por material saprolítico, con referencia a los horizontes diagnósticos se aprecia la presencia de epipedón mólico y sin presencia de endopedón.

Estos suelos presentan una secuencia de horizontes Ap y Cr, el horizonte Ap con un espesor de 30 cm de color en húmedo pardo grisáceo oscuro, textura franco arenosa, poco gravillosa, estructura en bloques subangulares, fina y media, moderada, muchos poros, frecuente actividad de macroorganismos, pH ligeramente ácido y el horizonte Cr con un espesor de 30 a 180 cm, de color pardo amarillento en mezcla con pardo grisáceo oscuro y manchas contrastadas de color

gris claro rojo amarillento posiblemente de oxidación de hierro,, textura franco arenosa, gravillosa, sin estructura, pH ligeramente acido.

Entre tanto que el perfil NA-82 que hace referencia a la consociación Dystric Eutrudepts, la cual hace una descripción de los suelos en el municipio de La Unión, con un paisaje de montaña con un tipo de relieve de crestas monoclinal abruptas, la forma de terreno se caracteriza por ser escarpado; el relieve se caracteriza por ser moderadamente escarpado de disección moderada con pendientes que van desde 50 a 75% de longitud media de forma compleja; L Mehu (1981) en la descripción realizada asevera que en estos terrenos no se presentan procesos erosivos y el drenaje interno es medio, externo rápido y natural bien drenado, la profundidad efectiva es moderadamente profunda, limitada por material saprolítico, con referencia a los horizontes diagnósticos se aprecia la presencia de epipedón mólico y endopedón cámbico.

Estos suelos presentan una secuencia de horizontes Ap, Bw1 y Cr, el horizonte Ap con un espesor de 0 a 25 cm de color en húmedo pardo rojizo, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, fina y media, fuerte, frecuentes poros, frecuente actividad de macroorganismos, pH fuertemente ácido y el horizonte Bw1 con un espesor de 25 a 53 cm, de color en húmedo gris rojizo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloque subangulares y angulares gruesa y media fuerte, pocas raices, pH fuertemente acido y el horizonte Cr de 53 a 150 cm de espesor de color en húmedo rojo sucio con manchas poco contrastadas de color pardo amarillento que trasmite la roca alterada, de textura franca, y pH moderadamente acido.

La unidad la integran en un 35% los suelos Entic Hapludolls; en un 35% los suelos Dystric Eutrudepts; en un 15% los Typic Hapludolls; en un 10% los Lithic Hapludolls y un 5% por misceláneo rocoso. Presentan fases por pendientes delimitadas en las siguientes

Se encuentran las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

MQHa Fase Plana
MQHb Fase ligeramente inclinado
MQHc Moderadamente inclinado
MQHd Fuertemente inclinado

MQHe Ligeramente escarpado
MQHf Moderadamente escarpada
MQHg Fuertemente escarpado

2.2.10.8.12. Grupo Indiferenciado Entic Haplustolls, Typic Ustorthents, Misceláneo Rocoso y Lithic Haplustepts, escarpados, erosionados. Entic Haplustolls del Orden de los Andisoles, los suelos Ustorthents están clasificados en el orden de los Entisoles y los Haplustepts se incluyen en el Orden de los Inseptisoles.

Se identifican por los símbolos **MRAf2, MRAg2**. Son áreas de gran extensión, en la Cuenca del Rio Mayo, se encuentran ubicadas en los departamentos de Nariño y Cauca. En el departamento del Cauca representan áreas de poca extensión que se encuentran en el municipio de Mercaderes donde predomina la unidad cartográfica MRAg2 situada principalmente en las veredas de Alto del Mayo, El Chambimbe y en muy bajo porcentaje en la vereda de Pénjamo.

En el departamento de Nariño localizadas principalmente en los municipios de Taminango, San Lorenzo, La Unión y en algunos sectores de los municipios de Colon Génova, San Pablo, San Pedro de Cartago, Belén y La Cruz; con mayor predominancia de la unidad cartográfica MRAg2, que en el municipio de la Unión alcanza un mayor cubrimiento identificándose en las veredas de Llano Grande, Quiroz Bajo, Quiroz Alto, Palo Verde, La Playa, El Salado, La Cumbre, Reyes, Alpujarra, La Caldera El Cerrito, Juan Solarte Obando, Contadero, Sauce, Sauce B, Chical Bajo, en las veredas de Alto Villa Nueva, Ojo de Agua, El Peligro, Los Cusillos, Santander, Charguarurco, La Jacoba, entre tanto encontramos esta unidad cartográfica en menor porcentaje; en el municipio de San Lorenzo se encuentra en las veredas de San Vicente, San Clemente, Santa Helena, San_Isidro, San Antonio, El Vergel, cubre pequeñas superficies en las veredas de El Carmen, Santa Cecilia, San Gerardo, y Salinas; en cuanto al municipio de Taminango la unidad está presente en escasas veredas como Bella Vista, Taminanguito, El Arado, La Cocha, El Salado, Palo Bobo, El Pantano, Charguayaco, Algodonal y El Páramo; en el municipio de Colon Génova también hace presencia en algunas veredas como Los Molinos, San Carlos, El Guabo, Palacio Alto, La Cuesta Cimarronas, Palacio Centro, El Placer, Las Lajas, Palacio Bajo, La Plata y en una muy baja extensión en las veredas de Helechal, Alto Villa Nueva, Loma de Ortiz, Loma de Ganado, El Llanto, Bordo Bajo y Buesaco. En el municipio de San Pablo esta unidad es dispersa en muy escasas superficies de las veredas de Las Juntas, Chical Bajo, Derrumbes, La

Elvira, Playa Baja, Yunguilla, Cantarrano, Playa Alto, Nueva Florida, El Alto, El Diamante, El Lindero, La Chorrera, Campo Bello, Bateros, Los Llanos, La Cañada y Vega Quito; en San pedro de Cartago y Belén solo hace presencia en una vereda La Chorrera y La Esperanza respectivamente.

Se encuentran dentro del paisaje de montaña de filas y vigas moderada a fuertemente disectadas con modelado de relieve de tipo estructural, con frecuentes afloramientos rocosos y unidades afectadas por procesos erosivos en grado moderado. Las rocas metamórficas (metalimolitas, metadiabasas y esquistos) o las rocas ígneas (diabasas y basaltos) han originado suelos muy superficiales y superficiales, limitados por fragmentos de roca, material saprolítico y contacto lítico con texturas moderadamente finas gravillosas y guijarrosas de grupo textural francoso fino y francoso grueso, con o sin gravilla, excesivamente drenados, ligeramente ácidos, fertilidad moderada, altos en materia orgánica., texturas medias, bien drenados, neutros.

El relieve es moderadamente escarpado a fuertemente escarpado, con pendientes mayores del 50 y mayores de 75%, largas, rectilíneas. Con alturas comprendidas entre los 1000 y 2000 metros sobre el nivel del mar, en clima medio seco, con precipitaciones entre 500 y 1000 mm anuales y temperaturas de 18 a 24°C.

El perfil NR-14 el cual hace un relato puntual de la consociación Entic Haplustolls, se describe que estos terrenos pertenecen al paisaje de montaña con un tipo de relieve de filas y vigas de ladera media, el relieve se caracteriza por ser fuertemente escarpado de disección moderada y pendientes mayores del 75% de longitud larga y forma rectilínea. En la clasificación realizada por Koeppen se ubica dentro del clima Tropical lluvioso de sabana y de acuerdo con las zonas de vida, Holdridge lo enmarca como Bosque seco premontano. Los niveles de erosión de los suelos son de tipo laminar y de surcos de grado moderado, los drenajes interno medio externo muy rápido y natural excesivamente drenado, su profundidad efectiva es superficial, limitada por fragmentos de roca mayor de 60% por volumen, en los horizontes diagnósticos se identifican epipedón mólico y sin endopedón.

Los suelos presentan una secuencia de horizontes A, AC y Cr, el horizonte A con un espesor de 35 cm de color en húmedo pardo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, media, fuerte, frecuentes poros finos, frecuente actividad de macroorganismos,

frecuentes raíces finas y su pH ligeramente acido; el horizonte AC con un espesor de 35 a 50 cm de color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloques subangulares, fina y media, moderada, frecuentes poros finos, poca actividad de macroorganismos, pocas raíces finas y su pH neutro; el horizonte Cr con un espesor de 50 a 80 cm, de color en húmedo pardo amarillento oscuro, textura franco arcillosa, sin estructura, pocos poros finos, pH neutro.

Por su parte el perfil NR-34 hace referencia a la consociación Typic Ustorthents, describiendo suelos del municipio de La Unión, que pertenecen al paisaje de montaña con un tipo de relieve de filas y vigas de ladera media, el relieve se caracteriza por ser moderadamente escarpado de disección moderada y pendientes 50 a 75% de longitud muy larga y forma rectilínea. Koeppen clasifica estos terrenos como Tropical lluvioso de sabana y de acuerdo a las zonas de vida, Holdridge lo enmarca como Bosque seco premontano. Los niveles de erosión de los suelos son de tipo laminar y de surcos de grado moderado, los drenajes interno medio externo rápido y natural bien drenado, su profundidad efectiva es muy superficial, limitada por material saprolitico, en los horizontes diagnósticos se identifican epipedón ócrico y sin endopedón.

Los suelos presentan una secuencia de horizontes A, y Cr, el horizonte A con un espesor de 0 a 15 cm de color en seco pardo amarillento, en húmedo pardo oscuro, textura franca, estructura en bloques subangulares, fina, fuerte, frecuentes poros muy finos, mucha actividad de macroorganismos, frecuentes raíces muy finas muertas y su pH neutro; el horizonte Cr con un espesor de 15 a 90 cm de color en húmedo pardo amarillento, pocas raíces muy finas vivas y muertas distribuidas anormalmente localizadas en grietas.

La unidad se encuentra integrada en un 40% por los suelos Entic Haplustolls; en un 30% por los Typic Ustorthents; otro 20% por misceláneo rocoso y un 10% por los Lithic Haplustepts
Se encuentran las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

MRAa Fase Plana
MRAb Fase ligeramente inclinado
MRAc Moderadamente inclinado
MRAd Fuertemente inclinado
MRAe Ligeramente escarpado
MRAf Moderadamente escarpada
MRAg Fuertemente escarpado

2.2.10.8.13. Consociación Typic Haplustolls, Entic Haplustolls. Pertenecientes al grupo de los Andisoles, son suelos los que tienen epipedón mólico solo o con la presencia de un cámbico, el subgrupo Entic, para los que no presentan un horizonte cámbico y en ninguna parte del epipedón mólico, por debajo de 25 cm desde la superficie del suelo mineral, cumple para un horizonte cámbico, excepto por color.

Los identificamos con los símbolos **MRBd2, MRBe2** cubren una pequeña extensión en el municipio de San Lorenzo, en las veredas de Los Cristales, Mosqueral, Santa Helena, Las Vegas y en un mínimo porcentaje en la vereda de Villa Vista.

El relieve es fuertemente inclinado, con pendientes entre 12 y 25%, largas y muy largas, rectilíneas. Corresponden al tipo de relieve de lomas, moderada a muy disectadas, donde se presentan procesos erosivos en grado moderado. Las areniscas, limolitas y metalimolitas, han originado suelos moderadamente profundos y superficiales, limitados por capa cálcica y material compactado, bien drenados, de grupo textural francoso fino, con gravilla y arcilloso fino también con gravilla, en ocasiones con fragmentos rocosos. en alturas comprendidas entre los 1200 y 1600 metros sobre el nivel del mar, en clima medio seco, con temperaturas de 18 a 22°C y precipitaciones de 500 a 700 mm anuales.

El perfil NA-36, referido la consociación Typic Haplustolls, señala que estos terrenos pertenecen al paisaje de montaña con un tipo de relieve de loma de ladera media, el relieve se caracteriza por ser ligeramente escarpado muy disectado con pendientes que van de 25 a 50% de longitud muy larga y forma rectilínea. En la clasificación realizada por Koeppen se ubica dentro del clima Tropical lluvioso de sabana y de acuerdo a las zonas de vida, Holdridge lo enmarca como Bosque seco premontano. Los niveles de erosión de los suelos son de tipo laminar y de surcos de grado moderado, los drenajes interno medio externo rápido y natural bien drenado, su profundidad efectiva moderadamente profunda limitada por capa cácica, en los horizontes diagnósticos se identifican epipedón mólico y endopedón cámbico.

Los suelos presentan una secuencia de horizontes Ap, Bw, Ck1 y Ck2; el horizonte Ap con un espesor de 0 a 19 cm de color en húmedo pardo a pardo oscuro y con manchas blancas, textura franco arcillo gravillosa, estructura en bloques subangulares, fina, fuerte, muchos poros finos, escasos carbonatos frecuente actividad de macroorganismos, abundantes raíces pH ligeramente

alcalino; el horizonte Bw con un espesor de 19 a 40 cm de color en húmedo pardo amarillento con mancha blancas, textura franca gravillosa, estructura en bloques subangulares, fina y fuerte, muchos poros finos, abundante carbonato de calcio, frecuente actividad de macroorganismos, abundantes raíces y su pH moderadamente alcalino; el horizonte Ck1 con un espesor de 40 a 79 cm, de color en húmedo pardo amarillento con manchas blancas, textura franco gravillosa, con tendencia a formar bloques, pocos poros finos, abundantes carbonatos, poca actividad de macrorganismos y pH moderadamente alcalino; finalmente el horizonte Ck2 con espesor de 79 a 90 cm de color en húmedo pardo amarillento con manchas blancas, textura franco gravillosa, sin estructura, pocos poros finos, abundantes carbonatos, no hay actividad de macrorganismos, y pH fuertemente alcalino

El perfil NA-29, referido la consociación Entic Haplustolls, señala que estos terrenos pertenecen al paisaje de montaña con un tipo de relieve de loma de cima, el relieve se caracteriza por ser fuertemente inclinado de disección moderada con pendientes que van de 12 a 25% de longitud larga y forma ondulada. En la clasificación realizada por Koeppen se ubica dentro del clima Tropical lluvioso de sabana y de acuerdo con las zonas de vida, Holdridge lo enmarca como Bosque seco premontano. Los niveles de erosión de los suelos son de tipo laminar y de surcos de grado moderado, los drenajes interno lento externo medio y natural bien drenado, su profundidad efectiva superficial limitada por material compacto, en los horizontes diagnósticos se identifican epipedón mólico y sin endopedón.

Los suelos presentan una secuencia de horizontes Ap, y Ck; el horizonte Ap con un espesor de 0 a 35 cm, de color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillosa, estructura prismática gruesa, fuerte, pocos poros finos, frecuente actividad de macroorganismos, frecuentes raíces y pH ligeramente alcalino; el horizonte Ck con un espesor de 35 a 120 cm, de color en húmedo pardo amarillento oscuro y blanco litocrómico del carbonato, textura arcillosa, estructura de roca, no hay actividad de macroorganismos, no hay raíces y su pH moderadamente acido.

Esta unidad la integran en un 70% los suelos Typic Haplustolls y en un 30% los suelos Entic Haplustolls

Para esta consociación se presentan las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

MRBa Fase Plana
MRBb Fase ligeramente inclinado
MRBc Moderadamente inclinado
MRBd Fuertemente inclinado
MRBe Ligeramente escarpado
MRBf Moderadamente escarpada
MRBg Fuertemente escarpado

2.2.10.8.14. Consociación Typic Haplustolls, Lithic Haplustolls, Misceláneo rocoso. Estos suelos del orden de los Andisoles son suelos minerales de evolución media, desarrollados a partir de materiales piroclásticos (cenizas, pómez, lapilli, lava) y que tienen propiedades ándicas. Son Lithic para los que tienen un contacto lítico dentro de los 50 cm de la superficie del suelo.

Identificados por el símbolo **MWBd2 y MWBf2**, localizadas en los departamentos de Nariño y Cauca. En el Cauca ocupan una considerable extensión en el municipio de Mercaderes donde predomina la unidad cartográfica MWBd2 ubicada en mayor proporción en la vereda Alto Mayo y en un bajo porcentaje en las veredas de Pénjamo y El Chambimbe.

En el departamento de Nariño se ubican en el municipio de Taminango y en escasas zonas del municipio de San Lorenzo, se observa una predominancia de la unidad cartográfica MWBd2, en el municipio de Taminango cubre importantes superficies de las veredas de Palobobo, El Pantano, Charguayaco, Algodonal y Corneta; mientras que en el municipio de San Lorenzo cubre pequeñas zonas de las veredas Las Vegas, Mosqueral y Bella Vista Vegas.

Son zonas de relieve fuertemente inclinado a moderadamente escarpado, con pendientes de 12 a 75%, largas, rectilíneas. Corresponden al tipo de relieve de crestas fuertemente disectadas; donde se presentan procesos erosivos en grado moderado. Las rocas sedimentarias limolitas y areniscas han originado suelos moderadamente profundos y muy superficiales, limitados por capa cálcica o por la roca, son bien a excesivamente drenados, de grupo textural francoso fino, con o sin gravilla, en alturas entre 700 y 1000 metros sobre el nivel del mar, en clima cálido seco, con temperaturas mayores de 24°C y precipitaciones de 1000 a 2000 mm anuales.

El perfil NA-144, referido la consociación Typic Haplustolls, suelos pertenecientes al paisaje de montaña con un tipo de relieve de cresta monoclinal abrupta, el relieve se caracteriza por ser moderadamente escarpado muy disectado con pendientes que van de 50 a 75% de longitud larga y forma rectilinea. En la clasificación realizada por Koeppen se ubica dentro del clima Tropical lluvioso de sabana y de acuerdo con las zonas de vida, Holdridge lo enmarca como Bosque seco tropical. presenta erosión de tipo laminar y de surcos de grado moderado, los drenajes interno medio externo rápido y natural bien drenado, su profundidad efectiva moderadamente profunda limitada por capa cálcica, en los horizontes diagnósticos se identifican epipedón mólico y endopedón cámbico.

Los suelos presentan una secuencia de horizontes Ap, A2, Bw, Bk y R; el horizonte Ap con un espesor de 0 a 15 cm, de color en húmedo negro, textura franco arcillosa, estructura bloques subangulares, media débil, muchos poros finos, mucha actividad de macroorganismos, abundantes raíces y pH ligeramente alcalino; el horizonte A2 con un espesor de 15 a 35 cm, de color en húmedo pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura bloques subangulares, gruesa, débil, muchos poros finos, mucha actividad de macroorganismos, abundantes raíces y su pH moderadamente alcalino; el horizonte Bw con un espesor de 35 a 70 cm, de color en húmedo pardo amarillento, textura franca, estructura bloques subangulares, media y gruesa, moderada, pocos poros finos, poca actividad de macroorganismos, frecuentes raíces y su pH ligeramente alcalino; el horizonte Bk con un espesor de 70 a 120 cm, de color en húmedo pardo muy palido con manchas de color gris claro, textura franco limosa con regular contenido de gravilla, sin estructura, no hay actividad de macroorganismos, no hay raíces y su pH moderadamente alcalino y el horizonte R con un espesor de 120 – X cm, presenta limolita de color verde gris.

El perfil NC-14, referido la consociación Lithic Haplustolls, con un tipo de relieve filas y vigas, relieve fuertemente escarpado de diseccion moderada con pendientes mayores de 75% de longitud larga y forma rectilínea. según Koeppen se clasifica como clima Tropical lluvioso de sabana y Holdridge lo enmarca como Bosque seco tropical, la erosión en estas zonas de tipo laminar y de surcos de grado moderado, los drenajes interno rápido externo rápido y natural excesivamente drenado, su profundidad efectiva muy superficial limitada por contacto lítico, en los horizontes diagnósticos se identifican epipedón mólico y sin endopedón.

Los suelos presentan una secuencia de horizontes Ap, y R; el horizonte Ap con un espesor de 0 a 24 cm, de color en húmedo negro, textura francoarcillosa, estructura bloques subangulares, media y gruesa, moderada, muchos poros finos, mucha actividad de macroorganismos, abundantes raíces finas y pH ligeramente acido; y el horizonte R con un espesor de 24 a 50X cm, con presencia de roca (metadiabasa).

La unidad cartográfica está conformada en un 75% por los suelos Typic Haplustolls, un 15% por los suelos Lithic Haplustolls y en un 10% por misceláneo rocoso.
Se encuentran las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

MWBa Fase Plana
MWBb Fase ligeramente inclinado
MWBc Moderadamente inclinado
MWBd Fuertemente inclinado
MWBe Ligeramente escarpado
MWBf Moderadamente escarpada
MWBg Fuertemente escarpado

2.2.10.8.15. Complejo Entic Durustolls - Fluventic Haplustolls - Typic Ustorthents. Estos suelos del orden de los Andisoles son suelos en los cuales la presencia de capa sementada repercute en la génesis y utilización del suelo, ya que afecta el movimiento del agua y la penetración de las raíces (Entic Durustolls). Considerados de moderada evolución, es decir, que ha transcurrido un tiempo prudencial en equilibrio con el medio natural, e indica que se desarrollaron en condiciones ambientales más húmedas que las actuales.

Identificados por el símbolo PWA, localizada en el departamento del Cauca en el municipio de Mercaderes en la vereda de Pénjamo, esta unidad cubre una pequeña área de este territorio. Hace parte de los abanicos ligera a moderadamente disectados, en clima cálido seco, con alturas entre los 400 y 700 metros sobre el nivel del mar, temperaturas mayores de 24°C y precipitaciones entre 1000 y 2000 mm anuales.

La unidad se presenta en relieves planos, ligeramente inclinada a ligeramente escarpado, con pendientes entre 3 y 50%, medias a largas, planas y onduladas; en algunos sectores se presenta abundante piedra, gravilla y cascajo en la superficie.

Los depósitos clásticos, coluviones finos y heterométricos, han originado suelos superficiales y moderadamente profundos, limitados por la presencia de capas cementadas o por fragmentos de roca; son bien drenados, de grupo textural francoso fino muy gravilloso, cascajoso y pedregoso y fertilidad alta.

El perfil NC-07, referido la consociación Fluventic Haplustolls, suelos pertenecientes a la parte distal del abanico Son suelos superficiales, limitados por una capa cementada, bien drenados, grupo textural francoso fino gravilloso en superficie y arcilloso fino gravilloso en profundidad, desarrollados a partir de depósitos coluviales finos.

Los suelos presentan una secuencia de horizontes de tipo A-B-C. El horizonte superficial Ap es de 18 cm de espesor, color pardo muy oscuro, textura franca gravillosa y estructura en bloques subangulares, media, moderada. El horizonte Bw, de alteración, de colores pardo grisáceo muy oscuro y gris muy oscuro, texturas franco limosa gravillosa y arcillosa gravillosa y estructura en bloques subangulares, media, moderada y gruesa, fuerte. El horizonte C tiene color pardo a pardo oscuro, con manchas litocrómicas pardo amarillentas y negras, textura arcillo arenosa muy gravillosa y sin estructura; este horizonte yace sobre un Cr, constituido por cascajo y gravilla en estado medio de meteorización. Son suelos ligeramente ácidos en superficie y neutros a ligeramente alcalinos en profundidad, de mediana capacidad catiónica de cambio, alta saturación de bases, altos contenidos de calcio y magnesio, medios y bajos en potasio, medianos en carbono orgánico, bajos en fósforo y fertilidad alta.

Entre tanto el perfil NC-47), donde se describen los suelos Typic Ustorthents, presentes en la parte media del abanico; son moderadamente profundos, limitados por fragmentos de roca, bien drenados, de grupo textural francoso fino gravilloso, cascajoso y pedregoso; se han desarrollado sobre depósitos coluviales heterométricos.

Son suelos policíclicos con perfiles tipo A/B/A/C. El horizonte superficial Ap, tiene 20 cm de espesor, color pardo muy oscuro, textura francoarcillosa y estructura granular fina, débil. El

horizonte Bw de alteración, color gris muy oscuro, textura francoarcillosa gravillosa y cascajosa; descansa sobre un horizonte Ab sepultado, color pardo muy oscuro, textura francoarcillosa gravillosa, cascajosa y pedregosa. El horizonte C, de color mezclado pardo amarillento y pardo grisáceo muy oscuro, textura francoarcillosa gravillosa y pedregosa. Son suelos ligeramente ácidos, de alta capacidad catiónica de cambio, alta saturación de bases, altos contenidos de calcio, magnesio y potasio, bajos en fósforo, altos en materia orgánica y fertilidad alta. La escasa y mala distribución de las lluvias y la presencia de abundante piedra en superficie son las principales limitantes para el uso y manejo de las tierras.

El perfil NC-24, describe los suelos que ocupan la parte proximal del abanico. Son suelos superficiales, limitados por fragmentos de roca, bien drenados, de grupo textural francoso fino a francoso grueso con abundante piedra, cascajo y gravilla y son suelos desarrollados sobre depósitos coluviales heterométricos.

El perfil modal es de tipo A/C. El horizonte superficial Ap tiene 18 cm de espesor, color pardo amarillento oscuro y textura franca, el cual descansa sobre un Cr, constituido por cantos y arena. Químicamente son suelos de reacción neutra, de alta capacidad catiónica de cambio, alta saturación de bases, altos contenidos de calcio, magnesio y potasio, medianos contenidos de fósforo y materia orgánica y fertilidad alta.

Para esta unidad cartográfica se encontraron las siguientes fases por pendiente, separadas en las siguientes unidades:

PWAa Fase Plana
PWAb Fase ligeramente inclinado
PWAc Moderadamente inclinado
PWAd Fuertemente inclinado
PWAe Ligeramente escarpado

2.2.10.8.16. Complejo Typic Haplustolls - Fluventic Haplustolls- Typic Ustifluvents. Estos suelos hacen parte de los Andisoles, los Fluventic Haplustolls, en su desarrollo pedogenético presentan como procesos dominantes la transformación y la mineralización de la materia orgánica y los materiales minerales, así como su permanencia en el medio, desarrollando un horizonte cámbico (Bw), de alteración. Bajo estas condiciones, los suelos formados se caracterizan por ser altamente saturados, ligeramente ácidos, con decrecimiento irregular del carbono orgánico y alta fertilidad. El subgrupo Fluventic, para los que se encuentran en pendientes de menos del 25% y tienen disminución irregular en el contenido de carbono orgánico o contenidos iguales o mayores a 0.3% a una profundidad de 125 cm.

Identificados por el símbolo VWA, son pequeñas superficies localizadas en el departamento del Cauca en el municipio de Mercaderes en las veredas de Pénjamo y en una menor proporción en la vereda Alto del Mayo, el relieve de estos terrenos es es plano a con pendientes entre menores del 3% cortas, rectas. Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos aluviales mixtos, cantos y gravas.

Se caracterizan por ser superficiales y moderadamente profundos, limitados por fragmentos de roca o por capa cálcica, bien drenados y de grupo textural variado, desde francoso fino y francoso grueso a arenoso con gravilla.

El perfil NC-17, hace referencia a la unidad cartográfica Fluventic Haplustolls, son suelos se presentan en un relieve plano de terraza, son moderadamente profundos, limitados por capa cálcica, bien drenados, de grupo textural francoso fino y francoso grueso y desarrollados a partir de depósitos mixtos aluviales, cantos y gravas.

Morfológicamente presenta un perfil de tipo A/AB/B/C. El horizonte superficial Ap, tiene 14 cm de espesor, color pardo muy oscuro, textura franca y sin estructura; seguido de un horizonte transicional AB, de color gris muy oscuro, textura franca y estructura en bloques subangulares y granular, media y gruesa, moderada. El horizonte Bw, de alteración, presenta color pardo amarillento oscuro, y gris muy oscuro, textura franca y estructura en bloques subangulares, media y gruesa, moderada; sigue un horizonte Bk, de acumulación de carbonatos, colores pardo amarillento oscuro y gris muy oscuro, textura franca y estructura en bloques subangulares, gruesa y media, débil; el cual yace sobre un Cr, constituido por cantos de diferente tamaño y composición.

Son suelos de reacción neutra a ligeramente alcalina, alta capacidad catiónica de cambio, alta saturación de bases, altos contenidos de calcio, magnesio y potasio, bajos en fósforo, altos en materia orgánica y fertilidad alta. Las principales limitantes para el uso y manejo de las tierras son las escasas lluvias y la moderada profundidad efectiva de los suelos.

El perfil NA-79, refiriéndose a la unidad cartográfica Typic Ustifluvents Ocupan la posición de plano de terraza. Se caracterizan por ser superficiales, limitados por fragmentos de roca en proporción mayor del 60% por volumen, bien drenados y de grupo textural francoso fino gravilloso en superficie y francoso grueso con capas de piedra en profundidad; se han desarrollado a partir de depósitos mixtos aluviales, cantos y gravas.

El perfil modal es de tipo A-C. Presenta un horizonte Ap, de 40 cm de espesor, color pardo grisáceo oscuro, textura franca gravillosa y estructura en bloques subangulares, gruesa, media y fina, moderada; posteriormente aparece un C, constituido por capa de piedra en escasa matriz; seguido de una capa de arena de color pardo amarillento oscuro y sin estructura. A partir de los 70 cm de profundidad se presenta nuevamente la capa de piedra, con escasa matriz arenosa y la capa de arena de color pardo amarillento, pedregosa.

Químicamente son suelos neutros, de media y baja capacidad catiónica de cambio, alta saturación de bases, altos contenidos de calcio y magnesio, potasio alto en superficie y bajo en profundidad, medianos contenidos de fósforo aprovechable, altos en materia orgánica y fertilidad alta. La poca profundidad efectiva y las escasas lluvias constituyen las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos.

Mientras que el perfil NC-05, donde suelos se presentan en el plano de terraza, son superficiales, limitados por fragmentos de roca en proporción mayor del 60%, bien drenados y de grupo textural arenoso en superficie y francoso fino gravilloso en profundidad. Son suelos que se han desarrollado a partir de depósitos mixtos aluviales, cantos y gravas. El perfil modal muestra una secuencia de horizontes de tipo A-C. El horizonte superficial Ap presenta 10 cm de espesor, color pardo oscuro, textura arenosa franca y sin estructura. El horizonte C, de color pardo a pardo oscuro, textura franca arcillo arenosa gravillosa y sin estructura; descansa sobre una capa de piedra y gravilla (Cr).

Químicamente son suelos ligeramente ácidos, de alta capacidad catiónica de cambio, alta saturación de bases, altos contenidos de calcio y magnesio, altos contenidos de potasio en superficie y bajos en profundidad, bajos contenidos de fósforo aprovechable, medianos en materia orgánica y fertilidad alta.

La unidad cartográfica la conforman en un 40% los suelos Typic Haplustolls, en un 30% los suelos Fluventic Haplustolls y en un 30% los Typic Ustifluvents.

Presenta fases por pendiente, delimitadas en las siguientes unidades:

VWAa Fase Plana
VWAb Fase ligeramente inclinado
VWAc Moderadamente inclinado
VWAd Fuertemente inclinado
VWAe Ligeramente escarpado
VWAf Moderadamente escarpado
VWAg Fuertemente escarpado

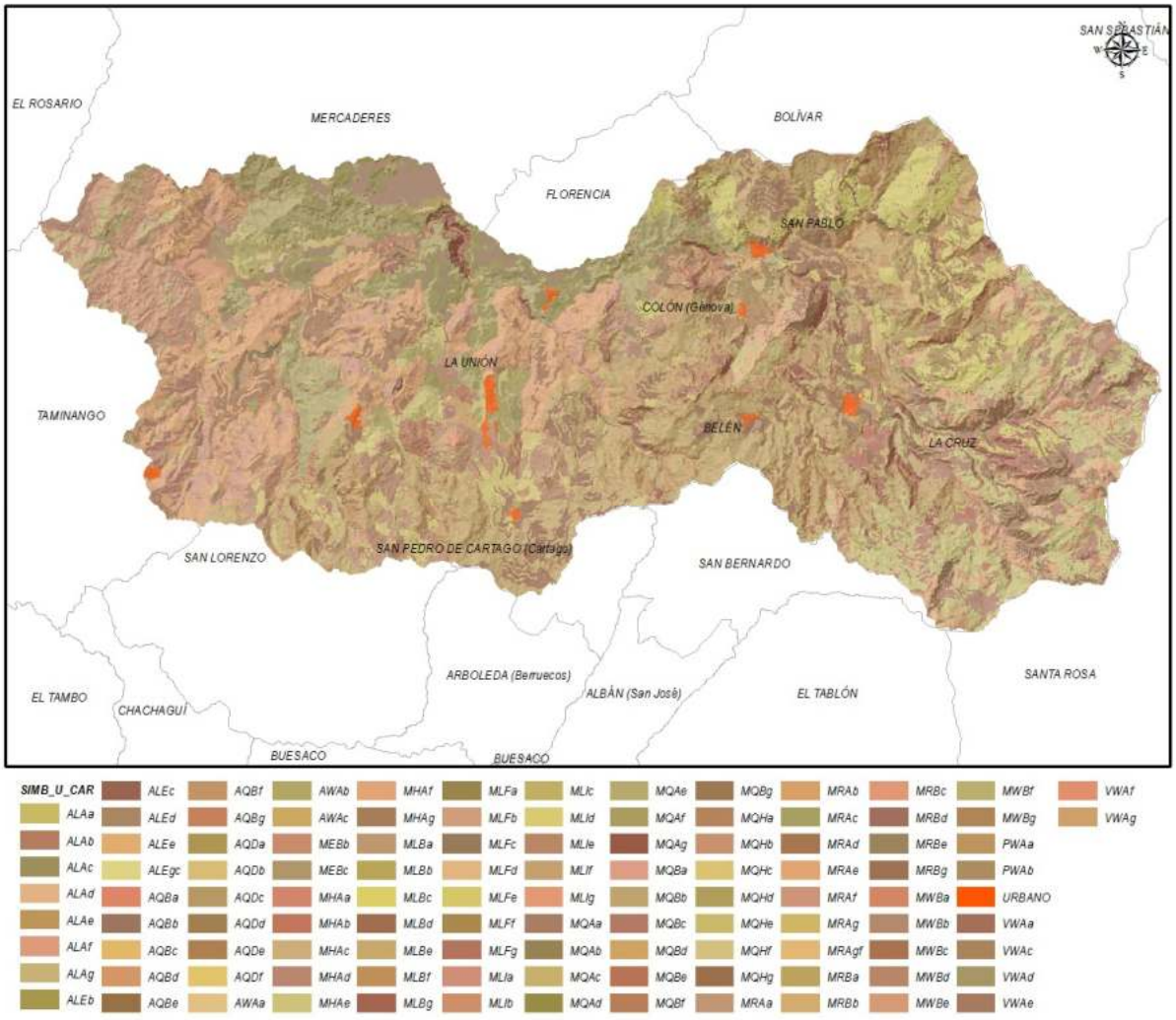


Figura 118. *Mapa unidades de suelo*
(Ver Anexo Cartográfico 20)

2.2.11. Cobertura y Usos de La Tierra. La "Cobertura" de la tierra, es la cobertura (bio) física que se observa sobre la superficie de la tierra (Di Gregorio, 2005), en un término amplio no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua **(IDEAM, 2014)**.

En términos puntuales para la delimitación de las coberturas de la Tierra, el IDEAM (1997) describe la cobertura como la unidad delimitable que surge a partir de un análisis de respuestas

espectrales determinadas por sus características fisionómicas y ambientales, diferenciables con respecto a la unidad próxima (IDEAM, 2014).

Conceptualmente se ha logrado la separación entre cobertura y uso de la tierra, que anteriormente se empleaban indistintamente; el término "Uso" implica la utilidad que presta un tipo de cobertura al ser humano, para Janssen (2000) el uso se relaciona con las actividades humanas o las funciones económicas de una porción específica de la Tierra (como el uso urbano o industrial, de reserva natural, etc) (IDEAM, 2014).

El uso de tierra está caracterizado por los arreglos, actividades e insumos que el hombre emprende en un cierto tipo de cobertura de la tierra para producir, cambiarla o mantenerla. Esta definición establece un enlace directo entre la cobertura de la tierra y las acciones del hombre en su medio ambiente (FAO, 2005).

2.2.11.1. Determinación de las coberturas de la tierra (Corine Land Cover) y uso de la tierra en la cuenca a escala 1:25.000. Las coberturas de la tierra proporcionan información fundamental para diversos procesos nacionales como los mapas de ecosistemas, conflictos de uso del territorio, ordenación de cuencas y del territorio, seguimiento a la deforestación de los bosques, y los inventarios forestales, sólo por citar algunos ***(IDEAM.;, 2010)***.

Para la elaboración de la información espacial sobre coberturas y uso del suelo se Interpretó, clasifico e identificó las unidades de cobertura y uso actuales de la tierra utilizando como insumo principal las imágenes Spot 2006 y la imagen Rapideye año 2016 respectivamente, asegurándose para ello la cobertura de las imágenes para la totalidad del área de la cuenca en ordenación. Esta cobertura se encuentra de acuerdo con la metodología para la elaboración del mapa de uso y cobertura de la tierra Corine Land Cover adaptada para Colombia IDEAM (2010), así como los parámetros de captura consignados en la metodología para la elaboración del estudio mapa cobertura de la tierra cuenca Magdalena-Cauca (IGAC 2008).

La interpretación y análisis de las imágenes de satélite se realizó a través del computador empleando el programa ArcGis, posterior a esto se efectuó la digitalización de los polígonos correspondientes a las coberturas identificadas, se efectuó el control de calidad mediante el proceso de revisión y corrección continuo y sistemático, para garantizar la calidad temática y

topológica del producto. Adicionalmente se realizó salidas de campo para homologar la información.

Cabe destacar que se tuvo en cuenta información correspondiente a coberturas efectuada mediante procesos anteriores entre estas las coberturas del POMCA anterior y la información del ministerio del medio ambiente año 2009, información que sirvió como referencia para adelantar el proceso.

A partir de lo anterior se pudo determinar que en la cuenca hidrográfica del Rio Mayo se encuentran presentes las siguientes coberturas, las cuales se muestran en la Figura 102, tal como se describe a continuación:

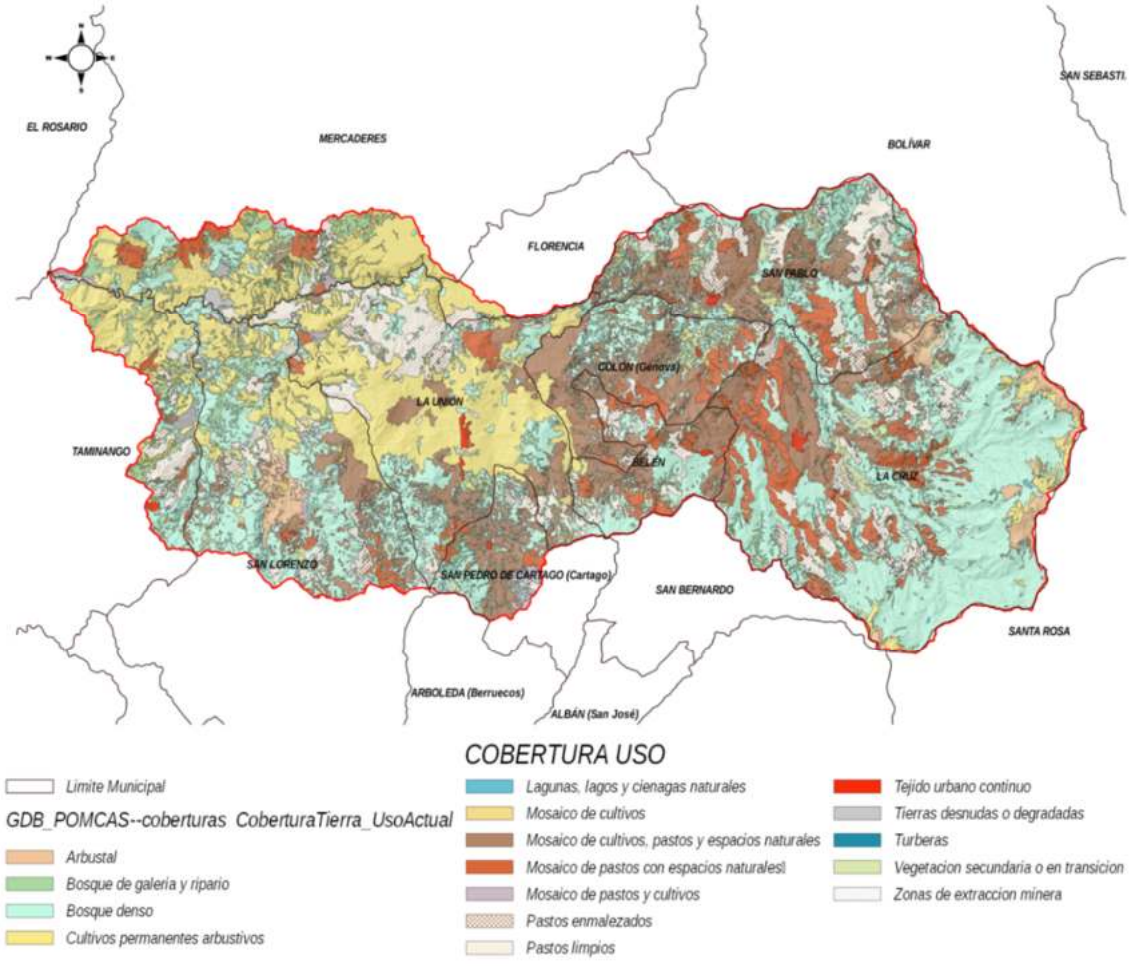


Figura 119. *Mapa cobertura y uso del suelo 2016*
(Ver Anexo Cartográfico 21)

A continuación, se relacionan las coberturas de la tierra para la cuenca hidrográfica del Rio Mayo con sus áreas respectivas (*Tabla 264*) y se realiza la descripción de sus características:

Tabla 264. *Áreas de las coberturas de la tierra en la cuenca del Rio Mayo*

COBERTURA VEGETAL	ÁREA
Tejido urbano continuo	289,37
Tejido urbano discontinuo	65,42
Zonas de extracción minera	17,74
Cultivos permanentes herbáceos	54,11
Cultivos permanentes arbustivos	6.289,98
Pastos limpios	9.333,00
Pastos arbolados	219,69
Pastos enmalezados	1.399,14
Mosaico de cultivos	38,56
Mosaico de pastos y cultivos	8.684,68
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	13.675,16
Mosaico de pastos con espacios naturales	7.213,02
Mosaico de cultivos y espacios naturales	335,67
Bosque denso	19.272,12
Bosque fragmentado	1.970,29
Bosque de galería y/o ripario	5.125,07
Herbazal	1.815,85
Arbustal	9.736,22
Vegetación secundaria o en transición	1.270,76
Tierras desnudas y degradadas	485,99
Turberas	7,80
Ríos (50 m)	0,21
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	25,91
TOTAL	87.325,9

2.2.11.1.1. Territorios Artificializados

- **Tejido urbano continúo:** Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada, donde las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. La superficie de la unidad debe ser superior a cinco hectáreas. (IDEAM.;, 2010)



Fotografía 25. *Casco Urbano Municipio de la Unión*

En la cuenca hidrográfica del Rio Mayo el tejido urbano continuo está representado por 289,37 hectáreas, que comprenden los cascos urbanos de los municipios de La Florida y Mercaderes, en el departamento del Cauca y La Unión, San Pablo, Belén, Colon Génova, San Lorenzo, Taminango, San pedro de Cartago, La Cruz, en el departamento de Nariño. El área más representativa está en el casco urbano de La Unión con 95,78 hectáreas y a su vez la menos representativas es Mercaderes con 6,75 hectáreas.

- **Tejido urbano discontinuo:** Los Tejidos Urbanos Discontinuos, son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación. Esta unidad puede presentar dificultad para su delimitación cuando otras coberturas de tipo natural y seminatural se mezclan con áreas clasificadas como zonas urbanas (IDEAM.;, 2010).

El tejido urbano discontinuo lo representan las veredas pequeñas y caseríos que se encuentran en la cuenca hidrográfica del Rio Mayo, que para este caso está definida en un área de 65,42 hectáreas, donde la mayor concentración de estas áreas se da en el municipio de San Lorenzo con el 62,03%.

- **Zonas de Extracción Minera:** estas zonas Son áreas dedicadas a la extracción de materiales minerales a cielo abierto e incluyen arenales, canteras, gravilleras e instalaciones asociadas como fábricas de cemento o herramientas de explotación petroleras. (IDEAM.;, 2010). Estas áreas están representadas por 17,74 hectáreas en la cuenca del rio Mayo, que se encuentran concentradas únicamente en el municipio de la Unión.

2.2.11.1.2. Territorios Agrícolas

- **Cultivos Permanentes Herbáceos:** En la cuenca del rio Mayo estas áreas están comprendidas en los municipios de Mercaderes con el 74,06%, San Pablo con 40,07% y La Unión con 0,02%, para un total de 54,11 hectáreas, que principalmente están dedicados a los cultivos de plátano, banano, frutales herbáceos y caña panelera, en estos municipios.

Corresponde a una cobertura compuesta principalmente por cultivos permanentes de hábito herbáceo como caña de azúcar y panelera, plátano, banano y tabaco. Las herbáceas son plantas que no presentan órganos leñosos, son verdes y con ciclo de vida vegetativo anual (IDEAM.;, 2010).

- **Cultivos permanentes arbustivos:** En la cuenca del Rio Mayo, se encuentra un área representativa de cultivos permanentes arbustivos, determinados principalmente por el Café el cual es de hábito arbustivo. Al estar ubicada en la zona norte del departamento, la cuenca se convierte en la contenedora de gran parte de la zona cafetera de la región.



Fotografía 26. *Cultivos de café, Municipio de la Unión*

El departamento de Nariño está conformado por 62 municipios de los cuales 35 son cafeteros. El departamento tiene más de 27.450 hectáreas de café distribuidas a su alrededor, de las cuales 6289,98 hectáreas se encuentran en la cuenca hidrográfica del Rio Mayo. Los principales municipios dedicados al cultivo del café son La Unión, San Lorenzo, Colon Génova, Taminango y San Pablo. Sin embargo, el 70% de la producción de Cultivos permanentes arbustivos está concentrado en el municipio de La unión, con 4.406,54 hectáreas.

En la cuenca se encuentra el Cultivo a plena exposición o en sombra bajo sistemas agroforestales con arreglos acompañados de plátano y/o banano, guamo, cítricos entre otros.

- **Pastos limpios:** Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. En Colombia, se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y climas, con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas según el nivel tecnológico disponible o las costumbres de cada región (IDEAM.;, 2010).



Fotografía 27. *Pastos Limpios, Belén Nariño*

En la cuenca del Rio Mayo, bajo esta cobertura se encuentra la actividad económica ganadera tanto uniproposito como doble propósito y se encuentra en todos municipios pertenecientes a esta, principalmente en los municipios de La Unión con un 26,89%, San Pablo (21,45%), La Cruz (18,47%), San Lorenzo (10,94%); y en los demás municipios el 22% restante. La cobertura de pastos limpios está representada por 9.333 hectáreas del total de la cuenca predominando el pasto kikuyo.

- **Pastos Arbolados:** Esta cobertura incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad de pastos (IDEAM.;, 2010).

En la cuenca del rio mayo se encuentra esta categoría únicamente en el Municipio de La cruz con 219,69 hectáreas que se disponen en la parte baja de la zona de transición entre el complejo volcánico Doña Juana y los predios productivos.

- **Pastos enmalezados:** En la cuenca se encuentra este tipo de cobertura en 1399,14 hectáreas, que corresponde a áreas que se tienen en reposo después de cultivo o manejo de ganado, por lo cual es común en los municipios como La Cruz y San Pablo que cuentan

con cultivos transitorios y aún más dado que culturalmente en las zonas templadas se siembran hortalizas y posteriormente se deja en reposo y se utiliza el área para manejo de ganado.



Fotografía 28. *Pastos Enmalezados, La Cruz Nariño*

Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m (IDEAM.;, 2010).

- **Mosaico de Cultivos:** Representa apenas 38,56 hectáreas del total de la cuenca en los municipios de La Unión y San Lorenzo donde se presenta gran variedad de cultivos tanto herbáceos como arbustivos, transicionados y/o en asociaciones. Incluye las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual (IDEAM.;, 2010).

- **Mosaico de pastos y cultivos:** esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual (IDEAM.;, 2010).



Fotografía 29. *Mosaico de Pastos y Cultivos, La Cruz*

Es una de las coberturas más representativas de la cuenca con un área de 8684,68 hectáreas, en la mayor parte de los municipios, principalmente en La Cruz, San Pablo y San Lorenzo. Se caracteriza por ser común en fincas donde la actividad económica se centra en la agricultura transitoria y la ganadería, bajo rotación de cultivos y pasto kikuyo principalmente.

- **Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales:** La cobertura comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales, las cuales son cerca de 13675,16 hectáreas. En la cuenca del rio mayo, es la cobertura predominante, dado que en la mayor parte de los municipios los usos de la tierra son variados con el fin de aprovechar al máximo el área productiva de cada predio. Además, entre predios se encuentran comúnmente parches de bosque, vegetación secundaria o arbustales. Los municipios más representativos de esta cobertura son San Pablo con 2.882,94 hectáreas, Colon Génova con 2.848,59 hectáreas y La Cruz 2.124,07 hectáreas.



Fotografía 30. *Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Municipio de San Pablo.*

Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o riparios, vegetación secundaria o en transición, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas, que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural (IDEAM.;, 2010).

- **Mosaico de pastos con espacios naturales**: Es constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural (IDEAM.;, 2010).



Fotografía 31. *Mosaico de pastos y espacios naturales, Municipio de Colon Génova*

En la cuenca se puede observar este tipo de coberturas en los municipios de La Cruz con 2.979,19 hectáreas, San Pablo con 1.169,89 hectáreas, Colon Génova con 663,56 hectáreas, Mercaderes 636, 95 hectáreas y Belén con 608,48 hectareas principalmente, siendo a su vez territorios dedicados a la ganadería. La cobertura de Pastos y Espacios Naturales cuenta con un área de 7.213,02 hectáreas al interior de la cuenca del Rio Mayo.

- **Mosaico de cultivos y espacios naturales**: En la cuenca del Rio Mayo, los mosaicos de cultivos y espacios naturales ocupan un área de 389,78 hectáreas distribuidas en los municipios de San Pedro de Cartago, San Lorenzo y La Unión, donde predominan los cultivos de café, cítricos, hortalizas y frutales acompañados por cercas vivas, arbustales y parches de bosque ripario o vegetación secundaria.

Corresponde a las superficies ocupadas principalmente por cultivos en combinación con espacios naturales, donde el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. En esta unidad, los espacios naturales se presentan como pequeños parches o relictos que se distribuyen en forma irregular y heterogénea, a veces entremezclada con las áreas de cultivos, dificultando su diferenciación. Las áreas de cultivos representan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad. Los parches y residuos de espacios naturales están conformados por aquellas áreas cubiertas por relictos de bosque, arbustales, bosque de galería y/o ripario, vegetación

secundaria o en transición, zonas pantanosas u otras áreas no intervenidas o poco transformadas que permanecen en estado natural o casi natural (IDEAM.;, 2010).



Fotografía 32*. Mosaico de Cultivos y espacios naturales*

2.2.11.1.3. Bosques y Áreas Seminaturales

- **Bosque denso:** La cobertura de Bosque denso es quizás la de mayor importancia en la cuenca no solo por su extensión de 24.397,19 hectáreas, sino también por su importancia ecológica, paisajística y biodiversa. En el municipio de La Cruz Nariño, se encuentran 9.308,24 hectareas de esta cobertura dado que se ubica el Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel, el cual es un área protegida de orden nacional. Así mismo en los municipios de San Lorenzo, San Pablo, La Unión y Colon Génova se encuentran áreas, pertenecientes a esta clasificación.

Esta cobertura está constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y con altura del dosel superior a cinco metros. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999) citado (IDEAM.;, 2010).



Fotografía 33. *Bosque Denso, La Cruz, Vereda Alto de Ledezmas*

- **Bosque fragmentado:** El Bosque fragmentado, lo comprenden los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pasto, cultivos o vegetación en transición, las cuales deben representar entre 5% y 30% del área total de la unidad de bosque natural. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250 metros. Por ser producto de la intervención humana, los parches de pastos, cultivos y minería tienen generalmente formas geométricas. Los bosques fragmentados tienden a presentarse en zonas de colonización, cerca de las áreas donde aún se conserva la matriz de bosque natural.



Fotografía 34. *Cobertura de Bosque Fragmentado*

En la cuenca del rio Mayo existen 1.970,29 hectareas bajo esta clasificación en los municipios de San Lorenzo con el 36,56%, Mercaderes con el 36,02%, La Cruz con 9,72%, Taminango 7,18% y el 10,5% en los demás municipio, donde se presentan áreas de bosque transformadas por actividades antrópicas debido a extracción de madera para leña y construcción, cacería y obtención de bienes y servicios.

- **Bosque de Galería y/o Ripario:** En la cuenca del rio mayo existen 5.125,07 hectareas categorizadas con esta clasificación, siendo el principal municipio con esta cobertura Mercaderes con el 24,22%, seguido por San Lorenzo y La Cruz con 14,91% y 14,65%, La Unión y San Pablo con 10,65% y 10,52% respectivamente y San Pedro de Cartago, Belén, Colon y Florencia con 12,35%, con franjas de bosques en las quebradas y riveras aledañas al rio Mayo.



Fotografía 35. *Cobertura de Bosque Ripario*

Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario (IDEAM.;, 2010).

- **Herbazal:** En la cuenca del rio Mayo, la cobertura de Herbazal se encuentra repartida en 1815,85 hectareas, en los municipios de La Cruz, San Lorenzo y San Pablo, con 60,48%, 30,48% y 7,78% respectivamente, donde predomina vegetación herbácea principalmente de la familia Asteraceae seguido de las familias Bromeliaceae, Ericaceae, Hypericaceae y Orchidaceae. Esta es una cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación) o abierta (30% - 70% de ocupación). Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999) citado por (IDEAM.;, 2010).

- **Arbustal:** lo comprenden los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0,5 y 5 m, fuertemente ramificado en la base y sin una copa definida (FAO, 2001) citado (IDEAM.;, 2010).



Fotografía 36. *Cobertura de Arbustal, San Lorenzo*

Esta cobertura se encuentra presente principalmente en el municipio de Mercaderes con 3.613,84 hectareas que corresponde al 37,12% de la cobertura en la superficie de la cuenca, seguido por los municipios de San Lorenzo, Taminango, La Unión, entre otros. En el área del rio Mayo el

arbustal cuenta con 9.736,22 hectareas. En estos municipios los matorrales de vegetación mesófila representadas por especies de la familia Fabaceae, Cataceae y Euphorbiaceae.

- **Vegetación secundaria o en transición:** este tipo de cobertura se encuentra presente en los municipios de La Cruz (47,915) y San Pablo (38,16%) principalmente, además de otros municipios como Belén, Colon, San Lorenzo y San Pedro de Cartago que entre si tan solo cubren el 13,29% de esta cobertura. La cobertura comprende 1.270,76 hectareas de la cuenca, en áreas donde ha existido bosque denso que ha sido transformado como consecuencia de la obtención de bienes y servicios del mismo y la expansión de la frontera agrícola.

Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre.

- **Tierras desnudas y degradadas:** Esta cobertura representa 485,99 hectareas en la cuenca y corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas. Se incluyen las áreas donde se presentan tierras salinizadas, en proceso de desertificación o con intensos procesos de erosión que pueden llegar hasta la formación de cárcavas. En la cuenca este tipo de alteraciones a los ecosistemas se presenta principalmente en Mercaderes (cauca), seguido por Taminango y en pequeña escala en La Unión y San Lorenzo. Donde por las condiciones climáticas secas y las actividades antrópicas como manejo inadecuado del suelo, agricultura y ganadería extensiva, y sobre utilización del suelo, han dejado como resultado tierras áridas, pobres en nutrientes y sin capacidad productiva.

2.2.11.1.4. Áreas Húmedas

- **Turberas:** El área de humedales pantanosos de este tipo en la cuenca es de tan solo 7,8 hectareas y se localiza en el municipio de La Cruz, de manera que no es un área representativa. Estos son terrenos bajos de tipo pantanoso, de textura esponjosa, cuyo suelo está compuesto principalmente por musgos y materias vegetales descompuestas. Se encuentran frecuentemente en áreas andinas en terrenos situados por encima de los 3.200 msnm.

2.2.11.1.5. Superficies de Agua

- Ríos (50m): las superficies de agua de 50 metros que están presentes en la cuenca del rio Mayo se localizan en los municipios de Mercaderes y Taminango siendo la primera la más grande con 0,17 hectareas y la ultima de 0,04 hectareas, para un total de 0,21 hectareas.
  Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río. Se considera como unidad mínima cartografiable aquellos ríos que presenten un ancho del cauce mayor o igual a 50 metros. Para esta cobertura el ancho mínimo se debe considerar de tal modo que no se provoquen discontinuidades (interrupciones) en los elementos lineales del paisaje a delimitar.



Fotografía 37. *Rio Mercaderes*

- **Lagunas, lagos y ciénagas naturales:** La representación de esta cobertura se representa en la cuenca en 25,91 hectáreas en los municipios de La Cruz (70,42%), La Unión (22,56) y Taminango (7,02%). Estas corresponden a superficies o depósitos de agua naturales de carácter abierto o cerrado, dulce o salobre, que pueden estar conectadas o no con un río o con el mar. En la zona andina hay cuerpos de agua (lagos y lagunas) situados en alta montaña que constituyen las áreas de nacimiento de ríos. En las planicies aluviales se forman cuerpos de agua denominados ciénagas, que están asociadas con las áreas de desborde de los grandes ríos. Las ciénagas pueden contener pequeños islotes arenosos y lodosos, de formas irregulares alargadas y fragmentadas, de pequeña área, los cuales quedan incluidos en el cuerpo de agua siempre que no representen más de 30% del área del cuerpo de agua.

2.2.11.2. Caracterización de Vegetación y Flora presentes en las Coberturas vegetales de la tierra

2.2.11.2.1. Selección, Numero y Tamaño de las Unidades de Muestreo

- ***Ubicación del área de muestreo:*** *Se realizó el trabajo con el apoyo del equipo de SIG, utilizando cartografía base y temática a escala 1:25.000.*

Para la definición de puntos de muestreo, se seleccionaron las unidades de coberturas correspondientes a bosques y áreas seminaturales, de acuerdo a la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia a escala 1:100.000, tal como lo sugiere la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCAS.

Esta unidad de cobertura se caracteriza principalmente por comprender un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos.

Para la priorización de las coberturas se empleó un método aleatorio de distribución de puntos de muestreo, sobre él cual se tuvieron en cuenta variables como: altura sobre el nivel del mar, ecosistemas, accesibilidad, la representatividad y estado de conservación. Las coberturas priorizadas para el trabajo de campo fueron las siguientes:

Tabla 265. *Tipos de cobertura priorizados para el muestreo de EER*

Tipo de Cobertura
Bosque Denso (Altoandino)
Bosque Denso (Bosque Seco)
Herbazal Denso
Bosque Ripario
Bosque Fragmentado
Arbustales

- ***Unidades de Muestreo:*** *En el trabajo de campo, se pudo verificar la presencia de las coberturas priorizadas a partir de información cartográfica, con el fin de realizar el levantamiento de la información. La ubicación de las parcelas se realizó teniendo en cuenta las condiciones geográficas del terreno y los niveles altitudinales, para este proceso se realizó la ubicación georeferenciada de cada una, mediante recorridos y descensos, con ayuda de un auxiliar de campo y un GPS. Las parcelas muestreadas presentan la siguiente georreferenciación:*

Tabla 266. Coordenadas geográficas de las parcelas muestreadas

Tipo de Cobertura	Coordenadas Geográficas	Sector y/o Vereda
Bosque Denso (Altoandino)		
Parcela 1	Lat. 01° 32’ 00.83’’N Long. 076° 56’ 28.66’’O	Alto de Ledezmas
	Lat. 01° 32’ 01.04’’N Long. 076° 56’ 29.14’’O	
	Lat. 01° 32’ 00.46’’N Long. 076° 56’ 29.25’’O	
	Lat. 01° 32’ 00.56’’N Long. 076° 56’ 28.88’’O	

Tipo de Cobertura	Coordenadas Geográficas	Sector y/o Vereda
Parcela 2	Lat. 01° 32’ 14.22’’N Long. 076° 56’ 38.42’’O	Alto de Ledezmas
	Lat. 01° 32’ 14.84’’N Long. 076° 56’ 38.13’’O	
	Lat. 01° 32’ 15.10’’N Long. 076° 56’ 38.47’’O	
	Lat. 01° 32’ 14.41’’N Long. 076° 56’ 38.57’’O	
Bosque Denso (Bosque Seco)		
Parcela 1	Lat. 01° 40’ 21.66’’N Long. 077° 18’ 31.58’’O	El Algodonal
	Lat. 01° 40’ 22.28’’N Long. 077° 18’ 31.63’’O	
	Lat. 01° 40’ 22.63’’N Long. 077° 18’ 31.97’’O	
	Lat. 01° 40’ 21.95’’N Long. 077° 18’ 31.97’’O	
Parcela 2	Lat. 01° 40’ 20.20’’N Long. 077° 18’ 28.28’’O	El Algodonal
	Lat. 01° 40’ 20.61’’N Long. 077° 18’ 27.76’’O	
	Lat. 01° 40’ 20.18’’N Long. 077° 18’ 27.31’’O	
	Lat. 01° 40’ 19.83’’N Long. 077° 18’ 27.83’’O	
Herbazal Denso		
Parcela 1	Lat. 01° 31’ 32.67’’N Long. 076° 56’ 16.08’’O	La Palma

Tipo de Cobertura	Coordenadas Geográficas	Sector y/o Vereda
	Lat. 01° 31’ 32.91’’N Long. 076° 56’ 16.17’’O	
	Lat. 01° 31’ 32.98’’N Long. 076° 56’ 16.12’’O	
	Lat. 01° 31’ 32.88’’N Long. 076° 56’ 16.27’’O	
Parcela 2	Lat. 01° 31’ 34.17’’N Long. 076° 56’ 17.53’’O	La Palma
	Lat. 01° 31’ 34.41’’N Long. 076° 56’ 17.49’’O	
	Lat. 01° 31’ 34.49’’N Long. 076° 56’ 17.57’’O	
	Lat. 01° 31’ 34.34’’N Long. 076° 56’ 17.76’’O	
Parcela 3	Lat. 01° 31’ 14.59’’N Long. 076° 56’ 27.83’’O	La Palma
	Lat. 01° 31’ 14.95’’N Long. 076° 56’ 27.27’’O	
	Lat. 01° 31’ 15.37’’N Long. 076° 56’ 27.78’’O	
	Lat. 01° 31’ 14.94’’N Long. 076° 56’ 28.25’’O	
Bosque Ripario		
Parcela 1	Lat. 01° 33’ 19.94’’N Long. 076° 58’ 57.38’’O	El Tabor
	Lat. 01° 33’ 20.28’’N Long. 076° 58’ 56.07’’O	
	Lat. 01° 33’ 20.77’’N Long. 076° 58’ 55.61’’O	
	Lat. 01° 33’ 21.27’’N Long. 076° 58’ 56.62’’O	

Tipo de Cobertura	Coordenadas Geográficas	Sector y/o Vereda
Parcela 2	Lat. 01° 33’ 54.24’’N Long. 076° 58’ 42.88’’O	Loma Larga
	Lat. 01° 33’ 54.53’’N Long. 076° 58’ 42.31’’O	
	Lat. 01° 33’ 53.73’’N Long. 076° 58’ 42.16’’O	
	Lat. 01° 33’ 53.65’’N Long. 076° 58’ 42.78’’O	
Parcela 3	Lat. 01° 34’ 17.58’’N Long. 076° 58’ 09.41’’O	La Estancia
	Lat. 01° 34’ 18.02’’N Long. 076° 58’ 08.99’’O	
	Lat. 01° 34’ 17.68’’N Long. 076° 58’ 08.52’’O	
	Lat. 01° 34’ 17.22’’N Long. 076° 58’ 09.00’’O	
Bosque Fragmentado		
Parcela 1	Lat. 01° 32’ 43.69’’N Long. 076° 57’ 5.09’’O	Alto de Ledezmas
	Lat. 01° 32’ 43.36’’N Long. 076° 57’ 4.66’’O	
	Lat. 01° 32’ 42.89’’N Long. 076° 57’ 5.28’’O	
	Lat. 01° 32’ 42.77’’N Long. 076° 57’ 4.82’’O	
Parcela 2	Lat. 01° 32’ 34.77’’N Long. 076° 56’ 59.41’’O	Alto de Ledezmas
	Lat. 01° 32’ 35.18’’N Long. 076° 56’ 58.89’’O	
	Lat. 01° 32’ 34.91’’N Long. 076° 56’ 58.40’’O	

Tipo de Cobertura	Coordenadas Geográficas	Sector y/o Vereda
	Lat. 01° 32’ 34.46’’N Long. 076° 56’ 59.04’’O	
Parcela 3	Lat. 01° 32’ 25.02’’N Long. 076° 57’ 43.63’’O	Loma Larga
	Lat. 01° 32’ 25.37’’N Long. 076° 57’ 43.13’’O	
	Lat. 01° 32’ 25.72’’N Long. 076° 57’ 43.67’’O	
	Lat. 01° 32’ 25.36’’N Long. 076° 57’ 44.21’’O	
Arbustal		
Parcela 1	Lat. 01° 40’ 32.02’’N Long. 077° 18’ 54.18’’O	El Algodonal
	Lat. 01° 40’ 31.48’’N Long. 077° 18’ 54.47’’O	
	Lat. 01° 40’ 31.43’’N Long. 077° 18’ 54.96’’O	
	Lat. 01° 40’ 31.95’’N Long. 077° 18’ 54.76’’O	
Parcela 2	Lat. 01° 40’ 48.70’’N Long. 077° 18’ 27.37’’O	Alto del Mayo (Mercaderes)
	Lat. 01° 40’ 48.92’’N Long. 077° 18’ 27.07’’O	
	Lat. 01° 40’ 48.68’’N Long. 077° 18’ 26.80’’O	
	Lat. 01° 40’ 48.46’’N Long. 077° 18’ 27.15’’O	
Parcela 3	Lat. 01° 40’ 38.40’’N Long. 077° 18’ 17.40’’O	Alto del Mayo (Mercaderes)
	Lat. 01° 40’ 38.61’’N Long. 077° 18’ 17.15’’O	

Tipo de Cobertura	Coordenadas Geográficas	Sector y/o Vereda
	Lat. 01° 40’ 38.39’’N Long. 077° 18’ 16.91’’O	
	Lat. 01° 40’ 38.169’’N Long. 077° 18’ 17.16’’O	

- ***Unidades Muestreales:*** *Según los cinco tipos de cobertura priorizados, se distribuyeron 16 parcelas de muestreo, considerando cuatro parcelas para bosque denso, tres parcelas para herbazal denso, Bosque Ripario, Bosque Fragmentado y Arbustal, como se relaciona en la siguiente tabla:*

Tabla 267. *Número de parcelas y área muestreada*

Tipo de Cobertura	No. de Parcelas	Área muestreada
Bosque Denso (Altoandino)	2	800 m^2
Bosque Denso (Bosque Seco)	2	800 m^2
Herbazal Denso	3	300 m^2
Bosque Ripario	3	1200 m^2
Bosque Fragmentado	3	1200 m^2
Arbustales	3	300 m^2

- ***Metodología de Muestreo:*** *El trabajo de muestreo de coberturas vegetales, se realizó de acuerdo con la metodología de Evaluaciones Ecológicas Rápidas (EER) de TNC (2002), correspondiente al método de Dallmeier, sugerida por la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCAS.*

Mediante la metodología de Dallmeier se establecieron parcelas de 20 x 20 metros, demarcadas con pita plástica marcadas cada 20 metros, en las que se censaron un mínimo de 100 tallos, con el fin de hacer una estimación útil de la diversidad. Las especies leñosas muestreadas presentaron un DAP ≥ 10 centímetros en bosques y DAP ≥ 2.5 centímetros en arbustales, se identificaron y se midieron con el fin de caracterizar el tipo de vegetación y estimar la diversidad y abundancia de las formas superiores de vida vegetal.

Para la cobertura de herbazales densos, se determinó el porcentaje de cobertura de especies individuales dentro de una parcela de 10 x 10 metros.



Fotografía 38. *Muestreo en parcelas establecidas.*

Luego de colectar un individuo dentro de una parcela (cuando no se determinó en campo), se guardó en una bolsa separada y marcada con cinta de enmascarar y el número de secuencia de registro dentro de la parcela. Posteriormente a esta muestra se le asignó un número de colección, se prensó y se procesó hasta llegar a su identificación (con 2 duplicados). Una vez finalizada la fase de campo, se realizó una lista de las especies o morfoespecies registradas en los muestreos con base en las colecciones realizadas.

Durante el muestreo se identificaron el mayor número de especies y las que no fueron identificadas en campo, requirieron de trabajo de laboratorio, con el empleo de claves taxonómicas y comparación con otros ejemplares existentes en el Herbario PSO de la Universidad de Nariño.

La escritura de los nombres fue corroborada en la página de TROPICOS del Missouri Botanical Garden.

Por otra parte, se consultaron las especies identificadas en las bases de datos de UICN 2001 v.3.1 y 2016-3, apéndices CITES, Libros Rojos de Plantas de Colombia en su última versión y en la Resolución 0192 de 2014 para determinar algún grado de amenaza o su restricción.

- ***Sistematización y procesamiento de la información:*** *La información de campo se recolectó en planillas diseñadas para la toma de datos elementales. Los cálculos se realizaron en el programa Excel. Todas las especies se registraron bajo su nombre común, o identidad taxonómica (en los casos que fue posible), diámetro a la altura del pecho con cinta diamétrica, la altura total.*

- ***Cálculo de atributos dasométricos:*** *Las variables del bosque se refieren a las características o expresiones fenotípicas que presentan sus elementos y que son medibles, tales como, árboles, palmeras arborescentes y helechos arborescentes. Estas variables son medidas a todos los individuos que caen dentro de la muestra. Las variables que se registraron y midieron en cada unidad muestreal son las siguientes:*

  - ✓ **Especies:** se registró toda la población de la flora del estrato superior del bosque existente en cada muestra y teniendo en cuenta las dimensiones mínimas establecidas.
  - ✓ **Altura total:** es la medida de la planta desde el suelo hasta la cima de su copa o corona. Se utiliza para estimar la altura máxima del bosque. También para levantar la arquitectura del bosque. Es aplicable para árboles, palmeras arborescentes y helechos arborescentes.
  - ✓ **Diámetro.** El diámetro del tronco de un árbol, es una de las variables más importantes en los inventarios de la flora mayor del bosque. Medir el diámetro es determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia. Esta medida sirve para calcular el área basal y, el volumen maderable del tronco y por ende la biomasa y carbono de los árboles.

- ***Análisis de Datos:*** *Los datos registrados en las unidades de muestreo se procesaron para obtener los valores de los parámetros que caracterizarán al bosque evaluado; éstos se describen a continuación:*

  - ✓ **Densidad. "**La densidad es el número de individuos en un área y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada" (Matteucci & Colma, 1982).

Ecuación 45. *Densidad*

$$\boldsymbol{Densidad} = \frac{N}{A}$$

N: Número de individuos

A: Área

D: Densidad

Ecuación 46. *Densidad Relativa*

$$\boldsymbol{Densidad\ relativa}\,(\%) = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ la\ especie}{Número\ total\ de\ individuos} * 100$$

- ✓ **Área Basal. "**Es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en cm o m^2 de material vegetal por unidad de superficie de terreno" (Rangel y Velasquez, 1997).

Ecuación 47. *Área Basal*

$$\grave{A}\boldsymbol{rea\ Basal} = \frac{\pi}{4} * (DAP)^2$$

Π: 3,1416

DAP: Diámetro a la altura del pecho

A partir de estos parámetros se pudo determinar varios índices fitosociológicos y elaborar los perfiles de la vegetación.

Ecuación 48. *Área Basal Relativa*

$$\acute{A}\boldsymbol{rea\ basal\ relativa}\,(\%) = \frac{Area\ basal\ de\ la\ especie}{Area\ basal\ total} * 100$$

- ✓ **Índice de Valor de Importancia (IVI).** Se utilizó para comparar la florística encontrada en los levantamientos llevados a cabo en igual o diferente unidad paisajística. Se determinó para árboles y arbustos.

Ecuación 49. *Índice de Valor de Importancia*

$$\boldsymbol{IVI} = Densidad\ Relativa(\%) + Dominancia\ Relativa\,(\acute{A}rea\ Basal)\,(\%) + Frecuencia\ Relativa\,(\%)$$

Ecuación 50. *Frecuencia Relativa*

$$\boldsymbol{Frecuencia\ Relativa} = \frac{Número\ de\ parcelas\ con\ la\ especie}{Número\ total\ de\ parcelas} * 100$$

La sumatoria de los valores del índice de importancia (IVI) para todas las especies que se incluyen en un análisis tiene un valor máximo de 300.

- ✓ **Índice de diversidad de Shannon-Wienner (H').** Para determinar la abundancia de las especies se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wienner, que oscila entre los valores de 0 a 5 y de acuerdo con el valor obtenido para este índice la diversidad puede ser Alta, Media o Baja en una comunidad (Roldan, 1989). (Tabla 268).

Tabla 268. *Estandarización para el índice de Diversidad.*

ESTANDARIZACIÓN	VALOR INDICE DE DIVERSIDAD
Alta	3.0-5.0
Media	1.0-3.0
Baja	<1.0

Fuente: Roldán, 1989.

- ✓ **Índice de Diversidad de Simpson.** Es un índice de dominancia permiten medir la riqueza de organismos. A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece, entonces entre más aumente el valor a uno, la diversidad disminuye. Tomando en cuenta que el valor mínimo para este índice es 1, indica que no hay diversidad y que la dominancia es alta.

- ✓ **Índice de Similitud de Jaccard.** Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies.

- ***Descripción de las Unidades de Vegetación:*** *Las unidades vegetales definidas se describieron según la fisionomía y la composición florística:*

  - ✓ **Fisionomía.** Se definió por el ordenamiento en sentido vertical y horizontal de sus componentes. En sentido vertical se tuvo en cuenta la estratificación y en sentido

horizontal el DAP (Rangel y Velazquez, 1997). Para la estratificación se siguió la escala propuesta por Rangel-Ch. & Lozano (1986), que para este caso aplicó para los árboles y arbustos (*Tabla 269*).

Tabla 269. *Escala de Estratificación.*

ESTRATO	ALTURAS (m)
Herbáceo (h)	0.3 a 1.5
Arbustivo (a)	1.5 a 5
Arbóreo (ar)	>5

Fuente: Rangel-Ch. & Lozano, 1986

- ✓ **Composición Florística.** De acuerdo con el muestreo realizado, se identificaron las especies y se distribuyeron de acuerdo con las familias y géneros.

2.2.11.2.2. Diagnóstico Actual de las Coberturas Vegetales en la Cuenca del Río Mayo. El análisis de la composición y estructura de la vegetación, se realizó de acuerdo a cada tipo de cobertura priorizado para la Cuenca del río Mayo, teniendo como resultado lo siguiente:

- ***Composición Florística.***

  - **Bosque Denso:** Para tener una mayor representatividad en este tipo de cobertura, se realizó la toma de datos en bosque altoandino y bosque seco, teniendo en cuenta que se realizó el análisis para cada uno.

- ✓ **Composición Florística en Bosque Denso Altoandino.** Se muestrearon un total de 200 individuos, distribuidos en 18 familias, 24 géneros y 27 especies. Del total de plantas vasculares, 25 se identificaron hasta especie y 2 hasta género (Tabla 270).

Tabla 270. *Composición Florística Cobertura de Bosque Denso en Bosques Altoandinos*

Familia	Especie
Adoxaceae	*Viburnum triphyllum Benth.*
Aquifoliaceae	*Ilex pernervata Cuatrec.*
Araliaceae	*Oreopanax nigrum Cuatrec.*
Araliaceae	*Schefflera marginata Cuatrec.*
Asteraceae	*Baccharis nitida (Ruiz & Pav.) Pers.*
Asteraceae	*Diplostephium floribundum (Benth.) Wedd.*
Boraginaceae	*Tournefortia fuliginosa Kunth*
Brunelliaceae	*Brunellia bullata Cuatrec.*
Clethraceae	*Clethra rugosa Steyerm.*
Columelliaceae	*Desfontainia spinosa Ruiz & Pav.*
Cunoniaceae	*Weinmannia elliptica Kunth*
Cunoniaceae	*Weinmannia engleriana Hieron.*
Cunoniaceae	*Weinmannia rollottii Killip*
Dicksoniaceae	*Dicksonia sellowiana Hook.*
Ericaceae	*Macleania rupestris (Kunth) A.C. Sm.*
Lamiaceae	*Aegiphila bogotensis (Spreng.) Moldenke*
Lauraceae	*Ocotea infrafoveolata van der Werff*
Loranthaceae	*Gaiadendron punctatum (Ruiz & Pav.) G. Don*
Melastomataceae	*Axinaea macrophylla (Naudin) Triana*
Melastomataceae	*Clidemia sp.*
Melastomataceae	*Miconia chlorocarpa Cogn.*
Melastomataceae	*Miconia nodosa Cogn.*
Melastomataceae	*Tibouchina grossa (L. f.) Cogn.*
Melastomataceae	*Topobea sp.*
Myrsinaceae	*Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.*
Rubiaceae	*Palicourea amethystina (Ruiz & Pav.) DC.*
Siparunaceae	*Siparuna echinata (Kunth) A. DC.*

Las familias más representativas son Melastomataceae con 6 especies: *Axinaea macrophylla* (Naudin) Triana, *Clidemia sp.*, *Miconia chlorocarpa* Cogn., *Miconia nodosa* Cogn., *Tibouchina grossa* (L. f.) Cogn. Y *Topobea sp.*; y Cunoniaceae con 3 especies: *Weinmannia elliptica* Kunth, *Weinmannia engleriana* Hieron y *Weinmannia rollottii* Killip.; seguidas de Araliaceae y Ateraceae con 2 especies para cada una: *Oreopanax nigrum* Cuatrec, *Schefflera marginata* Cuatrec, *Baccharis nitida* (Ruiz & Pav.) Pers y *Diplostephium floribundum* (Benth.) Wedd. El resto de familias presentaron 1 sola especie (Figura 103).

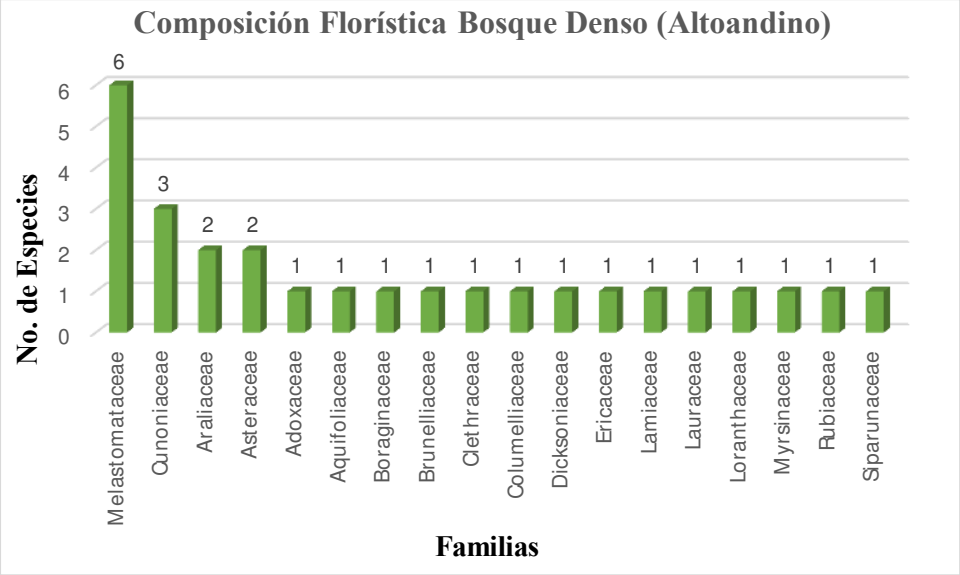


Figura 120. *Composición Florística Cobertura de Bosque Denso (Bosque Altoandino)*

- ✓ **Composición Florística en Bosque Denso (Bosque Seco):** Se muestrearon un total de 200 individuos, de los cuales se identificaron 10 especies, distribuidas en 6 familias y 10 géneros. Cabe resaltar que todas las plantas vasculares fueron identificadas hasta especie (*Tabla 271*).

Tabla 271. *Composición Florística Cobertura de Bosque Denso en Bosques Secos*

Familia	Especie
Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose
Cactaceae	Opuntia dillenii (Ker Gawl.) Haw.
Euphorbiaceae	Croton ferrugineus Kunth
Euphorbiaceae	Cnidoscolus tubulosus (Müll. Arg.) I.M. Johnst
Euphorbiaceae	Jatropha gossypiifolia L.
Fabaceae	Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth.
Fabaceae	Senna obtusifolia (L.) H.S. Irwin & Barneby
Fabaceae	Caesalpinia cassioides Willd.
Rutaceae	Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.
Verbenaceae	Lippia alba (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson

Las familias más representativas son Euphorbiaceae con 3 especies: *Croton ferrugineus* Kunth, *Cnidoscolus tubulosus* (Müll. Arg.) I.M. Johnst y *Jatropha gossypifolia* L, así como Fabaceae con 3 especies igualmente: *Acacia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth, *Senna obtusifolia* (L.) H.S. Irwin & Barneby y *Caesalpinia cassioides* Willd. Las familias Bignoniaceae, Cactaceae, Rutaceae y Verbenaceae presentaron una sola especie (Figura 104).

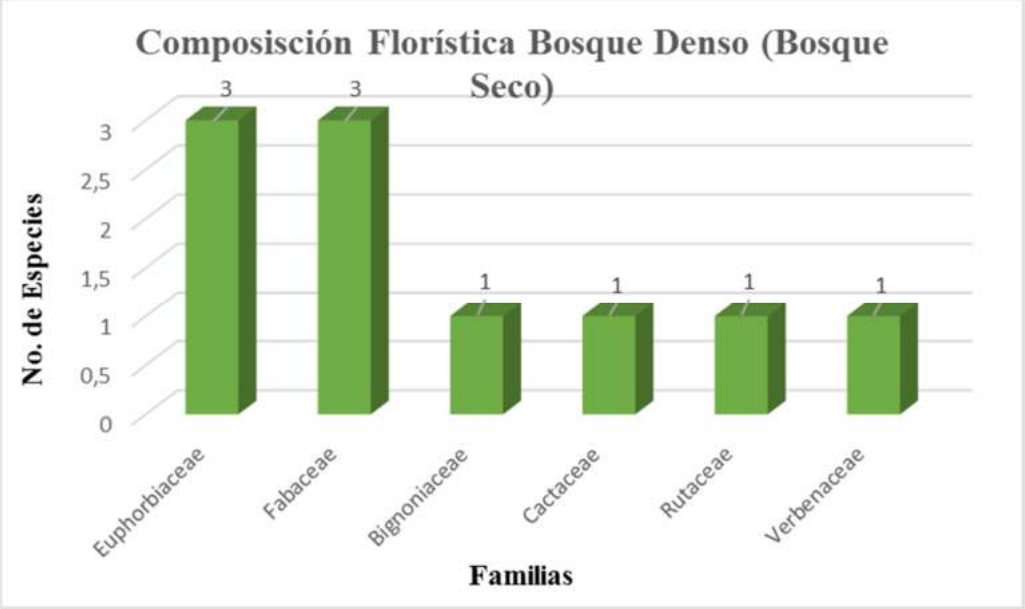


Figura 121. *Composición Florística Cobertura de Bosque Denso (Bosque Seco)*

- **Bosque Ripario**

✓ **Composición Florística en Bosque Ripario:** Se muestrearon un total de 300 individuos, distribuidos en 23 familias, 27 géneros y 32 especies. Del total de plantas vasculares, identificadas, 3 se determinaron hasta género y una quedó como indeterminada. (*Tabla 272*).

Tabla 272. *Composición Florística Cobertura de Bosque Ripario.*

Familia	Especie
Actinidaceae	*Saurauia brachybotrys Turcz.*
Adoxaceae	*Viburnum triphyllum Benth.*
Asteraceae	*Verbesina arborea Kunth*
Asteraceae	*Erato vulcanica (Klatt) H. Rob.*
Asteraceae	*Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.) Pers.*
Brunelliaceae	*Brunellia putumayensis Cuatrec.*
Brunelliaceae	*Brunellia bullata Cuatrec.*
Chloranthaceae	*Hedyosmum goudotianum Solms*
Cleomaceae	*Cleome arborea Schrad.*
Clusiaceae	*Clusia sp.*
Cunoniaceae	*Weinmannia rollottii Killip*
Cunoniaceae	*Weinmannia pubescens Kunth*
Cunoniaceae	*Weinmannia elliptica Kunth*
Dicksoniaceae	*Dicksonia sellowiana Hook.*
Fabaceae	*Mimosa quitensis Benth.*
Lamiaceae	*Lepechinia vulcanicola J.R.I. Wood*
Lauraceae	*Nectandra sp.*
Lauraceae	*Ocotea sp.*
Melastomataceae	*Miconia theaezans (Bonpl.) Cogn.*
Melastomataceae	*Miconia jahnii Pittier*
Melastomataceae	*Tibouchina mollis (Bonpl.) Cogn.*
Myricaceae	*Morella pubescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur*
Myrsinaceae	*Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.*
Pentaphylacaceae	*Freziera canescens Bonpl.*
Phyllanthaceae	*Phyllanthus salviifolius Kunth*
Piperaceae	*Piper barbatum Kunth*
Primulaceae	*Geissanthus serrulatus Mez*
Rubiaceae	*Palicourea angustifolia Kunth*
Rubiaceae	*Psychotria alba Ruiz & Pav.*
Siparunaceae	*Siparuna echinata (Kunth) A. DC.*
Solanaceae	*Solanum asperolanatum Ruiz & Pav.*

Las familias más representativas son Asteraceae con 3 especies: *Verbesina arborea* Kunth, *Erato vulcanica* (Klatt) H. Rob. y *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers., la familia Cunoniaceae igualmente con 3 especies: *Weinmannia rollottii* Killip, *Weinmannia pubescens* Kunth y *Weinmannia elliptica* Kunth; así como la familia Melastomataceae: *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogn., *Miconia jahnii* Pittier y *Tibouchina mollis* (Bonpl.) Cogn. Seguidas de ellas, se encuentran las familias Brunelliaceae, Lauraceae y Rubiaceae con 2 especies para cada una; el resto de las familias presentaron una sola especie (Figura 105).

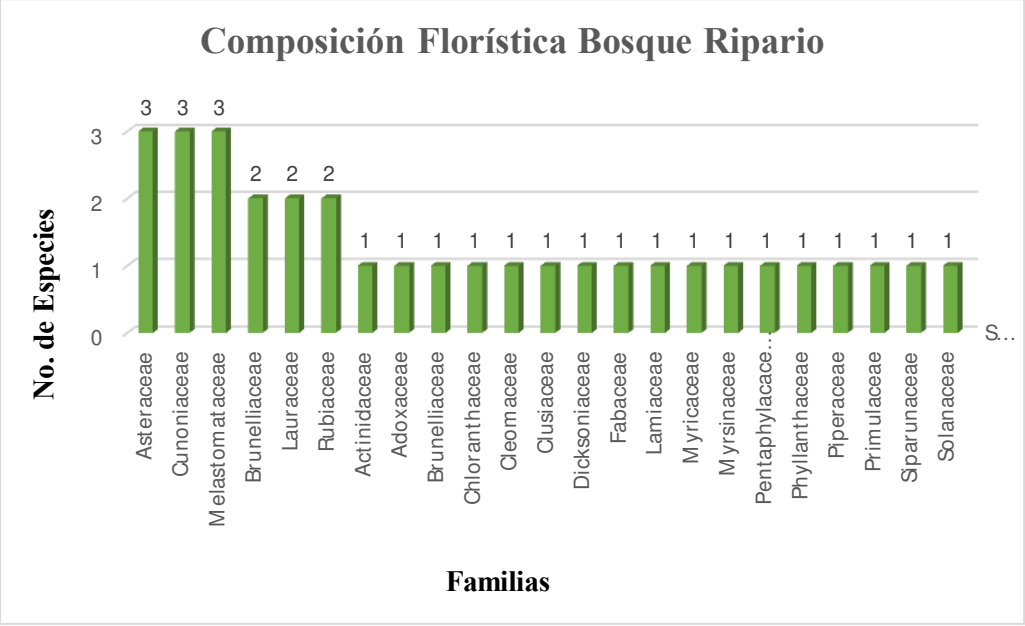


Figura 122. *Composición Florística Cobertura de Bosque Ripario*

- **Bosque Fragmentado**

  - ✓ **Composición Florística en Bosque Fragmentado:** El total de individuos muestreados (300 individuos), se distribuyeron en 22 familias, 26 géneros y 27 especies. Del total de plantas vasculares colectadas, 25 se identificaron hasta especie y 2 hasta género (*Tabla 273*).

Tabla 273. *Composición Florística Cobertura de Bosque Fragmentado.*

Famillia	Especie
Adoxaceae	*Viburnum triphyllum Benth.*
Araliaceae	*Oreopanax nigrum Cuatrec.*
Asteraceae	*Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.) Pers.*
Asteraceae	*Verbesina arborea Kunth*
Boraginaceae	*Tournefortia fuliginosa Kunth*
Brunelliaceae	*Brunellia bullata Cuatrec.*
Chloranthaceae	*Hedyosmum goudotianum Solms*
Clusiaceae	*Clusia sp.*
Cunoniaceae	*Weinmannia rollottii Killip*
Cunoniaceae	*Weinmannia engleriana Hieron.*
Ericaceae	*Macleania rupestris (Kunth) A.C. Sm.*
Lauraceae	*Persea mutisii Kunth*
Melastomataceae	*Axinaea macrophylla (Naudin) Triana*
Melastomataceae	*Clidemia sp.*
Melastomataceae	*Tibouchina semidecandra (Mart. & Schrank ex DC.) Cogn.*
Myrsinaceae	*Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.*
Myrtaceae	*Myrcianthes discolor (Kunth) McVaugh*
Pentaphylacaceae	*Freziera canescens Bonpl.*
Phyllanthaceae	*Hieronyma macrocarpa Müll. Arg.*
Podocarpaceae	*Podocarpus oleifolius D. Don ex Lamb.*
Primulaceae	*Geissanthus serrulatus Mez*
Proteaceae	*Roupala pachypoda Cuatrec.*
Rosaceae	*Hesperomeles glabrata Kunth*
Rubiaceae	*Palicourea angustifolia Kunth*
Solanaceae	*Solanum asperolanatum Ruiz & Pav.*
Solanaceae	*Sessea graciliflora Bitter*
Lamiaceae	*Aegiphila bogotensis (Spreng.) Moldenke*

La familia que presentó mayor número de especies fue Melastomataceae con 3: *Axinaea macrophylla* (Naudin) Triana, Clidemia sp y *Tibouchina semidecandra* (Mart. & Schrank ex DC.) Cogn., seguida de las familias Asteraceae, Cunoniaceae y Solanaceae con 2 especies cada una: *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers, *Verbesina arborea* Kunth, *Weinmannia rollottii* Killip,

Weinmannia engleriana Hieron, *Solanum asperolanatum* Ruiz & Pav y *Sessea graciliflora* Bitter, el resto de familias reportaron una sola especie (Figura 106).

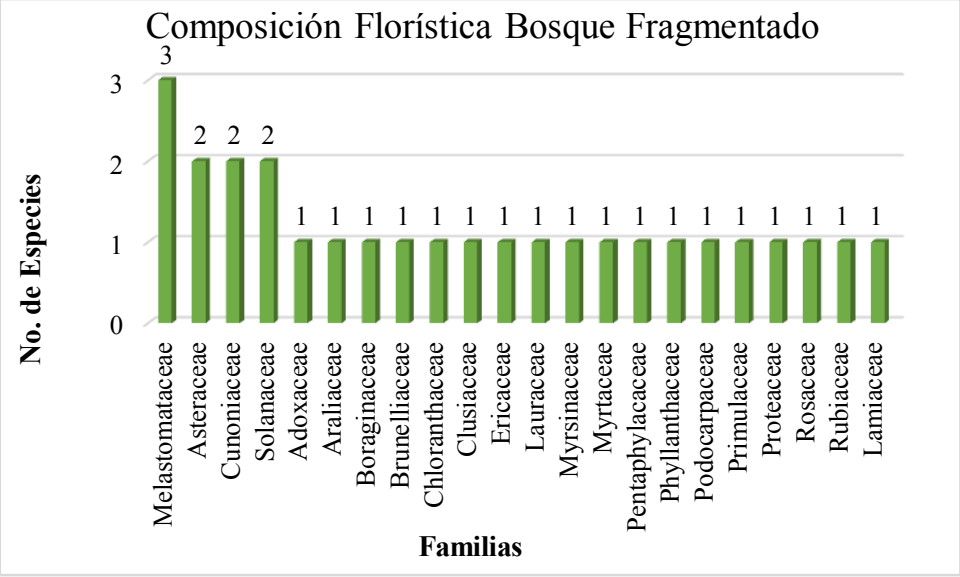


Figura 123. *Composición Florística Cobertura de Bosque Fragmentado*

- **Arbustal**

  - ✓ **Composición Florística en Arbustal:** Del total de individuos muestreados, se identificaron 10 especies, distribuidas en 9 géneros y 5 familias. Del total de plantas vasculares colectadas, se identificaron 9 hasta especie y una hasta género (*Tabla 274*).

Tabla 274. *Composición Florística Cobertura de Bosque Fragmentado.*

Familia	Especie
Bignoniaceae	Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose
Cactaceae	*Opuntia dillenii* (Ker Gawl.) Haw.
Cactaceae	Pilocereus sp.
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus tubulosus* (Müll. Arg.) I.M. Johnst
Euphorbiaceae	Jatropha gossypiifolia L.
Fabaceae	Acacia farnesiana (L.) Willd.
Fabaceae	*Acacia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth.
Fabaceae	Caesalpinia cassioides Willd.
Fabaceae	*Senna obtusifolia* (L.) H.S. Irwin & Barneby
Verbenaceae	*Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson

La familia mejor representada es Fabaceae con 4 especies: *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Acacia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *Caesalpinia cassioides* Willd y *Senna obtusifolia* (L.) H.S. Irwin & Barneby, seguida de la familia Cataceae y Euphorbiaceae con 2 especies para cada una: *Opuntia dillenii* (Ker Gawl.) Haw., *Pilocereus* sp., *Cnidoscolus tubulosus* (Müll. Arg.) I.M. Johnst y *Jatropha gossypifolia* L.; las familias Bignoniaceae y Verbenaceae únicamente reportaron una sola especie (Figura 107).

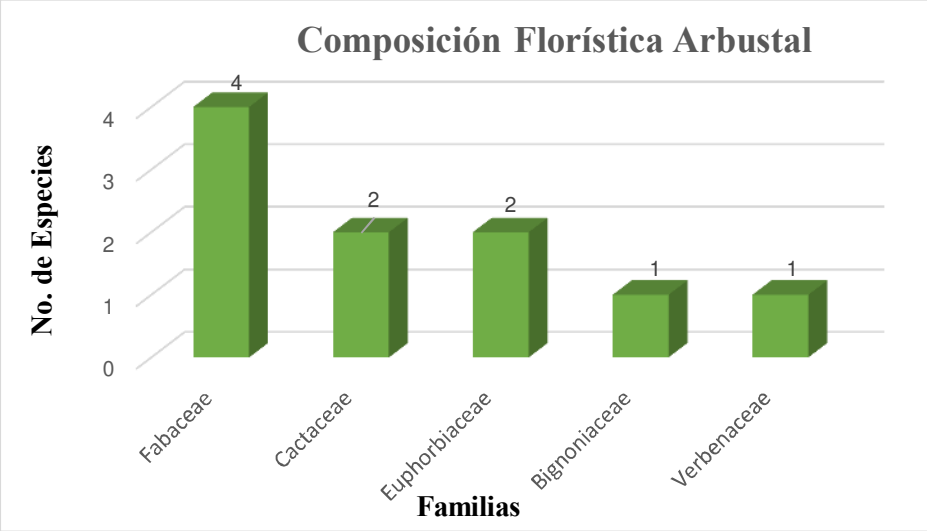


Figura 124. *Composición Florística Cobertura de Arbustal*

- **Herbazal Denso**

Composición Florística en Herbazal Denso: Del total de plantas vasculares muestreadas, se identificaron un total de 23 especies, distribuidas en 21 géneros y 17 familias. Del total de plantas encontradas, se identificaron 22 hasta especie y una hasta género (Tabla 275).

Tabla 275. *Composición Florística Cobertura de Herbazal Denso*

Familia	Especie
Aquifoliaceae	*Ilex colombiana Cuatrec.*
Asteraceae	*Espeletia pycnophylla Cuatrec.*
Asteraceae	*Diplostephium floribundum (Benth.) Wedd.*
Asteraceae	*Diplostephium hartwegii Hieron.*
Blechnaceae	*Blechnum auratum (Fée) R.M. Tryon & Stolze*
Bromeliaceae	*Guzmania candelabrum (André) André ex Mez*
Bromeliaceae	*Puya cuatrecasasii L.B. Sm.*
Celastraceae	*Maytenus laxiflora Triana & Planch*
Chloranthaceae	*Hedyosmum cumbalense H. Karst.*
Clethraceae	*Clethra ovalifolia Turcz.*
Clusiaceae	*Clusia multiflora Kunth*
Cunoniaceae	*Weinmannia brachystachya Willd. ex Pamp.*
Ericaceae	*Plutarchia angulata A.C. Sm.*
Ericaceae	*Gaultheria cordifolia Kunth*
Hypericaceae	*Hypericum lancioides Cuatrec.*
Hypericaceae	*Hypericum laricifolium Juss.*
Lycopodiaceae	*Lycopodium clavatum L.*
Melastomataceae	*Miconia chlorocarpa Cogn.*
Myrtaceae	*Mircyanthes sp.*
Orchidaceae	*Odontoglossum angustatum Lindl.*
Orchidaceae	*Epidendrum torquatum Lindl.*
Poaceae	*Cortaderia nitida (Kunth) Pilg.*
Rosaceae	*Hesperomeles obtusifolia (Pers.) Lindl.*

La familia más representativa de este tipo de cobertura es Asteraceae con 3 especies: ***Espeletia pycnophylla*** Cuatrec., ***Diplostephium floribundum*** (Benth.) Wedd y ***Diplostephium hartwegii*** Hieron; le siguen las familias Bromeliaceae, Ericaceae, Hypericaceae y Orchidaceae con 2 especies y el resto de familias registraron una sola especie (Figura 108).

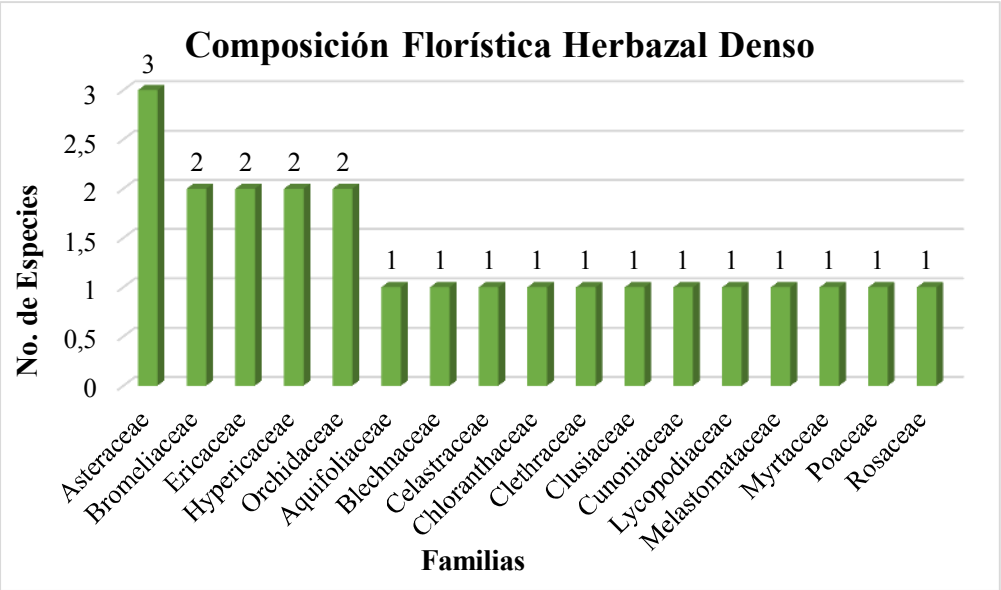


Figura 125. *Composición Florística Cobertura de Herbazal Denso*

De acuerdo con el número de familias reportado en todos los tipos de cobertura (Bosque Denso (Altoandino y Bosque Seco), Bosque Ripario, Bosque Fragmentado, Arbustal y Herbazal Denso) en la Cuenca del Río Mayo, las familias que presentaron mayor número de especies son: Melastomataceae, Asteraceae, Cunoniaceae, Fabaceae, Lauraceae, Ericaceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae (Tabla 276).

Tabla 276. *Familias más representativas de las Coberturas en la Cuenca del Río Mayo*

Familias	No. de Especies
Melastomataceae	10
Asteraceae	7
Cunoniaceae	5
Fabaceae	5
Lauraceae	4
Ericaceae	3
Euphorbiaceae	3
Rubiaceae	3

De acuerdo con el total de especies registradas (93) en los diferentes tipos de cobertura para la Cuenca del río Mayo, el 73,12% coinciden con las especies registradas en el trabajo de

recomendación para la delimitación, por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, del Complejo de Páramos Doña Juana - Chimayoy a escala 1:25.000 (IAvH, 2016).

Tomando como referente el trabajo elaborado por Munar et al (2004) en la Reserva Santa Helena en el municipio de La Cruz, se determinó que las familias más abundantes son Melastomataceae, Myrsinaceae, Cunoniaceae, y Lauraceae, coincidiendo algunas de ellas con lo reportado en el presente estudio, destacando que los muestreos realizados en Bosque Denso (Altoandino), Herbazal Denso, Bosque Ripario y Fragmentado, se realizaron en localidades cercanas a Santa Helena y algunos de ellos en esta Reserva.

Las especies encontradas en las coberturas mencionadas están relacionadas con las en la formación andina, en el sentido de Cuatrecasas (1958). Según Opepa 2017, refiere que uno de los géneros más importantes de árboles dominantes en los distintos bosques andinos de Colombia son los del género Weinmannia al igual que las especies de los géneros Brunellia, Myrcianthes, Clusia, Gaiadendron, Myrica, Tibouchina, Miconia, Saurauia, Hedyosmum, Clethra, Escallonia, Polylepis y Vallea, entre muchos otros.

Para la zonas de bosque fragmentado en la Cuenca del Río Mayo las familias más representativas son: Melastomataceae, Asteraceae, Cunoniaceae y Solanaceae, para Bosque Ripario son: Asteraceae, Cunoniaceae y Melastomataceae y para Bosque Denso (Altoandino) son: Melastomataceae, Cunoniaceae, Araliaceae y Asteraceae, coincidiendo en gran parte con lo reportado por Alvear et al, 2009 en el estudio realizado en remanentes de bosque ubicados en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Los Nevados en la cordillera central de Colombia, considerando a las familias más abundantes: Asteraceae, Melastomataceae y Solanaceae, así mismo en el estudio realizado por Bohorquez et al (2011), quienes reportan que las familias más abundantes en el estudio de Estructura y Composición Arbórea de los Bosques Altoandinos en Salamina, Caldas corresponden a: Rubiaceae, Cunoniaceae, Melastomataceae y Chloranthaceae, características de bosques andinos.

En los resultados en Bosque Denso, Ripario y Fragmentado, sobresalen las familias Melastomataceae y Asteraceae, consideradas importantes en los bosques andinos, igualmente identificadas como importantes en los bosques andinos del Ecuador (Valencia y Jorgensen, 1992). Así mismo, se resalta que los frutos y semillas de estas familias constituyen fuente de

recursos puesto que hacen parte de la dieta de insectos y pequeños vertebrados, logrando que estas familias sean endémicas y tengan un amplio rango de distribución, siendo algunos representantes de carácter pionero (www.ecología.info, citado por Palacios, 2012)

En lo referente a la cobertura de Herbazal Denso de la Cuenca Alta del río Mayo, las familias más representativas son: Asteraceae, Bromeliaceae, Ericaceae, Hypericaceae y Orchidaceae, correspondiendo con lo reportado por Rangel et al (2000) para la franja altoandina de Colombia, considerando a las familias más ricas en géneros y especies a: Asteraceae, Orchidaceae, Poaceae, Melastomataceae, Bromeliaceae y Ericaceae.

En lo perteneciente a Bosque Denso (Bosque Seco) y Arbustal, las familias más representativas son: Euphorbiaceae, Fabaceae y Cactaceae, confirmando lo reportado por el IAvH y la Universidad del Cauca (2014) en su estudio de Composición florística y estructura de cinco parcelas permanentes y en bosques secos tropicales del Patía Caucano, en el que resalta que las familias más importantes son: Fabaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Annonaceae, Salicaceae, Myrtaceae, Bignoniaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae, Rhamnaceae, Lauraceae, entre otras, al igual que lo reportado por GAICA (2014) en investigaciones realizadas en el bosque seco del Enclave Subxerofítico del Patía, quienes reportan que las familias más importantes son: Fabaceae (Leguminosae), Malvaceae, Euphorbiaceae, Verbenaceae y Asteraceae.

Mediante la metodología de Evaluaciones Ecológicas Rápidas (EER), aplicada para el muestreo en Coberturas priorizadas para la Cuenca del río Mayo, demuestra que, a pesar del bajo número de parcelas establecidas, los datos arrojados en el número de especies y familias son considerables, determinado una composición representativa para la Cuenca.

- ***Estructura y Fisionomía***

Los parámetros fisionómicos tales como alturas e Índice de Valor de Importancia, fueron analizados por cada uno de los tipos de cobertura estudiados, como se presenta a continuación:

- **Bosque Denso**

✓ **Estructura y Fisionomía en Bosque Denso (Altoandino):** Según los datos tomados en campo, para la Cobertura de Bosque Denso en zonas altoandinas, los árboles y arbustos se distribuyeron en 6 clases de altura, considerando que la mayoría de individuos se concentran en las clases 3, 4 y 5, con alturas entre 6 a 11,9 metros. Los árboles para este tipo de cobertura presentan alturas máximas de 14 metros (Figura 109).

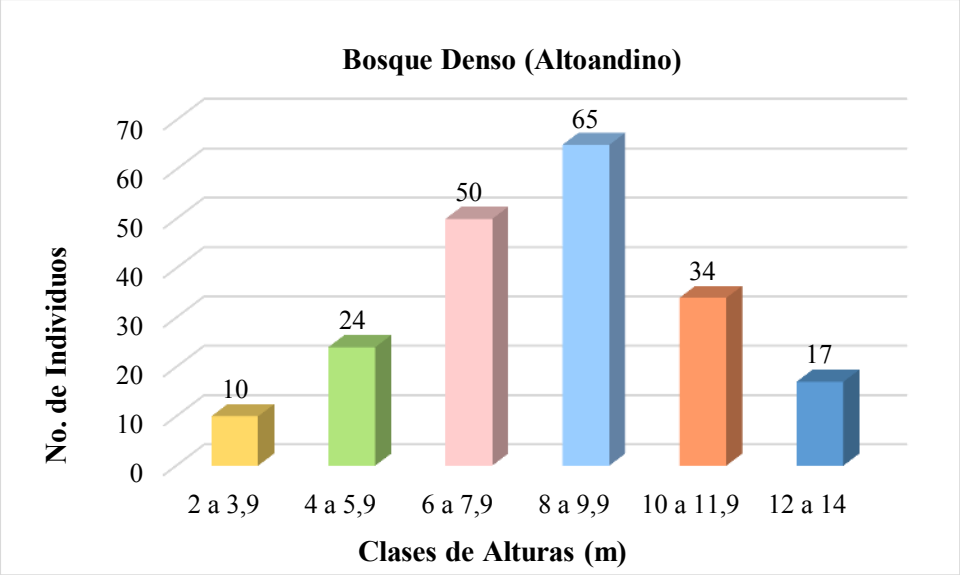


Figura 126. *Distribución de alturas en la Cobertura de Bosque Denso (Altoandino)*

De acuerdo con los resultados obtenidos en el IVI para Bosque Denso en áreas altoandinas, las especies que presentaron mayor peso ecológico son: *Schefflera marginata* Cuatrec (64,20), *Weinmannia engleriana* Hieron (27,45), *Clethra rugosa* Steyerm (20,97) y *Ocotea infrafoveolata* van der Werff (16,24) con un peso total de 128,86. La densidad relativa de las mismas corresponde al 39,5% y las más representativas son *Schefflera marginata* Cuatrec con 20% y *Weinmannia engleriana* Hieron con 11,5%. En cuanto a área basal, las especies más dominantes son *Schefflera marginata* Cuatrec y *Ocotea infrafoveolata* van der Werff con valores de 37,75% y 10,02% respectivamente, seguidas de *Clethra rugosa* Steyerm con un 9,52% y *Weinmannia engleriana* Hieron con un 9,49%; en total estas 4 especies representan el 66,78% de la dominancia en este tipo de cobertura (Tabla 253) (Fotografía 33 y Figura 110).

Tabla 277. *Índice de Valor de Importancia para la Cobertura de Bosque Denso (Altoandino)*

ESPECIE	DENSIDAD RELATIVA (%)	AREA BASAL RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	IVI
Schefflera marginata Cuatrec.	20	37,75	6,45	64,20
Weinmannia engleriana Hieron.	11,5	9,49	6,45	27,45
Clethra rugosa Steyerm.	5	9,52	6,45	20,97
Ocotea infrafoveolata van der Werff	3	10,02	3,23	16,24
Miconia chlorocarpa Cogn.	4,5	3,54	6,45	14,50
Axinaea macrophylla (Naudin) Triana	8	3,20	3,23	14,43
Oreopanax nigrum Cuatrec.	6	2,52	3,23	11,75
Brunellia bullata Cuatrec.	4,5	2,87	3,23	10,59
Macleania rupestris (Kunth) A.C. Sm.	3	2,90	3,23	9,13
Gaiadendron punctatum (Ruiz & Pav.) G. Don	3,5	2,04	3,23	8,76
Diplostephium floribundum (Benth.) Wedd.	3	2,18	3,23	8,40
Miconia nodosa Cogn.	2	2,66	3,23	7,88
Weinmannia rollottii Killip	2,5	1,66	3,23	7,38
Topobea sp.	2	1,76	3,23	6,99
Weinmannia elliptica Kunth	1,5	2,08	3,23	6,81
Tibouchina grossa (L. f.) Cogn.	2,5	0,84	3,23	6,57
Palicourea amethystina (Ruiz & Pav.) DC.	2,5	0,76	3,23	6,49
Viburnum triphyllum Benth.	2,5	0,73	3,23	6,46
Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	2,5	0,56	3,23	6,28
Siparuna echinata (Kunth) A. DC.	2	0,75	3,23	5,97
Clidemia sp.	1,5	1,16	3,23	5,89
Dicksonia sellowiana Hook.	2	0,42	3,23	5,65
Ilex pernervata Cuatrec.	1,5	0,36	3,23	5,09
Baccharis nitida (Ruiz & Pav.) Pers.	1,5	0,09	3,23	4,81
Tournefortia fuliginosa Kunth	0,5	0,07	3,23	3,80
Aegiphila bogotensis (Spreng.) Moldenke	0,5	0,06	3,23	3,79
Desfontainia spinosa Ruiz & Pav.	0,5	0,01	3,23	3,73

.



Fotografía 39. *Cobertura de Bosque Denso (Altoandino)*

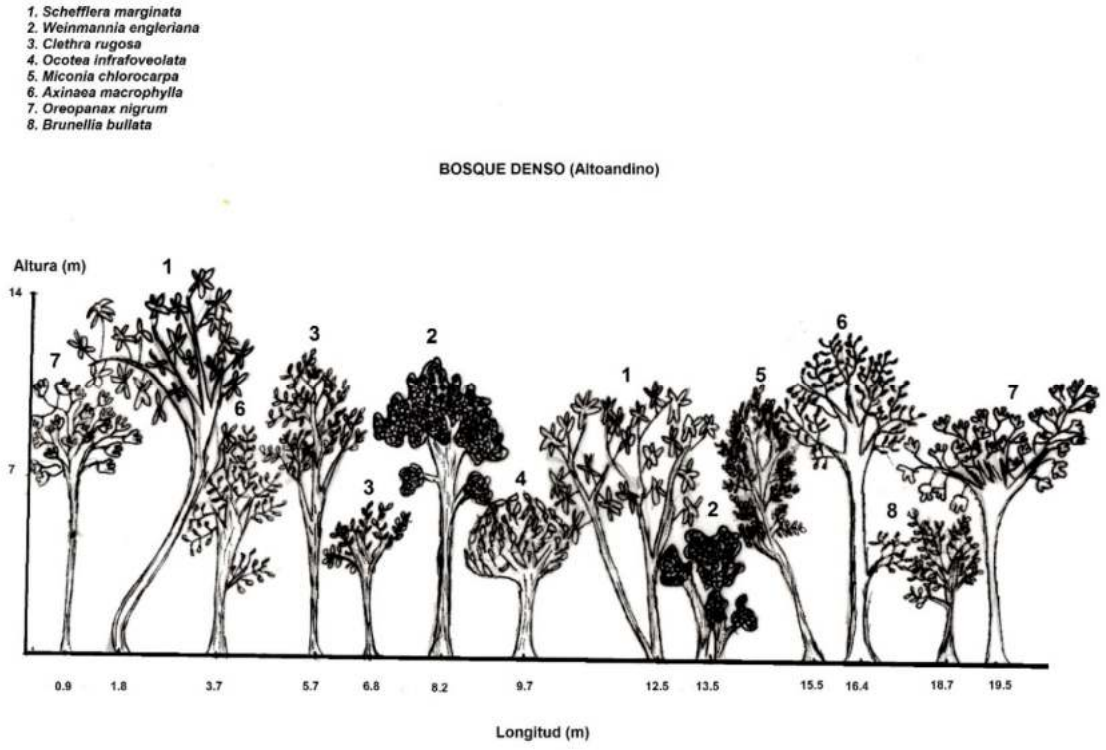


Figura 127. *Perfil vegetación Cobertura de Bosque Denso (Altoandino)*

- ✓ **Estructura y Fisionomía en Bosque Denso (Bosque Seco):** Los resultados obtenidos demuestran que para la Cobertura de Bosque Denso en ecosistemas secos, los individuos de acuerdo a la altura se distribuyen en 5 clases, arrojando que la mayoría de individuos se agrupan en las primeras clases con alturas entre los 1,5 a 4,9 m con un total de 169 individuos y que muy pocos individuos se agrupan en la última clase (5) llegando a alturas máximas de 11 metros (Figura 111).

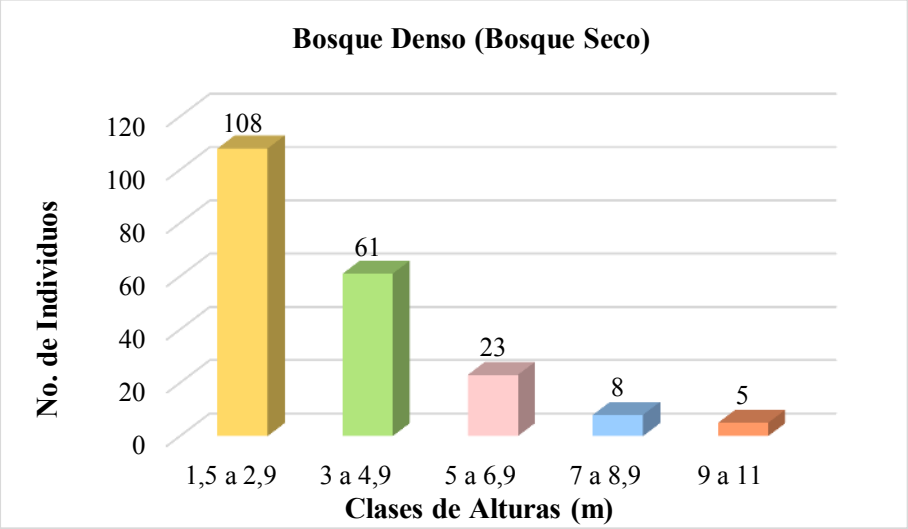


Figura 128. *Distribución de alturas en la Cobertura de Bosque Denso (Bosque Seco)*

En cuanto a los parámetros estructurales, se puede deducir que las especies que presentan mayor área basal son *Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth* con un porcentaje de 35,50%, seguida de *Zanthoxylum fagara (L.) Sarg* con un valor de 23,52% y *Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose* con un valor de 19,68%, representando el 78,70% de la dominancia de la cobertura. Se observa que según los datos de densidad relativa las especies que presentaron valores altos son *Senna obtusifolia (L.) H.S. Irwin & Barneby* con un 27%, seguida de *Handroanthus chrysanthus (Jacq.)* con un 19,5% y finalmente *Lippia alba (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson* con un 15,5%. Con respecto al IVI, se puede determinar que las especies que presentan mayor peso ecológico son *Handroanthus chrysanthus (Jacq.)* (49,70), *Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth* (43,77), *Zanthoxylum fagara (L.) Sarg* (43,55) y *Senna obtusifolia (L.) H.S. Irwin & Barneby* (42,39), representando el 59,8% y las seis especies restantes con un valor de 120,60 que equivalen al 40,2% del peso total (Tabla 254) (Fotografía 34 y Figura 112).

Tabla 278. *Índice de Valor de Importancia para la Cobertura de Bosque Denso (Bosque Seco)*

ESPECIES	DENSIDAD RELATIVA (%)	AREA BASAL RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	IVI
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	19,5	19,68	10,53	49,70
Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth.	3	35,50	5,26	43,77
Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.	9,5	23,52	10,53	43,55
Senna obtusifolia (L.) H.S. Irwin & Barneby	27	4,86	10,53	42,39
Lippia alba (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson	15,5	5,87	10,53	31,90
Caesalpinia cassioides Willd.	10	7,16	10,53	27,69
Croton ferrugineus Kunth	8	0,67	10,53	19,20
Cnidoscolus tubulosus (Müll. Arg.) I.M. Johnst	5,5	0,39	10,53	16,41
Opuntia dillenii (Ker Gawl.) Haw.	1	2,30	10,53	13,83
Jatropha gossypiifolia L.	1	0,04	10,53	11,57



Fotografía 40. *Cobertura de Bosque Denso (Bosque seco).*

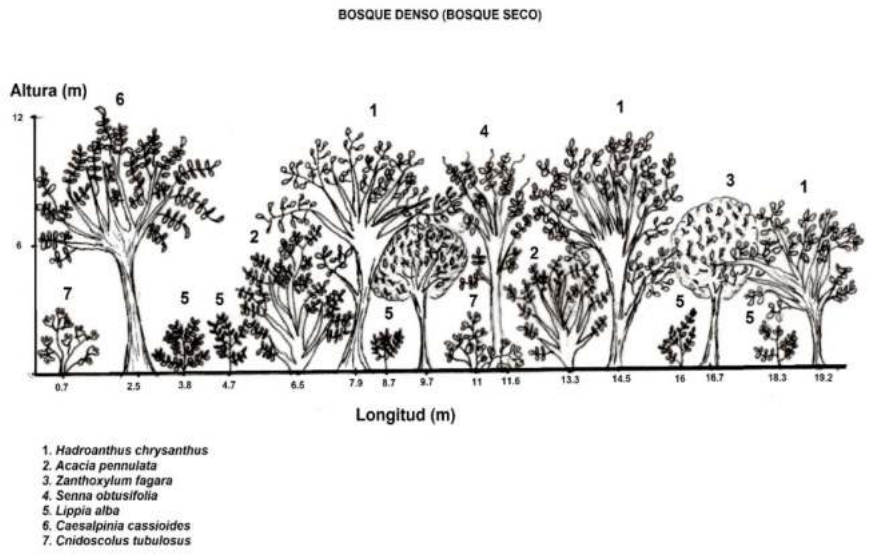


Figura 129. *Perfil Vegetación Cobertura Bosque Denso (Bosque Seco)*

- **Bosque Ripario**

  - ✓ **Estructura y Fisionomía en Bosque Ripario:** La distribución de alturas para este tipo de cobertura se encuentra entre rangos de 1,9 a 15 metros comprendidos en 6 clases. El mayor número de individuos se concentran en las clases 2 y 3 con 211 individuos con alturas entre los 3 a 6,9 metros. Las clases 1 y 6 entre 1,9 a 2,9 metros y 12 a 15 metros presentan el menor número de individuos con 14 y 8 respectivamente (Figura 113).

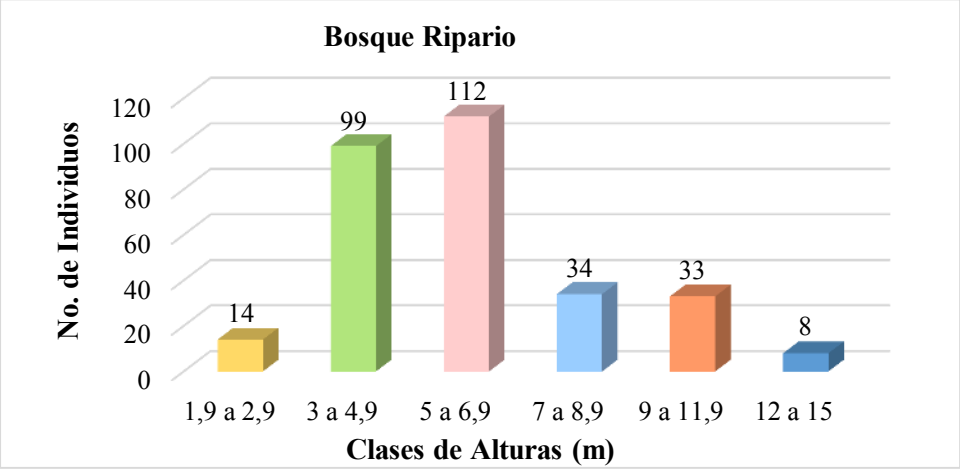


Figura 130. *Distribución de alturas en la Cobertura de Bosque Ripario.*

En lo relacionado a esta cobertura, de las 32 especies registradas, 7 de ellas representan el 52,66% del peso ecológico, con un IVI de 157,99 siendo las más destacadas: *Hedyosmum goudotianum* Solms (41,27), *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur (38,60), *Weinmannia rollottii* Killip (21,70), *Piper barbatum* Kunth (15,73), *Palicourea angustifolia* Kunth (15,081), *Weinmannia pubescens* Kunth (13,04) y *Phyllanthus salviifolius* Kunth (12). Las especies que presentan mayor densidad relativa son *Hedyosmum goudotianum* Solms con 15,67% y *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur con el 13%. La mayor dominancia la registran: *Hedyosmum goudotianum* Solms con el 22,22%, seguido de *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur con el 20,51%, *Weinmannia rollottii* Killip con el 13,64% y *Phyllanthus salviifolius* Kunth con el 4,45% que representan el 60,82% (Tabla 255) (Fotografía 35 y Figura 114).

Tabla 279. *Índice de Valor de Importancia para la Cobertura de Bosque Ripario*

Especie	Densidad Relativa (%)	Area Basal Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Ivi
Hedyosmum goudotianum Solms	15,67	22,22	3,39	41,27
Morella pubescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	13,00	20,51	5,08	38,60
Weinmannia rollottii Killip	4,67	13,64	3,39	21,70
Piper barbatum Kunth	8,33	2,31	5,08	15,73
Palicourea angustifolia Kunth	8,67	3,03	3,39	15,08
Verbesina arborea Kunth	4,00	4	5,08	13,04
Weinmannia pubescens Kunth	5,67	3,52	3,39	12,58
Phyllanthus salviifolius Kunth	5,67	4,45	1,69	11,81
Dicksonia sellowiana Hook.	4,00	2,81	3,39	10,20
Brunellia putumayensis Cuatrec.	1,00	4,56	3,39	8,95
Freziera canescens Bonpl.	1,33	3,54	3,39	8,26
Viburnum triphyllum Benth.	2,67	2,04	3,39	8,09
Solanum asperolanatum Ruiz & Pav.	2,00	0,82	5,08	7,91
Clusia sp.	3,33	1,05	3,39	7,77
Miconia theaezans (Bonpl.) Cogn.	1,67	0,22	5,08	6,97
Lepechinia vulcanicola J.R.I. Wood	2,33	2,70	1,69	6,73

Especie	Densidad Relativa (%)	Area Basal Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Ivi
Erato vulcanica (Klatt) H. Rob.	2,67	0,43	3,39	6,49
Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	2,00	0,18	3,39	5,57
Brunellia bullata Cuatrec.	0,33	3,51	1,69	5,54
Miconia jahnii Pittier	2,33	1,49	1,69	5,52
indeterminada 1	1,00	0,25	3,39	4,64
Weinmannia elliptica Kunth	0,67	0,48	3,39	4,54
Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.) Pers.	0,67	0,32	3,39	4,37
Saurauia brachybotrys Turcz.	0,67	0,27	3,39	4,33
Geissanthus serrulatus Mez	0,67	0,06	3,39	4,11
Psychotria alba Ruiz & Pav.	0,67	0,06	3,39	4,11
Cleome arborea Schrad.	1,67	0,32	1,69	3,68
Nectandra sp.	0,67	0,94	1,69	3,30
Mimosa quitensis Benth.	0,67	0,21	1,69	2,57
Siparuna echinata (Kunth) A. DC.	0,67	0,06	1,69	2,42
Ocotea sp.	0,33	0,03	1,69	2,06
Tibouchina mollis (Bonpl.) Cogn.	0,33	0,03	1,69	2,06



Fotografía 41. *Cobertura de Bosque Ripario*

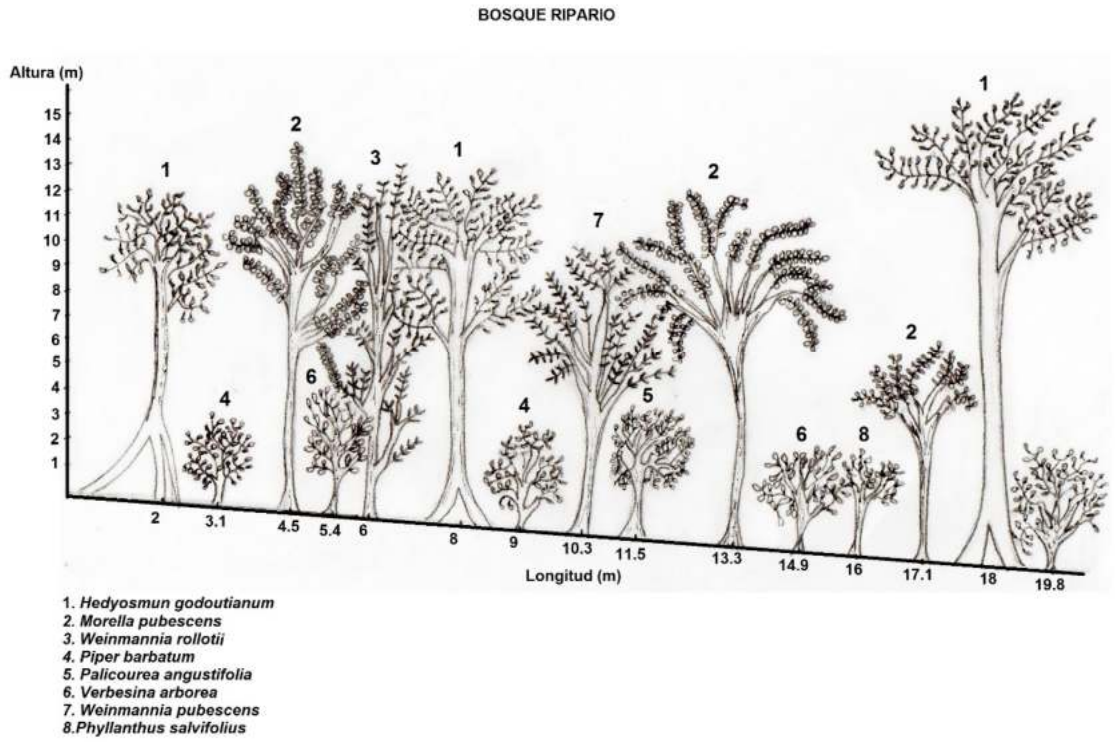


Figura 131. *Perfil Vegetación Cobertura de Bosque Ripario*

- **Bosque Fragmentado**

  - ✓ **Estructura y Fisionomía en Bosque Fragmentado:** Según la distribución de clases de altura para este tipo de cobertura, los individuos se encuentran en 6 clases entre los 1,7 a 14 metros, entre árboles y arbustos. Las clases con mayor número de individuos, se perciben entre los 3 a 11,9 metros, con un total de 261 individuos. Las clases de alturas 1 y 6, presentan 13 individuos entre 1,7 a 2,9 metros y 26 individuos con alturas entre los 12 a 14 metros (Figura 115).

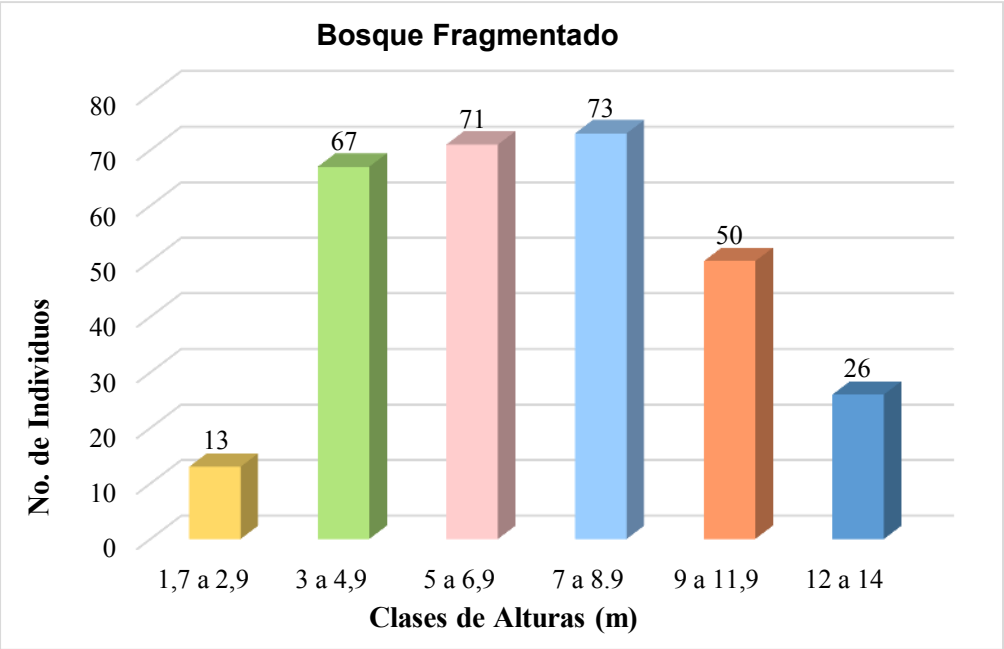


Figura 132. *Distribución de alturas en la Cobertura de Bosque Fragmentado.*

Para la cobertura de Bosque Fragmentado, de las 27 especies identificadas, 5 de ellas representan el 50,75% del peso ecológico con un 152,27 entre las que se encuentran: Axinaea macrophylla (Naudin) Triana (69,49), Tournefortia fuliginosa Kunth (32,12), Weinmannia rollottii Killip (19,01), Hedyosmum goudotianum Solms (16,40) y Brunellia bullata Cuatrec (15,35). Las especies que presentan mayor densidad relativa son: Axinaea macrophylla (Naudin) Trianacon 30,33%, Tournefortia fuliginosa Kunth con 12%, Weinmannia rollottii Killip con 7,67%, Hedyosmum goudotianum Solms y Brunellia bullata Cuatrec con el 6,33% para cada una, sumando un total de 62,67%. En cuanto a las especies con mayor área basal, se registran a: Axinaea macrophylla (Naudin) Triana con el 33,80%, seguido de Tournefortia fuliginosa Kunth con el 16,6%, Geissanthus serrulatus Mez con el 6,63% y Weinmannia rollottii Killip con el 6,08%, que representan el 63,12% del total (Tabla 256) (Fotografía 36 y Figura 116).

Tabla 280. *Índice de Valor de Importancia para la Cobertura de Bosque Fragmentado*

Especies	Densidad Relativa (%)	Area Basal Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Ivi
Axinaea macrophylla (Naudin) Triana	30,33	33,80	5,26	69,40
Tournefortia fuliginosa Kunth	12,00	16,61	3,51	32,12
Weinmannia rollottii Killip	7,67	6,08	5,26	19,01
Hedyosmum goudotianum Solms	6,33	4,80	5,26	16,40
Brunellia bullata Cuatrec.	6,33	3,75	5,26	15,35
Geissanthus serrulatus Mez	3,00	6,63	5,26	14,89
Weinmannia engleriana Hieron.	3,67	4,81	5,26	13,74
Viburnum triphyllum Benth.	4,33	3,02	5,26	12,62
Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.) Pers.	2,00	5,35	3,51	10,86
Oreopanax nigrum Cuatrec.	1,33	5,61	3,51	10,45
Hieronyma macrocarpa Müll. Arg.	4,00	0,81	3,51	8,32
Myrsine arbórea (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult.	1,67	0,56	5,26	7,49
Freziera canescens Bonpl.	3,33	0,34	3,51	7,18
Solanum asperolanatum Ruiz & Pav.	2,00	1,42	3,51	6,93
Clidemia sp.	1,33	1,86	3,51	6,71
Sessea graciliflora Bitter	1,33	1,46	3,51	6,30
Palicourea angustifolia Kunth	1,67	0,86	3,51	6,03
Persea mutisii Kunth	2,00	0,10	3,51	5,60
Verbesina arbórea Kunth	1,00	0,18	3,51	4,69
Tibouchina semidecandra (Mart. & Schrank ex DC.) Cogn.	0,67	0,11	3,51	4,28
Macleania rupestris (Kunth) A.C. Sm.	0,67	0,06	3,51	4,23
Podocarpus oleifolius D. Don ex Lamb.	0,67	0,04	3,51	4,22
Roupala pachypoda Cuatrec.	0,67	0,58	1,75	3,00
Myrcianthes discolor (Kunth) McVaugh	0,67	0,40	1,75	2,82
Hesperomeles glabrata Kunth	0,67	0,31	1,75	2,73
Aegiphila bogotensis (Spreng.) Moldenke	0,33	0,28	1,75	2,37
Clusia sp.	0,33	0,18	1,75	2,27



Fotografía 42. *Cobertura de Bosque Fragmentado*

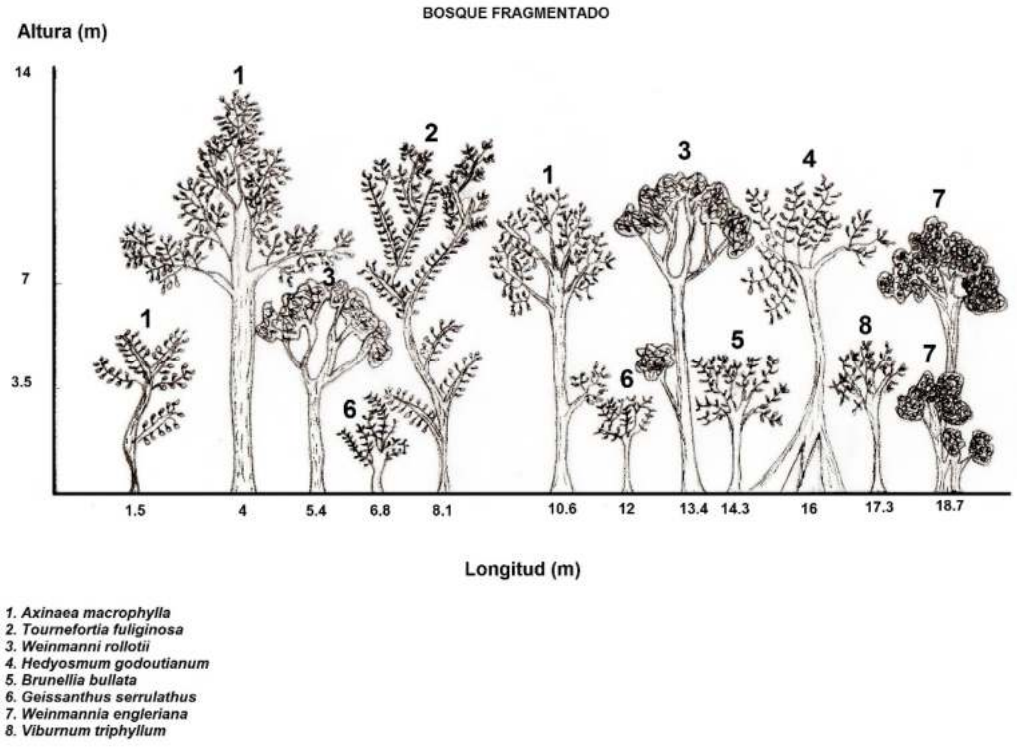


Figura 133. *Perfil Vegetación Cobertura de Bosque Fragmentado*

- **Arbustal**

  ✓ **Estructura y Fisionomía en la Cobertura de Arbustal:** De acuerdo con el número de individuos registrados, se distribuyeron 3 clases de alturas. Al igual que en la Cobertura de Bosque Denso para el Ecosistema de Bosque Seco, 67 individuos se concentran en la primera clase comprendida entre los 1,4 a 2,9 metros, seguida de la segunda con 53 individuos entre los 3 a 4,9 metros y finalizando en la clase 3 con 30 individuos comprendidos entre los 5 a 7 metros (Figura 117).

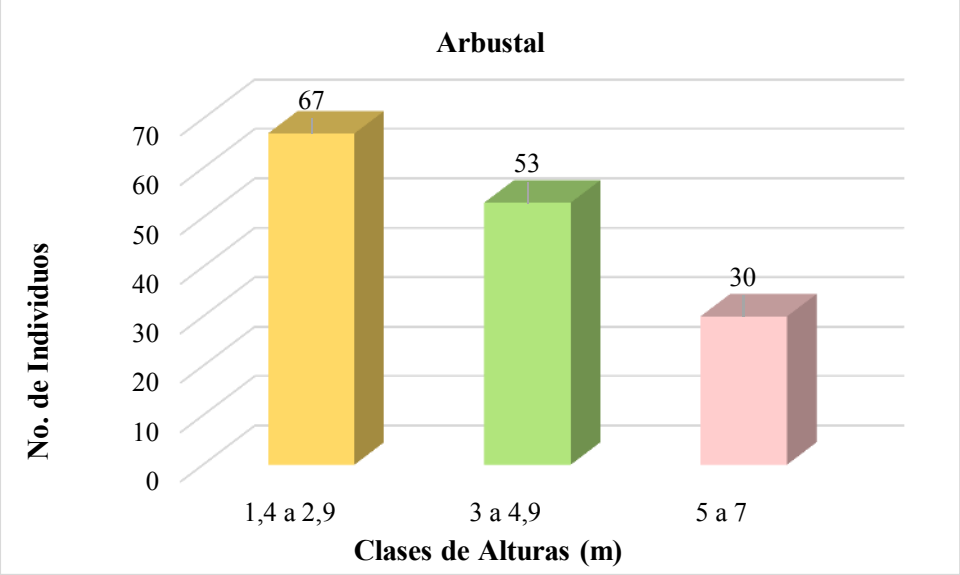


Figura 134. *Distribución de alturas en la Cobertura de Arbustal.*

Según los resultados obtenidos en el IVI para la Cobertura de Arbustal, el peso ecológico se concentra en tres especies, siendo las más representativa *Lippia alba* (Mill.) N.E. B. ex Britton & P. Wilson con un 90,09, seguida de *Pilocereus* sp con el 38,62 y *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose con 32,59, representando el 53,76% del peso total de 10 especies registradas. La densidad relativa de las más representativas corresponde al 60% con *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson con un 33,33%, seguida de *Pilocereus* sp con un 17,33% y *Caesalpinia cassioides* Willd con el 10,67%. En cuanto a área basal, las especies más dominantes son *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson con un 47,66%, seguida de *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose con un 14,16%, luego con *Pilocereus* sp con el 12,20% y finalizando con *Acacia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth con el 11,38%; en total estas

4 especies representan el 85,40% de la dominancia en este tipo de cobertura (Tabla 257) (Fotografía 37 y Figura 118).

Tabla 281. *Índice de Valor de Importancia para la Cobertura de Arbustal.*

Especie	Densidad Relativa (%)	Area Basal Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Ivi
Lippia alba (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson	33,33	47,66	9,09	90,09
Pilocereus sp.	17,33	12,20	9,09	38,62
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O. Grose	9,33	14,16	9,09	32,59
Opuntia dillenii (Ker Gawl.) Haw.	6,67	6,68	13,64	26,98
Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth.	6,00	11,38	9,09	26,47
Caesalpinia cassioides Willd.	10,67	1,33	13,64	25,63
Senna obtusifolia (L.) H.S. Irwin & Barneby	4,67	0,86	13,64	19,16
Jatropha gossypiifolia L.	5,33	0,89	9,09	15,32
Acacia farnesiana (L.) Willd.	2,67	3,13	9,09	14,89
Cnidoscolus tubulosus (Müll. Arg.) I.M. Johnst	4,00	1,71	4,55	10,25

.



Fotografía 43. *Cobertura de Arbustal*

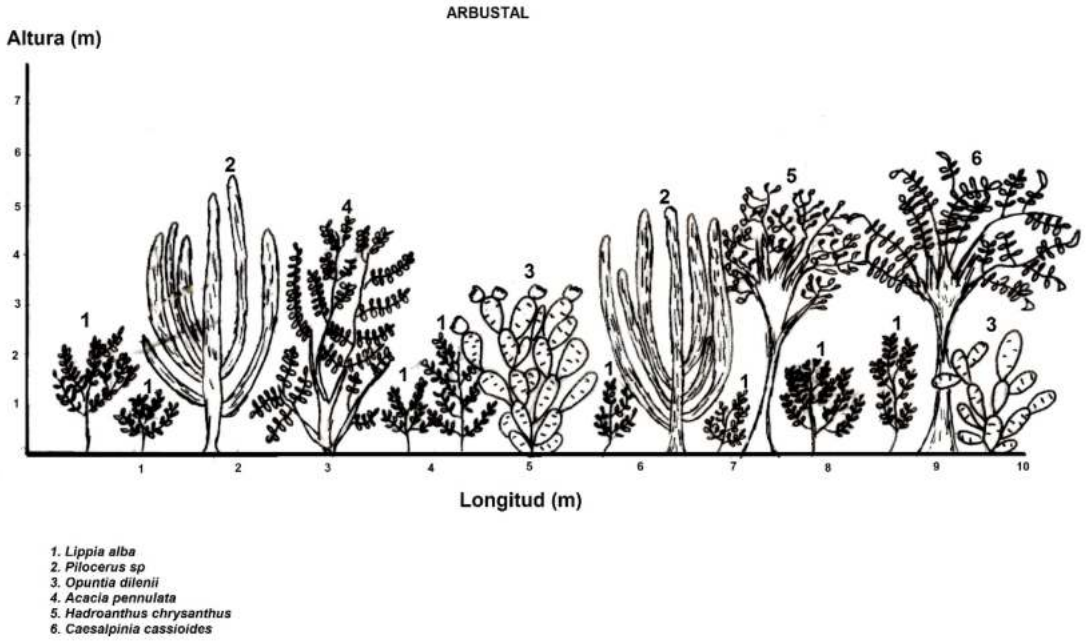


Figura 135. *Perfil Vegetación Cobertura de Arbustal*

- **Herbazal Denso**

  - ✓ **Estructura y Fisionomía en la Cobertura de Herbazal:** Para este tipo de cobertura, según la metodología empleada, se realizó la toma de datos de las especies en cuanto a porcentaje de coberturas en zonas paramunas.

De acuerdo con los datos obtenidos, los estratos dominantes son el herbáceo y el arbustivo. Las hierbas alcanzan alturas hasta de 1,4 metros y los arbustos alturas hasta de 2 metros.

Las especies dominantes que cubren el mayor porcentaje de cobertura, son: *Espeletia pycnophylla* Cuatrec, *Blechnum aura*tum (Fée) R.M. Tryon & Stolze, *Weinmannia brachystachya* Willd ex Pamp, *Lycopodium clavatum* L. y *Guzmania candelabrum* (André) André ex Mez (Figura 119 y Fotografía 38).

Esta cobertura se caracteriza por presentar capas gruesas de materia orgánica y alta reserva de agua.



Fotografía 44. *Herbazal denso*

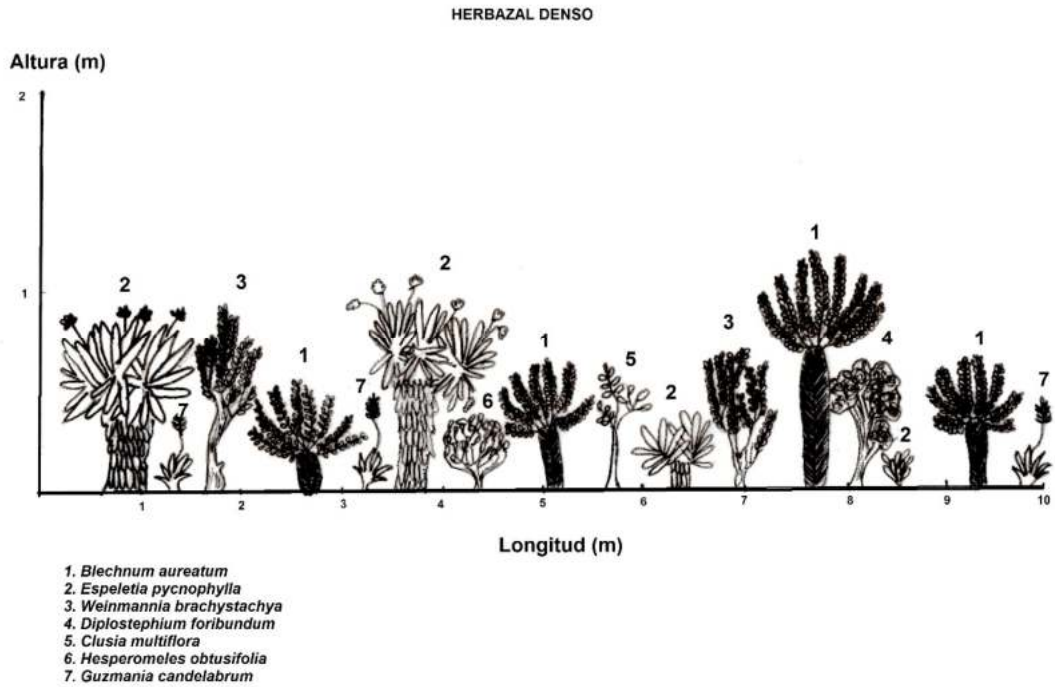


Figura 136. *Perfil Vegetación Cobertura de Herbazal Denso*

En cuanto a la estructura vertical, para los tipos de cobertura priorizados en la Cuenca del río Mayo, los estratos estudiados corresponden al arbustivo y arbóreo para el caso de Bosque Denso (Altoandino y Seco), Ripario, Fragmentado y Arbustal. En la cobertura de Herbazal Denso se estudiaron los estratos arbustivo y herbáceo.

La distribución de clases de alturas, las coberturas de Bosque Denso (Altoandino), Bosque Ripario y Bosque Fragmentado, presentan una concentración baja de individuos en la primera clase, la cual incrementa para las clases intermedias y disminuye en las clases más altas.

Para Bosque Denso (Altoandino) los individuos alcanzan alturas de 14 metros. La mayoría de individuos se concentra en las clases III, IV y V, representando un 69,5% del total de individuos. Así mismo para Bosque Fragmentado, los individuos se concentran en las clases II, III y IV con un valor de 70,3% y los individuos alcanzan alturas máximas de 14 m. Finalmente para el Bosque Ripario, el mayor número de individuos se concentran en las clases II y III representando igualmente el 70,3% del total de individuos y alcanzan una altura máxima de 15 metros.

La tendencia de las clases de altura en estos tipos de cobertura, presentan una distribución normal, semejante a una campana de Gauss, lo que se puede referir que estas coberturas presentan estados avanzados de sucesión, concluyendo que el estado de conservación de las coberturas permite que se dé un proceso sucesional normal donde se encuentran especies de todos los estratos herbáceas, arbustales y arbóreas de manera cíclica.

Por otro lado, para las coberturas de Bosque Denso (Bosque Seco) y Arbustal, la mayoría de individuos se concentra en la primera clase de alturas, correspondiendo a una gráfica con “J invertida”, que constituye la mejor garantía para la sobrevivencia de la comunidad forestal, ya que los individuos de mayores dimensiones son eliminados ocasionalmente o sustituidos por individuos de categorías inferiores, producto de la continua regeneración natural desde las clases inferiores hacia las superiores. La distribución de plantas juveniles en forma de “J” invertida, también indica que las condiciones de luminosidad son adecuadas, en donde existen más especies que son más tolerantes a la sombra (Lamprecht, 1990).

En cuanto a la Estructura Horizontal, a nivel de fisionomía, los datos obtenidos en cada tipo de cobertura priorizado para la Cuenca del río Mayo, demuestran que hay una dominancia de

especies, puesto que muy pocas presentan valores altos de área basal; así mismo se demuestra la tendencia del Índice de Valor de Importancia (IVI).

Cuayal y Ramírez (1993), definen que el índice de importancia que tome una especie depende de varios factores, entre los cuales sobresalen el grosor y el número de individuos, la distribución de los mismos dentro de la fitocenosis y el tamaño de la unidad muestreal. No existe relación entre la madurez del bosque y el valor de importancia de sus especies, no obstante, en bosques maduros aquellas que son dominantes, generalmente tienen índices altos, por lo tanto esto demuestra que los valores de IVI de las coberturas priorizadas en el Cuenca del río Mayo tienden relativamente a ser maduros.

Así mismo, se observa para las diferentes coberturas que muchas especies presentan valores bajos de abundancia y de IVI y pocas especies representando la mayoría de los porcentajes, indicando que este pequeño grupo de especies domina gran parte del espacio y acapara la mayoría de los recursos (Galeano, 2001).

De acuerdo a los valores de IVI las especies más dominantes en las coberturas de Bosque Denso (Altoandino), Ripario y Fragmentado son: *Schefflera marginata* Cuatrec., *Weinmannia engleriana* Hieron., *Hedyosmum goudotianum* Solms, *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur, *Weinmannia rollottii* Killip, *Axinaea macrophylla* (Naudin) *Triana y Tournefortia fuliginosa* Kunth

El dominio de Weinmannia en algunos tipos de cobertura, se ha asociado con factores climáticos, pedológicos y fisiográficos, ya que suelen preferir capas humíferas gruesas y vertientes húmedas (Rangel y Franco, 1985), el dominio de algunas especies se debe a que estas se protegen a sí mismas de sus competidoras e invasoras, al producir sustancias químicas que de algún modo son tóxicas para otras especies.

En relación con la densidad y frecuencia, los datos arrojados para todos los tipos de coberturas, demuestran que las especies no se encuentran bien distribuidas y se concentran en grupos, como lo define Alvis (2009), refiriendo que estas situaciones son frecuentes en la naturaleza debido a variaciones ambientales relativamente pequeñas pero importantes para los individuos que integran la población.

En cuanto a dominancia, para todas las coberturas se observa que en muy pocas especies se concentran valores altos de DAP. Esto también va acompañado de muchos individuos que presentan varios troncos, considerando que estas características estructurales son comunes en matorrales y bosques, siendo una ventaja para las especies leñosas, ya que pueden alcanzar la luz en varias direcciones, un factor determinante en bosques muy densos; por otra parte es un mecanismo de las especies para persistir en caso de la caída de un árbol, lo cual afectaría la estructura solo de una parte del individuo y sería una opción de supervivencia Cortés (2003).

En la cobertura de herbazal denso, se puede anotar que las especies más dominantes son *Espeletia pycnophylla* Cuatrec., *Blechnum auratum* (Fée) R.M. Tryon & Stolze, *Guzmania candelabrum* (André) André ex Mez, *Hypericum lancioides* Cuatrec y *Weinmannia brachystachya* Willd. ex Pamp, destacando que para los muestreos se identificaron pocas especies con amplias coberturas. Estas características coinciden con lo reportado por Esquivel & Nieto (2003), para el subpáramo y páramo, manifestando baja diversidad y alta dominancia de algunas especies por causas como bajas temperaturas que ocasionan sequia fisiológica.

- ***Diversidad y Similitud***

Se empleó el programa Past v. 3.15 para determinar los índices de Shannon, Simpson en todos los tipos de cobertura y el índice de Jaccard para aquellas coberturas que presentaron 3 puntos de muestreo como es el caso de Bosque Ripario, Fragmentado, Arbustal y Herbazal Denso.

  - **Bosque Denso (Altoandino).** De acuerdo con los resultados obtenidos para el índice de Simpson, la cobertura presenta una alta dominancia con el 0.8738 para el primer punto de muestreo y el 0.9058 para el segundo punto, indicando una baja diversidad de especies (Figura 120). Esto se puede evidenciar por el dominio de especies como *Schefflera marginata* Cuatrec y *Weinmannia engleriana* Hieron, que presentan un alto número de individuos para los dos puntos muestreados.

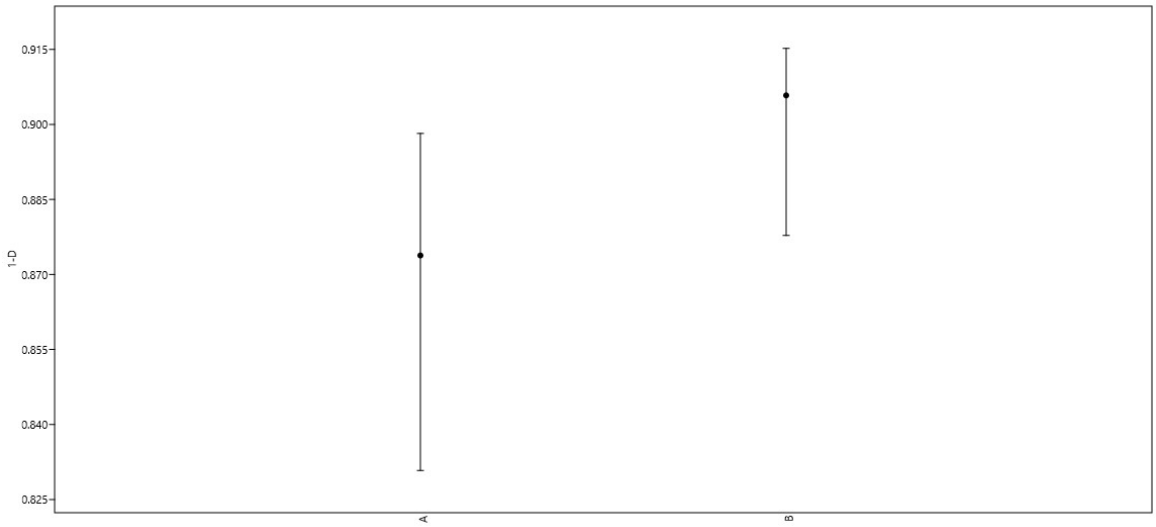


Figura 137. *Índice de Simpson para la Cobertura de Bosque Denso (Altoandino).*

De acuerdo con el índice de Shannon, se puede determinar que los puntos de muestreo presentan una diversidad media con valores de 2.379 y 2.521, logrando determinar que son coberturas con cierto grado de intervención que requieren medidas de conservación (*Tabla 282*).

Tabla 282. *Índices de diversidad para la Cobertura de Bosque Denso (Altoandino)*

	A	B
Simpson_1-D	0.8738	0.9058
Shannon_H	2.379	2.521

- **Bosque Denso (Bosque Seco).** El índice de Simpson, permite evidenciar que la diversidad para ambos puntos de muestreo es muy baja, presentando dominancia de especies como *Senna obtusifolia* (L.) H.S. Irwin & Barneby, *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson y *Caesalpinia cassioides* Willd (Figura 121).

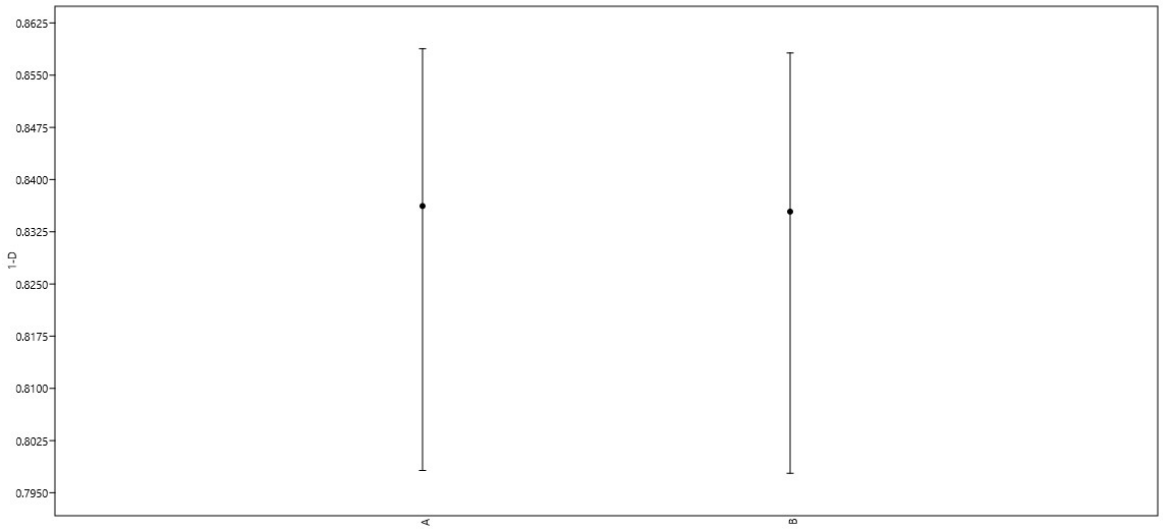


Figura 138. *Índice de Simpson para la Cobertura de Bosque Denso (Bosque Seco)*

Para el caso del índice de Shannon los valores obtenidos indican que los puntos de muestreo presentan una diversidad media con 1.977 y 1.972, teniendo en cuenta que corresponde a la cobertura de bosque denso en áreas secas de la Cuenca del Río Mayo en el municipio de Taminango, corroborando la predominancia de especies y la baja diversidad en los puntos muestreados con un total de 10 especies identificadas. Igualmente, para la zona, las condiciones ecosistémicas y climáticas conllevan a esta condición (*Tabla 283*).

Tabla 283. *Índices de diversidad para la Cobertura de Bosque Denso (Bosque Seco)*

	A	B
Simpson_1-D	0.8362	0.8354
Shannon_H	1.977	1.972

- **Bosque Ripario.** Para este tipo de cobertura se realizaron 3 puntos de muestreo que determinan la dominancia de especies de acuerdo con el índice de Simpson con valores de 0.898, 0.8296 y 0.8964, siendo el lugar con una ligera diversidad, el punto 2. Estos datos corroboran lo obtenido en el IVI, siendo las especies dominantes *Hedyosmum goudotianum* Solms, *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur y *Palicourea angustifolia* Kunth (Figura 122).

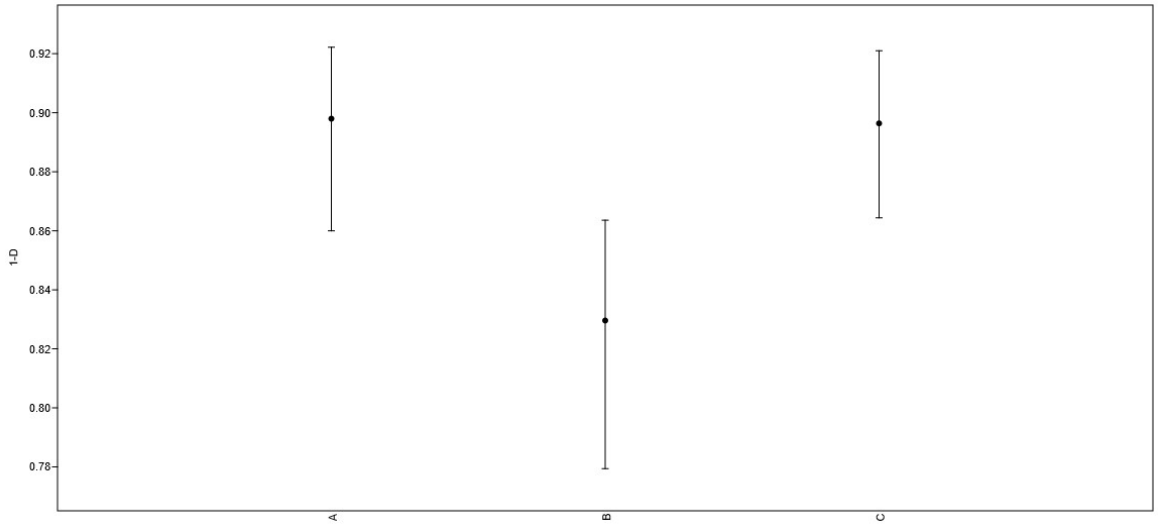


Figura 139. *Índice de Simpson para la Cobertura de Bosque Ripario.*

En el índice de Shannon, los valores para los 3 puntos de muestreo en este tipo de cobertura, demuestran una diversidad media, siendo el primer punto de muestreo el que presenta el valor más alto con 2.652, seguido del punto 3 con un valor de 2.624 y finalmente el punto 2 con 2.112 (Tabla 284). Esta diversidad se debe al grado de intervención presentado en las zonas contiguas a las quebradas, puesto que se observa el dominio de áreas dedicadas al pastoreo, como a la extracción de piedra para el caso de las quebradas Las Dantas y Loma Larga, donde los pobladores de sus áreas de influencia se dedican a esta actividad extractiva (Tabla 284).

Tabla 284. Índices de diversidad para la Cobertura de Bosque Ripario

	A	B	C
Simpson_1-D	0.898	0.8296	0.8964
Shannon_H	2.652	2.112	2.624

Según el índice de Jaccard los puntos que presentan mayor similitud son el 1 - 3, los cuales comparten un mayor número de especies con un valor de 0.91304348, mientras que la similaridad entre los puntos 1 - 2 y 2 – 3, el valor corresponde a 0.16129032 (*Figura 140*) (*Tabla 285*)

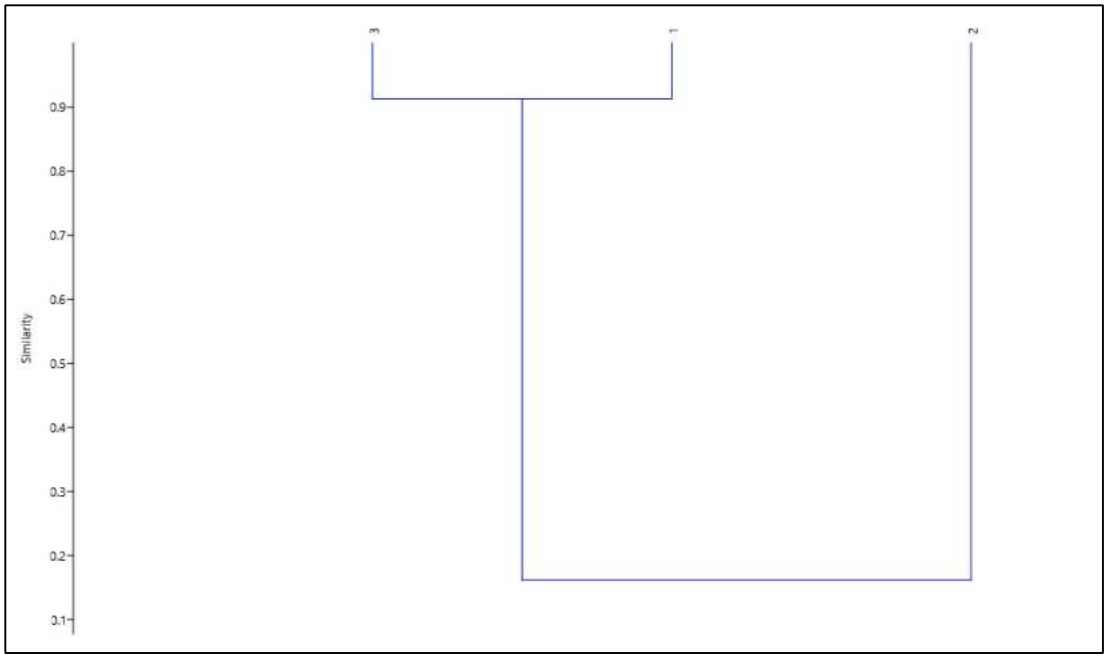


Figura 140. *Índice de Jaccard para la Cobertura de Bosque Ripario*

Tabla 285. *Índice de Jaccard para la Cobertura de Bosque Ripario*

	1	2	3
1	1	0.16129032	0.91304348
2	0.16129032	1	0.16129032
3	0.91304348	0.16129032	1

- **Bosque Fragmentado.** De acuerdo con los resultados obtenidos, el índice de Simpson arrojó una dominancia alta y diversidad baja para los tres puntos de muestreo, determinando que el punto 1 presentó el mayor valor con 0.8858, seguido del punto 3 con 0.8668 y finalizando con el punto 2 con el valor de 0.8002. Según estos resultados las especies que dominan las zonas de muestreo son *Axinaea macrophylla* (Naudin) Triana y *Tournefortia fuliginosa* Kunth comprobando que estas presentan los valores más altos en IVI y en número de individuos. (*Figura 141*).

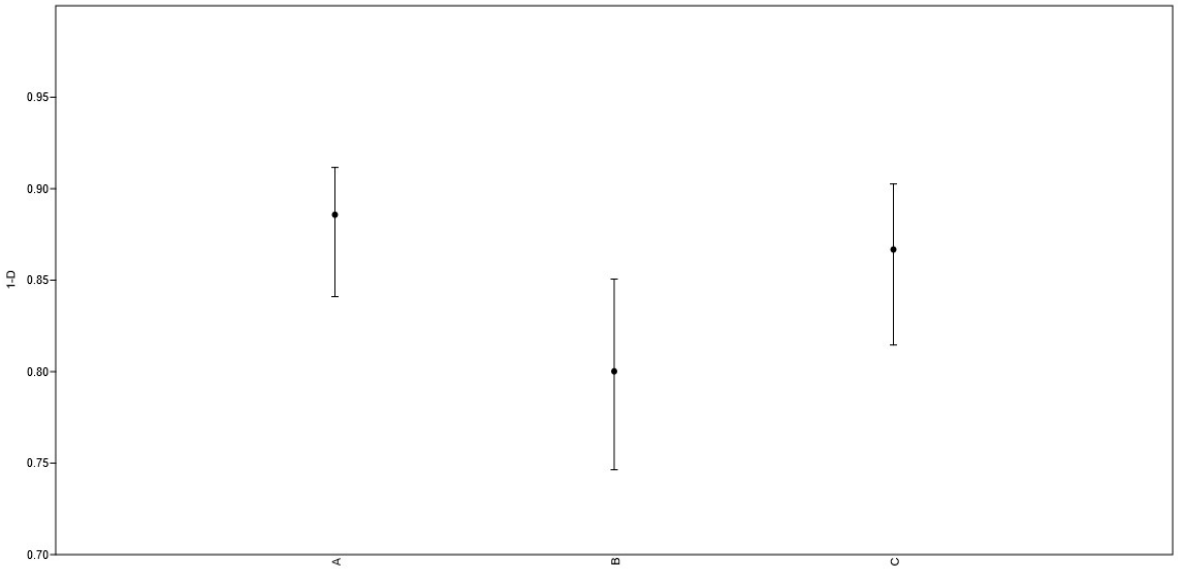


Figura 141. *Índice de Simpson para la Cobertura de Bosque Ripario*

Los valores referentes al índice de Shannon, permiten evidenciar una diversidad media para los 3 puntos de muestreo, siendo el punto 1 y 2 los que presentaron los valores más alto con 2.541 y 2.481 y el punto 3 el valor más bajo con 2.091. Estos valores se determinan por la alta influencia que tienen las zonas por actividades ganaderas, lo que incide en la diversidad y número de individuos de cada especie (*Tabla 286*).

Tabla 286. *Índices de diversidad para la Cobertura de Bosque Fragmentado*

	A	B	C
Simpson_1-D	0.8858	0.8002	0.8668
Shannon_H	2.541	2.091	2.481

Los resultados obtenidos para el índice de Jaccard, demuestran que existe una similaridad entre los puntos 1 - 3 con un valor de 0.64. El valor obtenido entre los puntos 2 - 3 es medio, correspondiente a 0.58333333 y entre los puntos 1 - 2 presentan el valor más bajo con 0.37037037. Según esto, se puede establecer que hay una evidencia de recambio de especies entre los puntos 1-3 y 2-3 (*Figura 142*) *(Tabla 287*).

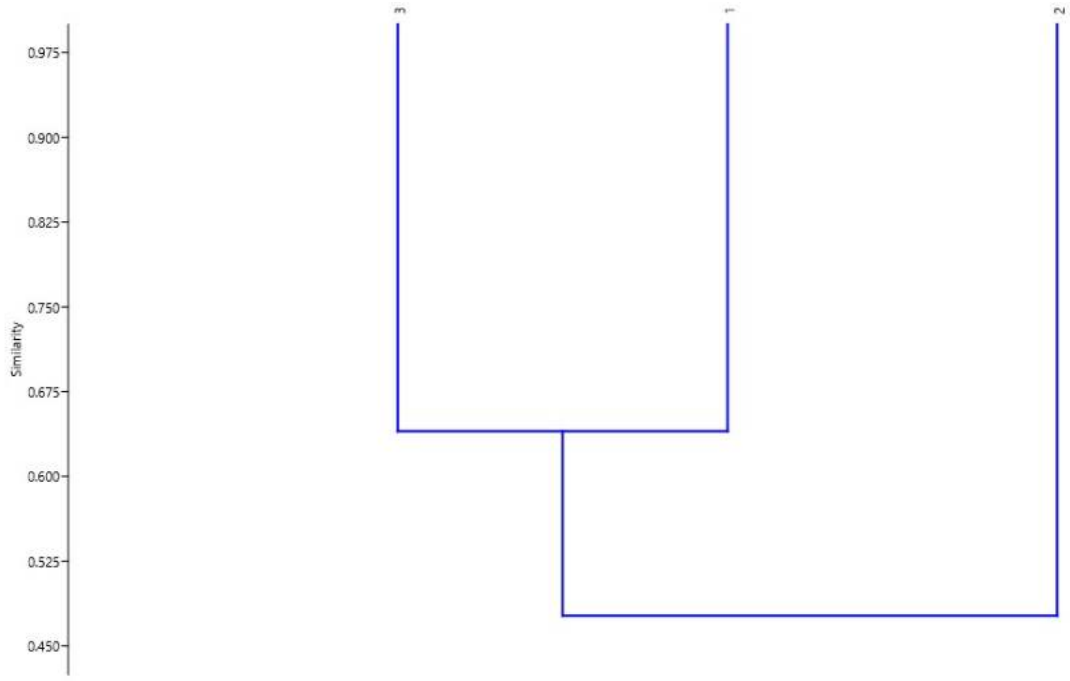


Figura 142. *Índice de Jaccard para la Cobertura de Bosque Ripario*

Tabla 287. *Índice de Jaccard para la Cobertura de Bosque Fragmentado*

	1	2	3
1	1	0.37037037	0.64
2	0.37037037	1	0.58333333
3	0.64	0.58333333	1

- **Arbustal.** Según los resultados obtenidos en el índice de Simpson, los puntos que presentaron una mayor dominancia corresponden al 1 y 3 con valores de 0.8448 y 0.808, mientras que el punto 2 presentó un valor de 0.4824, evidenciando una diversidad y dominancia media. Este tipo de cobertura se caracteriza por presentar una alta dominancia por la especie *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson (*Figura 143*).

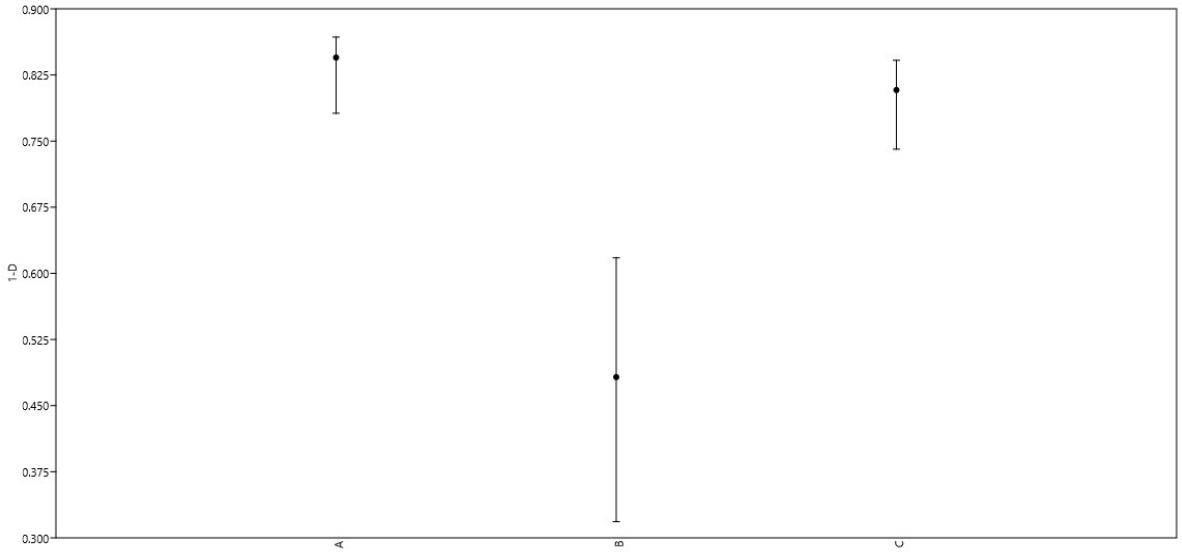


Figura 143. *Índice de Simpson para la Cobertura de Arbustal*

Con respecto al índice de Shannon, es evidente que el punto 2 presenta una diversidad baja, por lo que se corrobora para este punto, la presencia de 5 especies con un elevado número de individuos y área basal para una sola especie; a diferencia de los puntos 1 y 3 que evidencian una diversidad media con un total de 9 y 8 especies respectivamente (*Tabla 288*).

Tabla 288. *Índices de diversidad para la Cobertura de Arbustal*

	A	B	C
Simpson_1-D	0.8448	0.4824	0.808
Shannon_H	2.01	0.9919	1.82

En el índice de Jaccard los puntos que presentaron el valor más alto de similitud son el 1 - 3 con 0.7, compartiendo 7 especies de 10 identificadas en la Cobertura, seguido de 2 – 3 con un valor de 0.44, compartiendo 4 especie y finalizando con los puntos 1 – 2 con un valor de 0.4 (Figura 144) (Tabla 289).

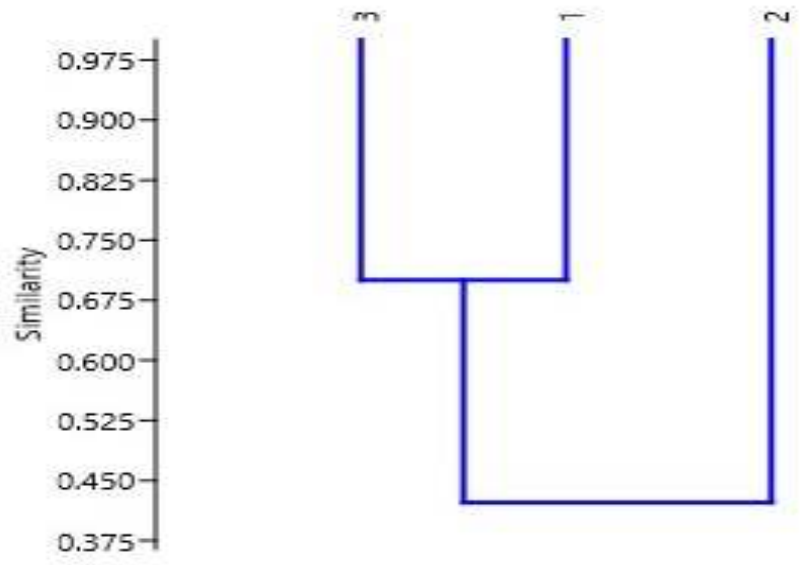


Figura 144. Índice de Jaccard para la Cobertura de Arbustal

Tabla 289. Índice de Jaccard para la Cobertura de Arbustal

	1	2	3
1	1	0.4	0.7
2	0.4	1	0.44444444
3	0.7	0.44444444	1

- **Herbazal Denso.** Los resultados obtenidos para el índice de Simpson, demuestran que el punto que presenta una mayor dominancia es el 1 con un valor de 0.902, seguido del punto 2 con un valor de 0.8987 y finalizando con el punto 3 con un 0.8702. Estos valores demuestran una homogeneidad en la cobertura, dominada por especies como: *Espeletia pycnophylla* Cuatrec*, Blechnum auratum* (Fée) R.M. Tryon & Stolze, *Guzmania candelabrum* (André) André ex Mez, *Lycopodium clavatum* L. y *Weinmannia brachystachya* Willd. ex Pamp (*Figura 145*).

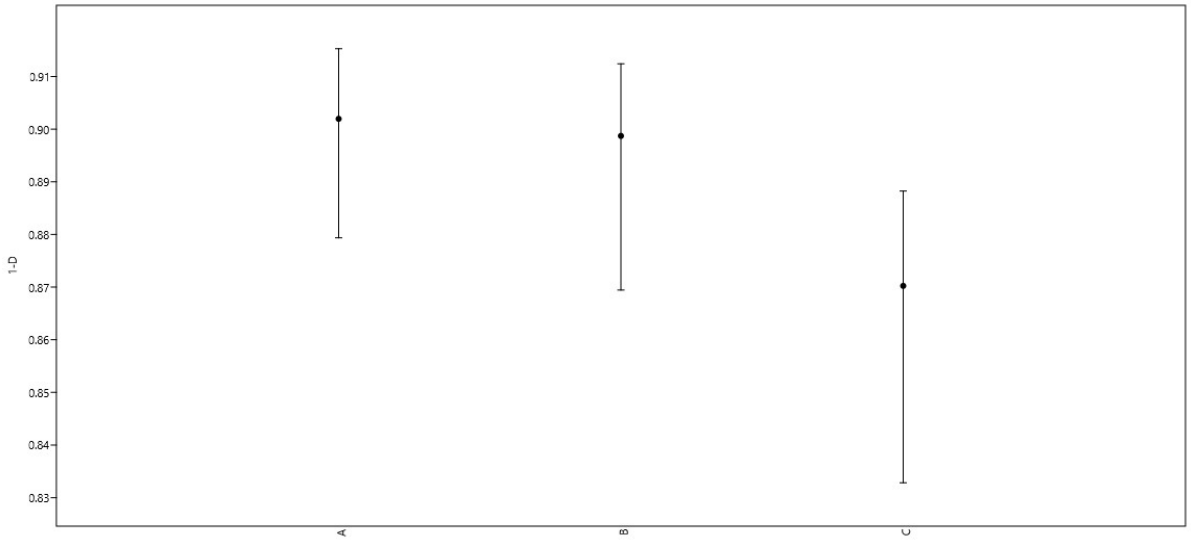


Figura 145. *Índice de Simpson para la Cobertura de Herbazal Denso*

El índice de Shannon arroja valores de diversidad media siendo muy similares entre los puntos de muestreo. Para el punto 1 el valor determinado es de 2.549 con un registro de 19 especies de 23 identificadas para el punto, seguido del punto 2 con 2.545 con un registro de 17 especies y finalizando con el punto 3 que reporta 13 especies, con un valor de 2.277 (*Tabla 290.* Índices de diversidad para la Cobertura de Herbazal Denso*Tabla 290*).

Tabla 290. *Índices de diversidad para la Cobertura de Herbazal Denso*

	A	B	C
Simpson_1-D	0.902	0.8987	0.8702
Shannon_H	2.549	2.545	2.277

Los valores obtenidos en el índice de Jaccard, demuestran que los puntos 2 – 3 son los más similares con un valor de 0.66666667, compartiendo un total de 12 especies, luego le siguen los puntos 1 – 2 con un valor de 0.63636364 y finalizando con los puntos 1 – 3 con un valor de 0.39130435 (*Figura 146*) (*Tabla 291*).

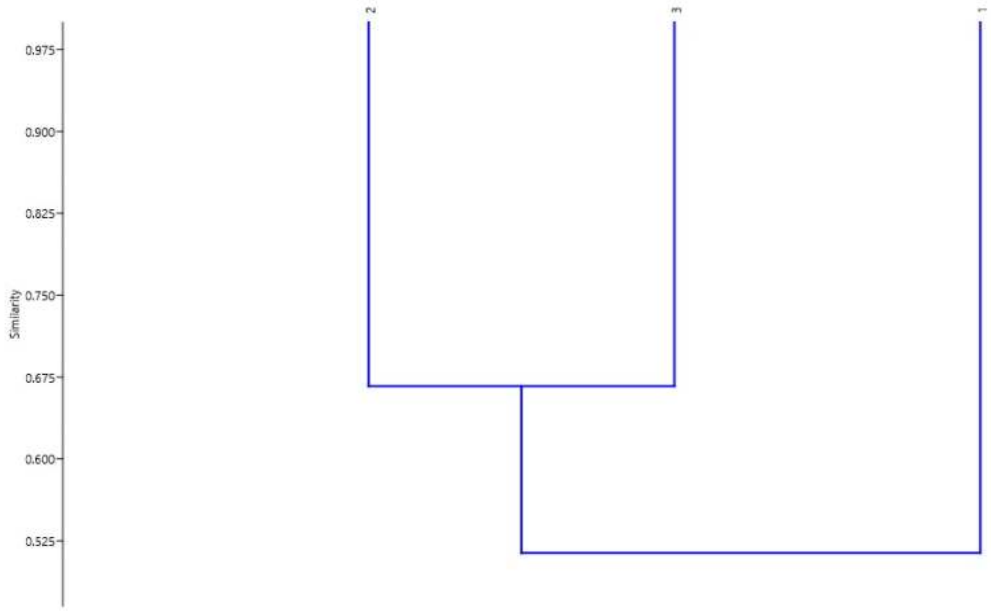


Figura 146. *Índice de Jaccard para la Cobertura de Arbustal*

Tabla 291. *Índice de Jaccard para la Cobertura de Herbazal Denso*

	1	2	3
1	1	0.63636364	0.39130435
2	0.63636364	1	0.66666667
3	0.39130435	0.66666667	1

Para la Diversidad Alfa, según los resultados obtenidos en el índice de Simpson, en los diferentes tipos de coberturas, se observan valores altos cercanos a 1, siendo muy similares en cada cobertura, lo que refleja que hay poca diversidad con un cierto dominio de algunas especies y que algunas de ellas se concentran en lugares donde encuentran condiciones adecuadas como disponibilidad de luz o condiciones ambientales que favorecen su crecimiento y desarrollo.

En cuanto al índice de Shannon-Weaner, las coberturas arrojaron valores de diversidad media. En la mayoría los valores oscilan entre 1.8 y 2.6. Esta característica posiblemente se debe a procesos antrópicos que se suscitan en las diferentes zonas de muestreo, puesto que se observa predominio de pasturas para el establecimiento de ganadería. Además, es de anotar que los muestreos realizados para las coberturas de Boque Denso y arbustal en zonas secas y herbazal denso en ecosistemas de páramo, reportan diversidades bajas debido a las condiciones ecositémicas, así como de disponibilidad de nutrientes.

Para la diversidad Beta, en el índice de Jaccard se comparó 3 parcelas de muestreo en las coberturas de Bosque Ripario, Bosque Fragmentado, Arbustal y Herbazal Denso, ubicadas a diferentes rangos altitudinales. A nivel general la correspondencia de especies para las 4 coberturas presenta porcentajes altos.

Para la cobertura de Bosque Ripario, las parcelas 1 y 3, presentan el mayor valor compartiendo un 91% de especies; para Bosque Fragmentado las parcelas 1 y 3 presentaron el mayor porcentaje con un 64%, así mismo la cobertura de arbustal con un 70% y finalmente la cobertura de Herbazal Denso, el mayor porcentaje lo comparten las parcelas 2 y 3 con 66%.

En la mayoría de las coberturas, el recambio de especies se encuentra condicionado a la altitud y a la intervención antrópica, así como a la disponibilidad de ambientes adecuados para su supervivencia.

- ***Especies en grado de amenaza, peligro de extinción, veda o endémicas en las Coberturas Vegetales en la Cuenca del Río Mayo***

  - **Especies Amenazadas:** La evaluación sobre amenazas se realizó teniendo en cuenta la actualización de bases de datos con respecto a las propuestas de la I.U.C.N (2001) (2016-2), los Libros Rojos de Plantas de Colombia, los apéndices CITES I, II, III y la Resolución 193 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Se consideraron las siguientes categorías:

Tabla 292. *Categorías para evaluación de amenazas*

CATEGORIA
Extinto: Ex
Extinto en estado silvestre: Ew
Extinto a nivel Regional: RE
En peligro crítico: CR
En peligro: EN
Vulnerable: VU
Casi Amenazado: NT
Preocupación Menor: LC
No Evaluado: NE
Datos insuficientes: DD

Según la *Tabla 293*, en la Cuenca del río Mayo se encontraron un total de 9 especies en alguna categoría de amenaza.

Bajo la lista de UICN 2001 se identificaron 6 especies, 2 de ellas bajo la categoría de Preocupación Menor (LC): *Espeletia pycnophylla* Cuatrec. y *Guzmania candelabrum* (André) André ex Mez; 2 bajo a categoría de Vulnerables (VU): *Lepechinia vulcanicola* J.R.I. Wood y *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb y 2 especies bajo la categoría de Casi Amenazado (NT): *Odontoglossum angustatum* Lindl y *Puya cuatrecasasii* L.B. Sm.

De acuerdo con la base de datos consultada de UICN 2016-3 se identificaron 2 especies en la categoría de Preocupación menor (LC): *Opuntia dillenii* (Ker Gawl.) Haw y *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb.

Según a los libros rojos de plantas de Colombia, se identificaron 5 especies en amenaza, 2 bajo las categorías de Preocupación Menor (LC): *Guzmania candelabrum* (André) André ex Mez y *Odontoglossum angustatum* Lindl.; dos bajo la de categoría de Vulnerable (VU): *Lepechinia vulcanicola* J.R.I. Wood y *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb. y una en la categoría de Casi Amenazada (NT): *Puya cuatrecasasii* L.B. Sm.
Según la Resolución 0192 de 2014 se identifican 2 especies, una bajo la categoría de Preocupación Menor (LC): *Lepechinia vulcanicola* J.R.I. Wood y *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb. Bajo la categoría de Vulnerable (VU) (*Tabla 293*).

Así mismo se determinaron 4 especies en el apéndice II de CITES, siendo estas: *Dicksonia sellowiana* Hook., *Epidendrum torquatum Lindl, Odontoglossum angustatum* Lindl y *Opuntia dillenii* (Ker Gawl.) Haw.

Tabla 293. *Lista de especies bajo alguna categoría de amenaza en la Cuenca del río Mayo.*

Especie	UICN 2001	UICN 2016-3	Libro Rojo de Colombia	Res 192/014	CITES
Dicksonia sellowiana Hook.					II
Epidendrum torquatum Lindl.					II
Espeletia pycnophylla Cuatrec.	LC				
Guzmania candelabrum (André) André ex Mez	LC		LC		
Lepechinia vulcanicola J.R.I. Wood	VU		VU	LC	
Odontoglossum angustatum Lindl.	NT		LC		II
Opuntia dillenii (Ker Gawl.) Haw.		LC			II
Podocarpus oleifolius D. Don ex Lamb.	VU	LC	VU	VU	
Puya cuatrecasasii L.B. Sm.	NT		NT		

- **Especies Endémicas.** Para la Cuenca del río Mayo, se pudieron determinar 6 especies endémicas según lo consultado en el Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia (Bernal et al, 2016), siendo Epidendrum torquatum Lindl., Geissanthus serrulatus Mez y Schefflera marginata Cuatrec., endémicas para Nariño y Miconia nodosa Cogn, Mimosa quitensis Benth y Puya cuatrecasasii L.B. Sm., endémicas para Nariño y Cauca (Tabla 294).

Tabla 294. *Especies endémicas de la Cuenca del río Mayo*

Especie	Endemismo
Epidendrum torquatum Lindl.	Nariño
Geissanthus serrulatus Mez	Nariño
Miconia nodosa Cogn.	Nariño y Cauca
Mimosa quitensis Benth.	Nariño y Cauca
Puya cuatrecasasii L.B. Sm.	Nariño y Cauca
Schefflera marginata Cuatrec.	Nariño

2.2.11.3. Análisis multitemporal de cobertura de la tierra. El análisis multitemporal se construyó a partir del mapa de coberturas naturales de la tierra a escala 1:100.000 utilizando la cobertura 1:100.000 del POMCA anterior, para realizar el ajuste respectivo. Posteriormente se realizó la homologación y verificación en campo con el fin de definir las salidas graficas a escala 1:25.000 teniendo en cuenta los parámetros de captura que se presentan en la Tabla 295, realizando el contraste de la información mediante el empleo de la metodología Corine Land Cover.

Tabla 295. Parámetros de Captura

ELEMENTO	PARAMETRO DE CAPTURA
Área mínima de mapeo	Área: 4.000 mts2. Los polígonos que no cumplan con el área mínima de mapeo serán fusionados, en asociaciones de cobertura con los polígonos adyacentes.
Distancia mínima entre unidades	Área 50 mts2. El espacio entre polígonos no puede ser mayor a 50 mts2,
Escala de captura	La escala de captura debe estar entre los 1:4.000 a 1:6.000.
Ley del porcentaje	Se aplica la ley del porcentaje para asignar el tipo de asociación vegetales, donde la unidad de vegetación con mayor predominancia será la que define el tipo de asociación. Ejemplo mosaico de pastos con espacios naturales.

A partir de los parámetros de captura y el trabajo realizado en conjunto con el equipo SIG, se obtuvo las coberturas de la tierra a escala 25.000 de los años 2006 y 2016, las cuales fueron homologadas y la más reciente verificada en campo. El análisis del cambio de las coberturas permite tener una nocion ajustada a la realidad de los cambios que ha tenido la cuenca en los últimos 10 años y determinar sus causas y consecuencias. En la Figura 147, se presenta las salidas graficas de los dos años utilizados para los diferentes parámetros del presente diagnóstico.

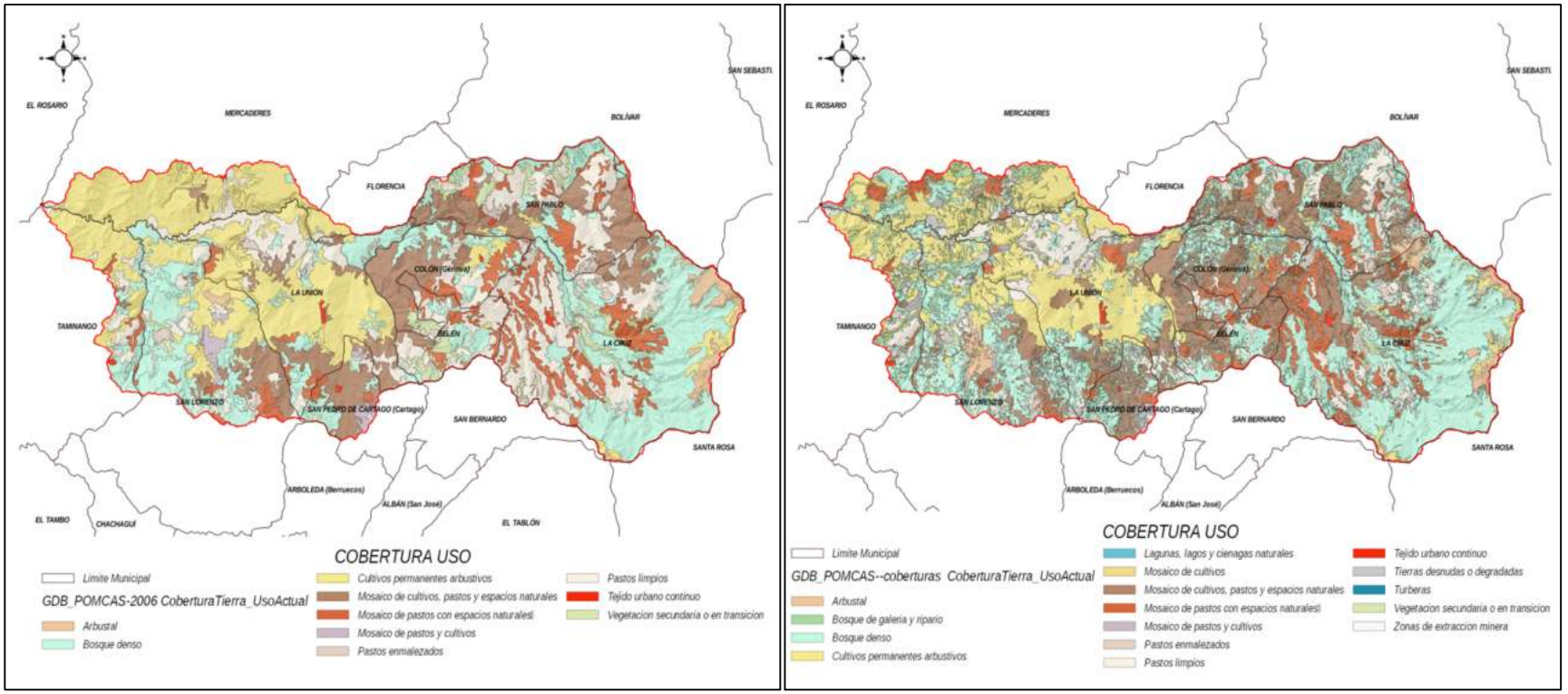


Figura 147. *Mapa de cobertura y uso del suelo de la cuenca del Rio Mayo escala 1:25.000 2006 - 2016*

(Ver Anexo Cartográfico 22 y Anexo Cartográfico 21).

2.2.11.3.1. Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales. El análisis multitemporal de las coberturas, se realizó con base en el indicador Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales de la Tierra (TCCN), el cual mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo a partir de un análisis multitemporal en un período de análisis no menor de 10 años, mediante el cual se identifican las pérdidas de hábitat para los organismos vivos *(Min. Ambiente, 2014)*.

Para su cálculo se tuvo en cuenta el mapa de cobertura de la tierra actual y el mapa de cobertura del año 2006. La tasa de cambio estima el grado de conservación de la cobertura, la cantidad de hábitat natural intacto y los patrones de conversión. Se calcula a partir de la siguiente formula:

Ecuación 51. *Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales*

$$TCCN = \frac{(LnATC2 - LnATC1)}{(t2 - t1)} x\ 100$$

Donde,

TCNN: tasa de cambio de las coberturas naturales en (%)

ATC2: área total de la cobertura en el momento dos (o final)

ATC1: área total de la cobertura en el momento uno (o inicial)

(t2 – t1): número de años entre el momento inicial (t1) y el momento final (t2)

Ln: logaritmo natural

A partir de los resultados obtenidos a través del índice de TCCN, se pudo determinar que las coberturas vegetales del rio mayo ha tenido cambios muy altos en el caso del Bosque denso, Bosque fragmentado y la Vegetación secundaria o en transición. Para el caso de la cobertura de Arbustal, se presentó una tasa de cambio medianamente alta entre el 21-30% y finalmente la cobertura de Herbazal, tuvo una tasa de cambio media entre el 11 – 20%. Los valores obtenidos a partir de la formula se evaluaron en la

Tabla 296 y Figura 148, las cuales se presentan a continuación:

Tabla 296. *Calificación del Indicador de Tasa de Cambio en la cuenca del rio Mayo*

COBERTURA VEGETAL	DESCRIPTOR	CALIFICACIÓN	CATEGORIA
Bosque denso	mayor 40%	0	Muy Alta
Bosque fragmentado	mayor 40%	0	Muy Alta
Herbazal	entre 11-20%	15	Media
Arbustal	entre 21-30%	10	Medianamente Alta
Vegetación secundaria o en transición	mayor 40%	0	Muy Alta

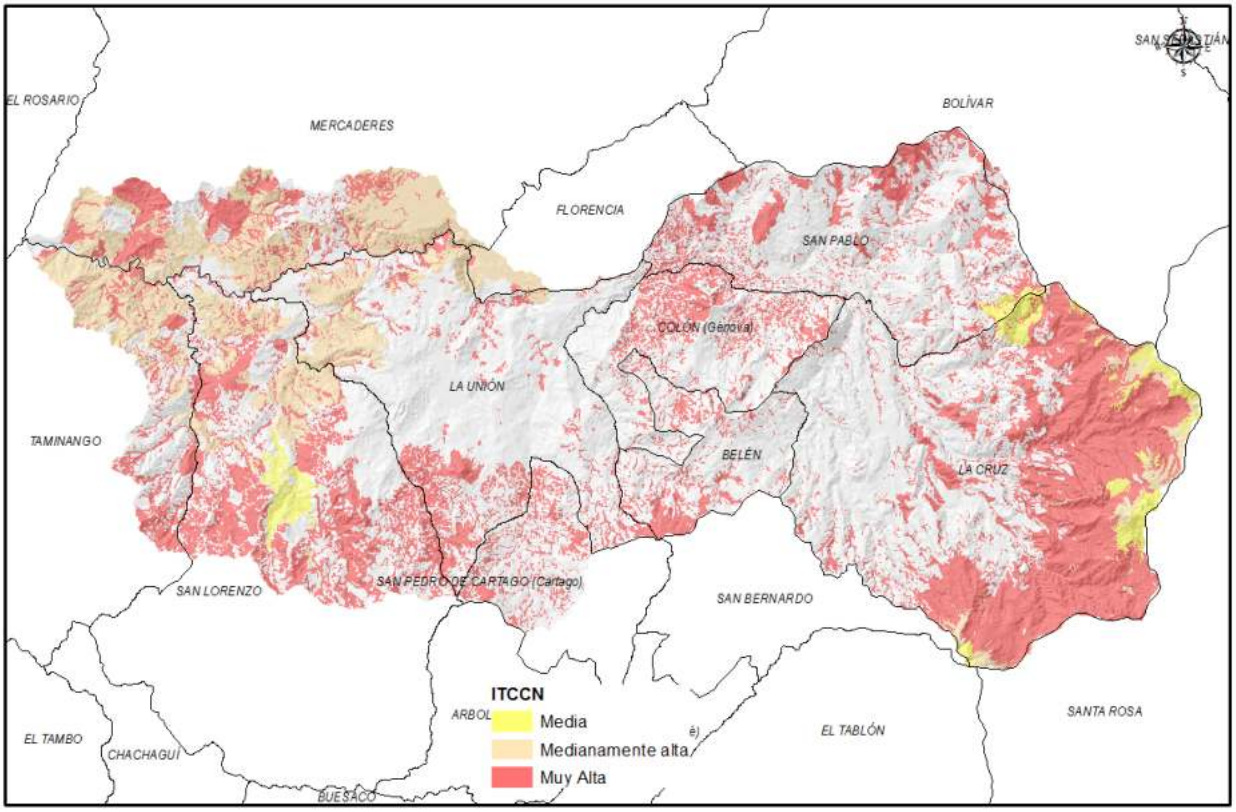


Figura 148. *Mapa Índice de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales*

(Ver Anexo Cartográfico 23)

2.2.11.4. Caracterización espacial de la vegetación natural relictual en la cuenca.

2.2.11.4.1. Vegetación remanente. El indicador de vegetación remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se estima para cada una de las coberturas de la zona en estudio, a partir del mapa de cobertura actual de la tierra y de una época anterior, lo más antigua posible de la cuenca *(MinAmbiente, 2014)*. Para su cálculo se utiliza la siguiente formula:

Ecuación 52. *Índice de Vegetación Remanente*

$$IVR = \frac{AVR}{At} x\ 100$$

donde,

AVR: es el área de vegetación remanente.

At: es el área total de la unidad, en kilómetros cuadrados o hectáreas.

Los valores obtenidos a partir de la formula se evalúan en la siguiente tabla:

Tabla 297. *Calificación Índice de Vegetación Remanente*

Descriptor	Rango	Calificación
NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta	IVR ≥ 70%	20
PT: Parcialmente transformado. Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media	IVR ≥ igual al 50% y < del 70%	15
MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja	IVR ≥ a 30% y < del 50%	10
MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja	IVR ≥ a 10% y < 30%	5
CT: Completamente transformado.	IVR < 10%	0

Para el caso de la cuenca del rio mayo se presenta que en general las coberturas mantienen una sostenibilidad media, puesto que el bosque denso, bosque fragmentado, herbazal y arbustal se encuentran parcialmente transformadas, es decir que alrededor del 70% de la vegetación primaria no ha sido alterada, lo que nos permite inferir que en términos generales la cuenca no a sido transformada drásticamente. Únicamente para el caso de la vegetación secundaria se presenta

una sostenibilidad baja, debido a las actividades antrópicas, aumento de la frontera agrícola y explotación de bienes y servicios en estas áreas, tal como se muestra en la *Tabla 298* y la *Figura 149*.

Tabla 298. *Calificación de Vegetación Remanente en la cuenca del rio Mayo*

COBERTURA VEGETAL	IVR	RANGO	CALIFICACIÓN	DESCRIPTOR
Bosque denso	54,46	IVR ≥ igual al 50% y < del 70%	15	PT
Bosque fragmentado	64,78	IVR ≥ igual al 50% y < del 70%	15	PT
Herbazal	62,15	IVR ≥ igual al 50% y < del 70%	15	PT
Arbustal	68,62	IVR ≥ igual al 50% y < del 70%	15	PT
Vegetación secundaria o en transición	25,24	IVR ≥ a 10% y < 30%	5	MT
PT: Parcialmente transformado. Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja				

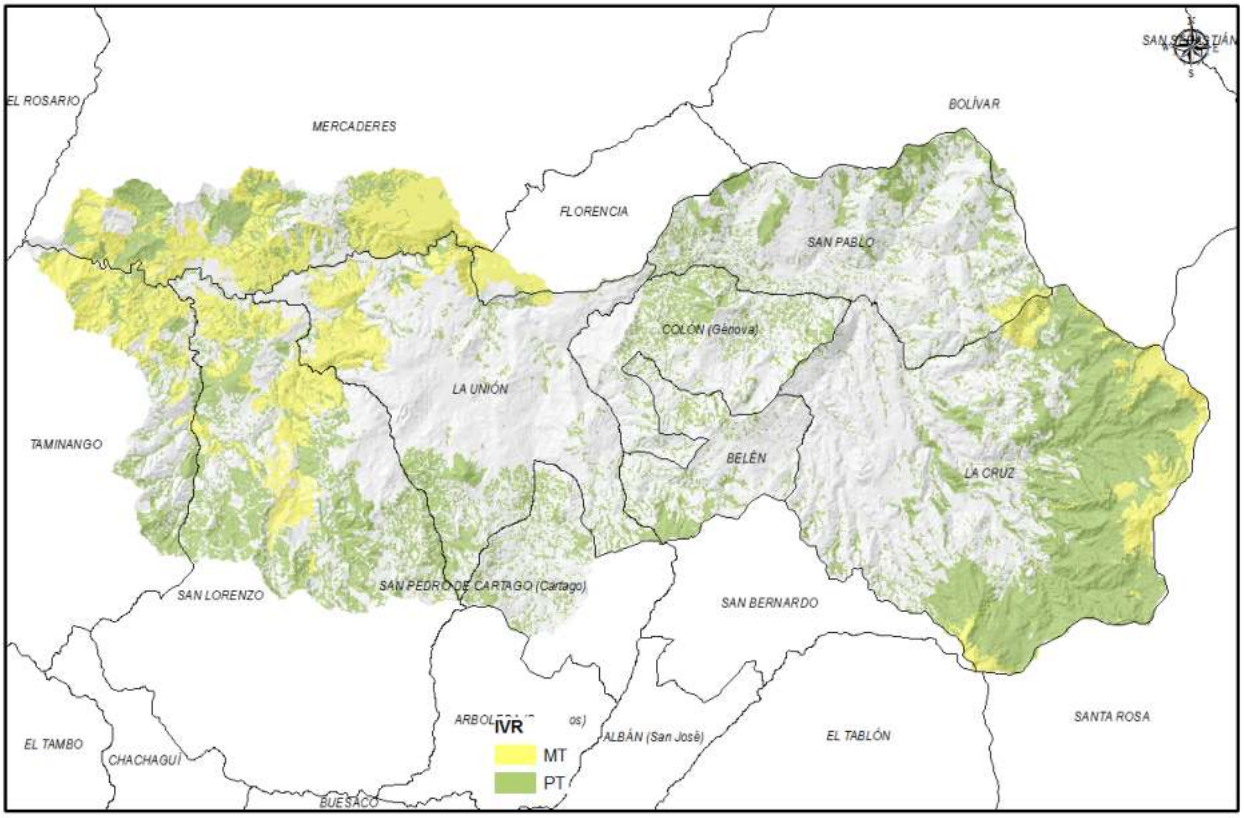


Figura 149. *Mapa de Vegetación Remanente*
(Ver Anexo Cartográfico 24)

Como se muestra en la figura anterior, los municipios con vegetación remanente muy transformada son Mercaderes, Florencia, Taminango y San Lorenzo principalmente, medianamente el municipio de La Unión y en menor proporción el municipio de la Cruz.

2.2.11.4.2. Índice de fragmentación. La fragmentación se entiende como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Sanders et ál., 1991). Con el fin de conocer el índice de fragmentación se aplicará la metodología de Steenmans y Pinborg (2000) que tiene en cuenta el número de bloques de vegetación y su grado de conectividad, para lo cual es requerido el mapa de cobertura actual de la tierra de la cual se extraen las coberturas naturales exclusivamente *(MinAmbiente, 2014)*. Su cálculo se realiza a partir de la siguiente formula:

Ecuación 53. *Índice de Fragmentación*

$$\boldsymbol{Indice\ de\ Fragmentación} = \frac{psc}{\left(\frac{ps}{cs} * 16\right) * \left(\frac{ps}{16}\right)}$$

donde

psc: celdillas sensibles conectadas

ps: celdillas sensibles

cs: complejos sensibles.

16: número de grillas en estudio según artículo original.

Variables y unidades: Número de bloques, conectividad de los bloques. Números decimales y enteros entre 0.01 y 100

Para el análisis de los resultados obtenidos a partir de la formula anterior es necesario aplicar la siguiente tabla:

Tabla 299. *Calificación IF*

Descriptor	Rango	Calificación
Mínima	<0.01	20
Media	Entre 0.01 y 0.1	15
Moderada	Entre 0.1 y 1	10
Fuerte	Entre 1 y 10	5
Extrema	Entre 10 y 100	0

A partir de los resultados obtenidos, se puedo determinar que la fragmentación en la cuenca del rio Mayo es principalmente Media en un área de alrededor de 50.000 hectareas, y mínima y moderada con 30.000 y 27.500 hectareas respectivamente, por lo cual se infiere que la cuenca posee una fragmentación controlada y requiere especial atención en los municipios de San Pedro de Cartago, La Unión y Belén donde se encuentran concentradas las fragmentaciones fuertes y extrema con 15.000 y 12.500 hectareas respectivamente. Teniendo en cuenta que son municipios que por sus actividades económicas y su presión demográfica ejercen una alteración mayor a las coberturas naturales. Los resultados se presentan en la *Tabla 300* y *Figura 150* a continuación.

Tabla 300. *Calificación del Índice de Fragmentación en la cuenca del rio Mayo*

Area (Ha)	Descriptor	Rango	Calificación
12.500	Extrema	Entre 10 y 100	0
15.000	Fuerte	Entre 1 y 10	5
50.000	Media	Entre 0.1 y 1	10
27.500	Moderada	Entre 0.01 y 0.1	15
30.000	Minima	<0.01	20

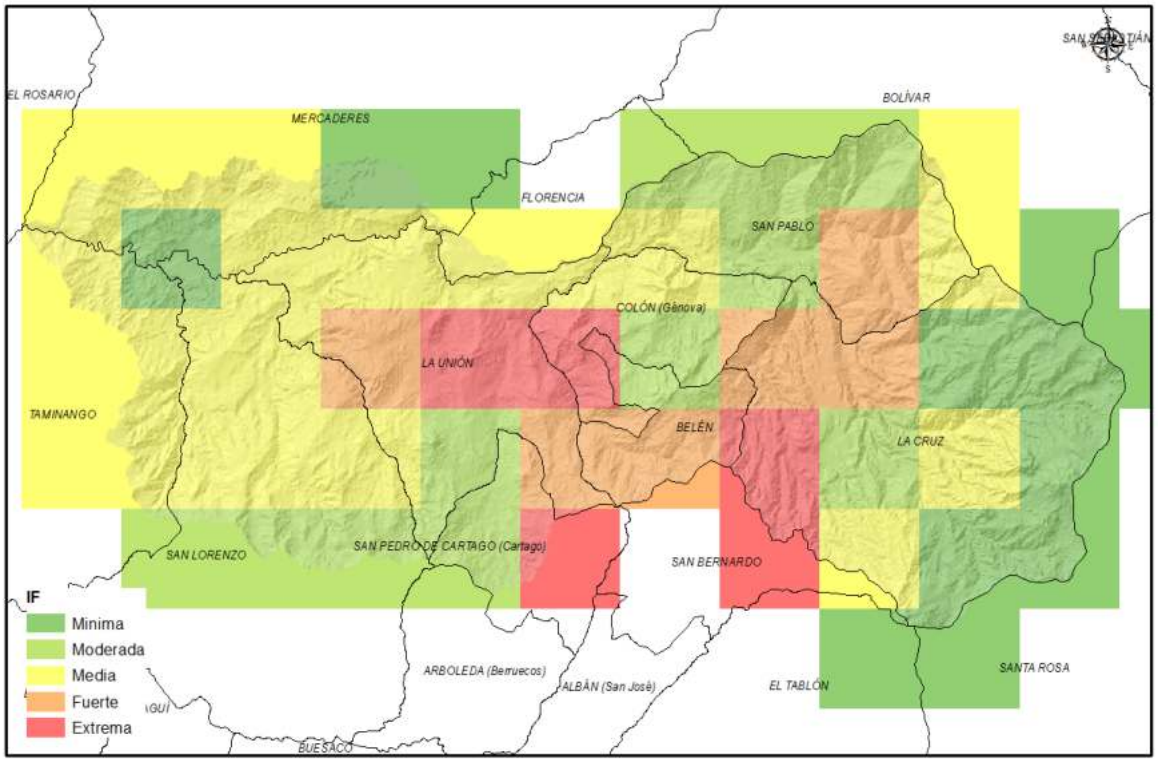


Figura 150. *Mapa Índice de fragmentación*

(Ver Anexo Cartográfico 25)

2.2.11.5. Presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales. El cálculo de la presión demográfica se realizó con base en el cálculo del indicador **presión demográfica**, a partir del cual se generó la salida grafica correspondiente y su análisis, teniendo en cuenta el mapa de coberturas de la tierra y la densidad poblacional por municipio.

2.2.11.5.1. Índice de presión demográfica. Este índice mide la tasa de densidad de la población por unidad de análisis, lo cual indica la presión sobre la oferta ambiental en la medida en que, a mayor densidad mayor demanda ambiental, mayor presión, mayor amenaza a la sostenibilidad (Márquez, 2000). El tamaño de la población denota la intensidad del consumo y el volumen de las demandas que se hacen sobre los recursos naturales *(MinAmbiente, 2014)*.

Ecuación 54. *Indicie de Presión demográfica*

$$\boldsymbol{Indice\ de\ Presión\ demografica} = d * r$$

donde

d: densidad poblacional

r: tasa de crecimiento (intercensal)

Ecuación 55. *Crecimiento poblacional*

$$\boldsymbol{Crecimiento\ poblacional}: N2 = N1 * e.r.t$$

donde,

N1 = población censo inicial

N2 = población censo final

e = base de los logaritmos naturales (2.71829)

r = tasa de crecimiento

t = tiempo transcurrido entre los censos

La interpretación de la calificación obtenida se realizó a partir de la siguiente tabla (Tabla 301), teniendo en cuenta los criterios del Anexo 1. De la guía técnica para la formulación de POMCAS (MinAmbiente, 2014). A partir de la calificación se generó el mapa de presión demográfica como se muestra en la Figura 151.

Tabla 301. *Calificación del Índice de Presión Demográfica en la cuenca del rio Mayo*

Area (ha)	Rango	Descriptor
7.865,28	IPD <1	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.
60.366,72	IPD>1<10	Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.
18.741,89	IPD>10	Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta

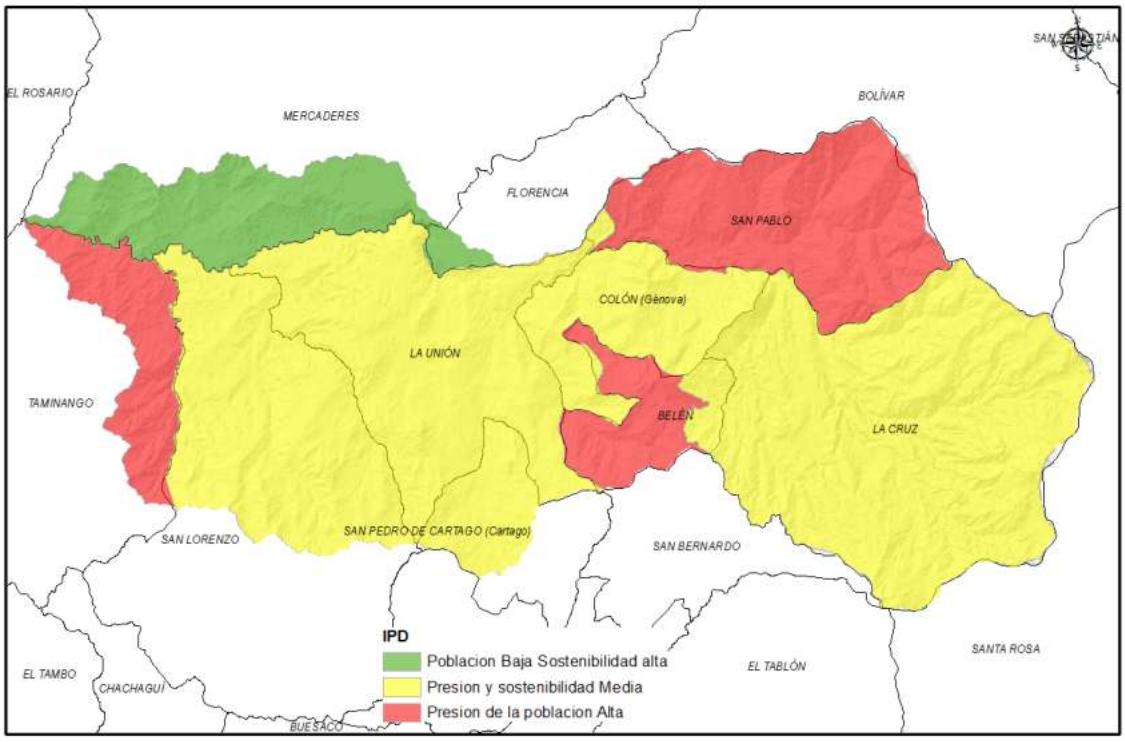


Figura 151. *Mapa del Índice de Presión Demográfica*

(Ver Anexo Cartográfico 26)

Como se observa en los resultados, la mayor parte de la cuenca del rio Mayo (60.366,72 hectareas), cuenta con una presión demografica con sostenibilidad media, ya que cuenta con una población en crecimiento en términos normales en la mayoría de los municipios. Casualmente, los dos municipios del cauca presentan una sostenibilidad alta ya que su presión poblacional es

baja, debido a que son zonas donde hay mucho movimiento de la población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse. En los municipios de San Pablo, Taminango y Belén, existe un crecimiento acelerado de la población por lo cual la presión demográfica es alta en un área de 18,741,89 hectareas. Sin embargo, como se observa en la *Figura 151*, en términos generales la cuenca presenta una sostenibilidad y presión poblacional media, que en caso de mantenerse puede mantener equilibrado el territorio a través del tiempo.

2.2.11.6. Análisis del índice de ambiente crítico. El índice de ambiente critico es un índice que combina el indicador de vegetación remanente (IVR) con el índice de presión demográfica (IPD), de donde resulta un índice de estado/presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional. Para calificar las áreas se adopta la matriz utilizada por Márquez (2000) con modificación (). Se califica a través de una matriz construida con el IVR y el IPD, teniendo como principio el mapa actual de cobertura de la tierra (de donde se extraen las coberturas naturales) y mapa de presión demográfica por municipio ***(Min. Ambiente, 2014)***. La calificación del mismo se hace a través de la siguiente tabla:

Tabla 302. *Matriz de calificación del Índice de Ambiente Critico*

Matriz de calificación del índice de ambiente crítico				
Indicador de Vegetación Remanente	Índice de presión demográfica – IPD			
Categorías	< 1	>1<10	>10<100	>100
NT	I	I	II	II
PT	I	I	II	II
MDT	II	II	III	III
MT	III	III	IV	IV
CT	III	III	IV	V
NT: escasamente transformado, PT: parcialmente transformado, MDT: medianamente transformado, MT: muy transformado, CT: completamente transformado I: relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes. (calificación 20) II: vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección. (calificación 15) III: en peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. (calificación 10) IV: crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años. (calificación 5) V: muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas. (calificación 0)				

A partir del cálculo del índice de ambiente crítico para la cuenca del rio Mayo se obtuvo los siguientes resultados:

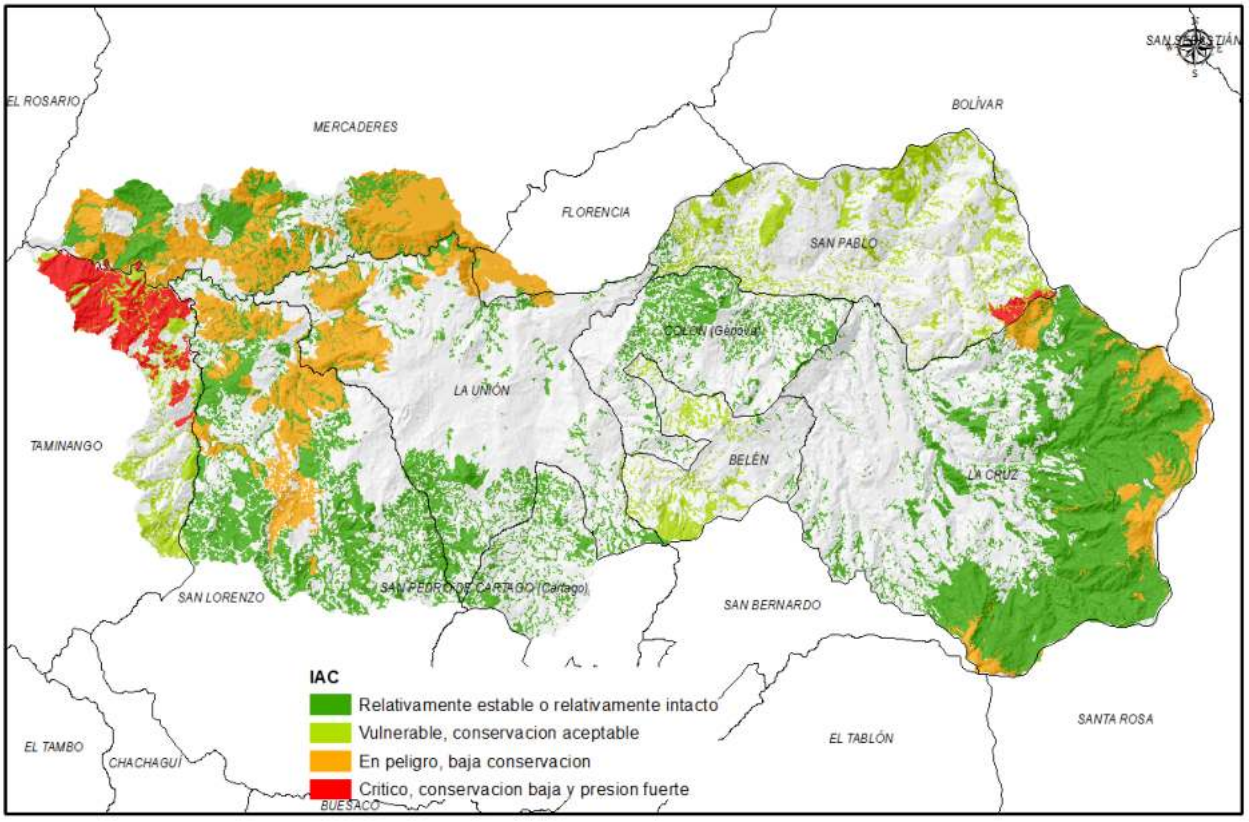


Figura 152. *Mapa del Índice de ambiente critico*

(Ver Anexo Cartográfico 27)

Tabla 303. *Calificación del ambiente critico en la cuenca del rio Mayo*

AREA (ha)	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.770,17	5	IV: crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años.
9.606,70	10	III: en peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años.
4.950,43	15	II: vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección.
22.498,04	20	I: relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes.

Como se puede evidenciar en la Figura 152 y en la Tabla 303 las coberturas naturales de la cuenca en su mayoría tienen un ambiente relativamente estable e intacto, como en el caso de La Cruz que por tener áreas de bosque denso en zonas de protección alimentan su sostenibilidad. Sin embargo, hay 9.606,70 hectareas que se encuentran en peligro en Mercaderes, Florencia, La Unión y San Lorenzo, debido a su baja conservación y deben ser atendidas para ampliar su persistencia. Además, 4.950,43 hectareas están en un estado vulnerable con amenazas moderadas, por lo cual es necesario tomar medidas de protección oportunas para evitar que se conviertan en áreas en peligro en los municipios de Taminango, Belén y San Pablo, al igual en dos de estos, existen 1.770,17 hectareas en estado crítico, que merecen especial atención por parte de las entidades municipales y reguladoras.

2.2.11.7. Índice de estado actual de las coberturas naturales. Para el cálculo de este indicador se tuvo en cuenta los indicadores de vegetación remanente, tasa de cambio, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico, con los cuales se calificó a manera de síntesis el índice de estado actual de las coberturas naturales.

Este índice, cuantifica el estado actual por tipo de coberturas naturales de la tierra. Se integra la calificación de dos indicadores y dos índices, cada uno de estos tiene un peso de 25%, y un valor máximo de la suma de indicadores =80. Para el cálculo se utiliza la calificación del indicador vegetación remanente, tasa de cambio de las coberturas naturales, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico. Las variables están dadas por cada uno de los indicadores, unidad en valor absoluto (MinAmbiente, 2014).

Para la evaluación de la calificación se utilizó el siguiente rango:

Tabla 304. *Calificación del estado actual de las coberturas naturales de la tierra*

RANGO	CATEGORÍA
Mayor de 60	Conservada
Entre 41 y 59	Medianamente transformada
Entre 21 y 40	Transformada
Entre 1 y 20	Altamente transformada
0	Completamente transformada

Como se puede evidenciar a continuación en la cuenca el estado actual de las coberturas naturales de la tierra en su mayoría es medianamente transformada, sin embargo, existen

8.789,57 hectareas que se encuentran en un estado transformado, sobre todo hacia la parte noroeste de la cuenca en los municipios de Mercaderes, Florencia, Taminango y San Lorenzo, donde las condiciones climáticas y las actividades antrópicas aumentan la probabilidad de transformación de estas áreas.

Los municipios de Belén, San Pablo y Colon Génova a pesar de tener pocas áreas en condición transformada deben prestar especial atención a este estado para tomar medidas y evitar que las coberturas vegetales continúen perdiendo sus características.

Tabla 305. *Calificación del estado actual de las coberturas naturales en la cuenca del rio Mayo*

AREA	RANGO	CATEGORIA
30.035,77	Entre 41 y 59	Medianamente transformada
8.789,57	Entre 21 y 40	Transformada

La representación de estos resultados se puede evidenciar a continuación en la representación cartográfica como se muestra en la *Figura 153*

.

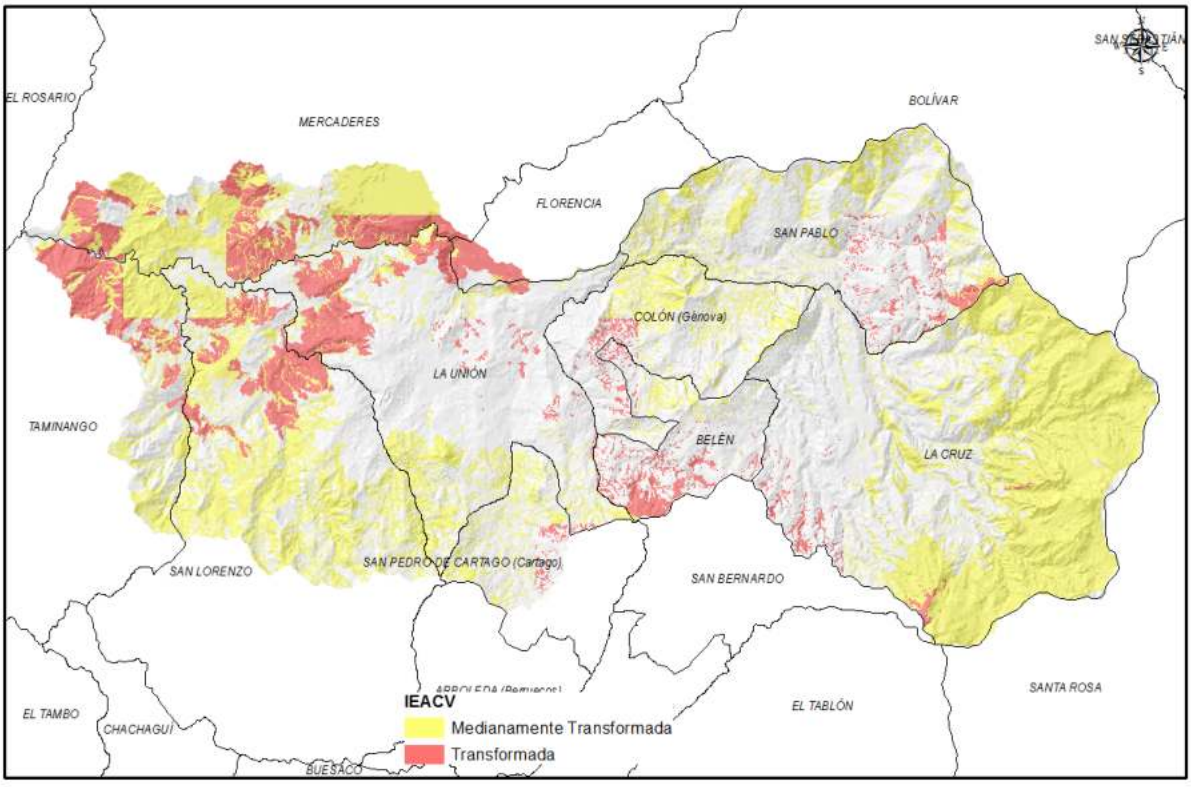


Figura 153. *Mapa del estado actual de las coberturas naturales*
(Ver Anexo Cartográfico 28)

2.2.11.8. Protección de las cuencas abastecedoras. Para calcular la protección de las cuencas abastecedoras se recopilo la información de los informes de gestión de la autoridad ambiental, para evaluar las áreas en recuperación y de bosque presentes en el área de influencia de las cuencas abastecedoras de acueductos municipales y/o rurales. Para lo anterior se verificó el porcentaje en hectáreas de bosque presentes en estas cuencas y el porcentaje de hectáreas de zonas de reforestación, recuperación y preservación asociadas a cuencas abastecedoras de los acueductos.

El porcentaje de areas restauradas en las cuencas abastecedoras, define y cuantifica las áreas restauradas y/o en proceso de restauración a través de acciones de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en el área de influencia de acueductos municipales y/o rurales (MinAmbiente, 2014). Se calculó a partir de la siguiente formula:

Ecuación 56. *porcentaje de áreas restauradas en las cuencas abastecedoras*

$$\%\ \boldsymbol{de\ areas\ restauradas} = \frac{No.\ ha\ restauradas\ en\ la\ cuenca\ abastecedora}{area\ total\ de\ la\ cuenca\ abastecedora}\ x\ 100$$

A partir de lo anterior se obtuvo como resultado la siguiente tabla (*Tabla 306*), como resultado de la consolidación de la información que se encuentra disponible en el *Anexo 19*. Matriz de áreas restauradas en cuencas abastecedoras

Tabla 306. *Áreas restauradas en las cuencas abastecedoras del rio Mayo.*

Municipio	Ha restauradas	Cuenca Abastecedora	Area Cuenca	% areas restauradas
Belen	16,5	Queb. San Mateo	830	1,99
Cartago	13	Queb. La Fragua	2961,46	0,44
Colón	21,6	Queb. El rincon	2371,96	0,91
La Cruz	49	Corrientes Directas	623,47	7,86
La Unión	61,44	Queb. de Cusillo	1452,48	4,23
San Lorenzo	24	Q. Charguayaco	3214,79	0,75
San Pablo	20,033	Queb. Las Palmas	1056,25	1,90
Taminango	2	Cañada de Taminango	1087,06	0,18

De acuerdo a los resultados y como se evidencia en la Tabla 306, en la cuenca del rio Mayo el porcentaje de áreas restauradas en las cuencas abastecedoras promedio por municipio son casi nulas de acuerdo a sus áreas. Los porcentajes más altos los alcanzan los municipios de La Cruz

y La Unión, en donde la autoridad ambiental a través de diversos proyectos a logrado la restauración de 49 ha en La Cruz y 61,44 ha en La unión.

2.2.12. Caracterización de vegetación, flora y fauna

2.2.12.1. Metodologia

Se realizó trabajo de campo, en las zonas de vida comprendidas entre los municipios de la Cruz (2000 hasta 3500 m.s.n.m.), Taminango y San Lorenzo (695 y 2163 m.s.n.m.) *Figura 154*.

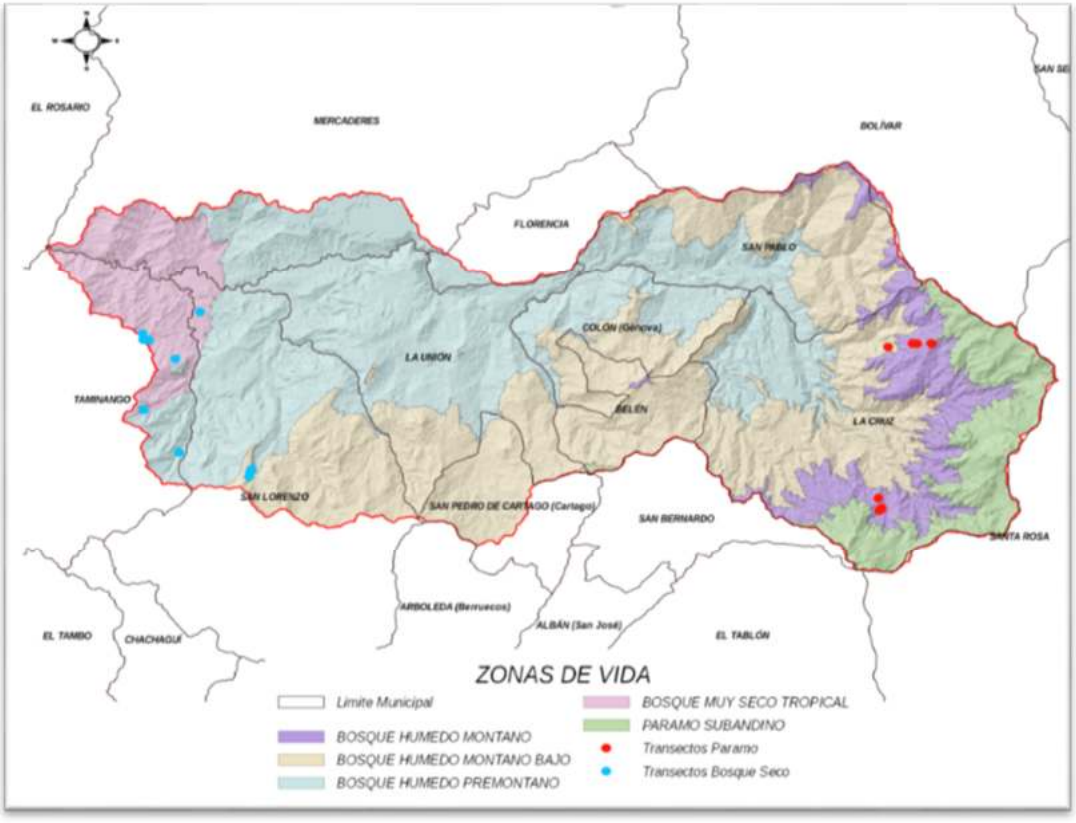


Figura 154. *Mapa Zonas de vida de la cuenca hidrográfica del río Mayo*
(Ver Anexo Cartográfico 29)

El eje central de la fase de campo estuvo enfocado hacia el análisis de la composición de la flora y fauna (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) asociada a la cuenca del río Mayo y afluentes, aplicando para ello los métodos de campo, índices de biodiversidad, y encuestas de percepción

a la comunidad. Para este propósito, la metodología general del trabajo está basada en los criterios del documento de Evaluación Ecológica Rápida (1992), propuesto por The Nature Conservancy (TNC).

En la fase de campo se recorrió los lugares más conservados para realizar observaciones directas de especie, muestreos de vegetación y la aplicación de encuestas semiestructuradas.

Se realizó una interpretación preliminar de un mapa de zonas de vida a escala 1:50.000 para poder tener una mejor visión del área y su entorno. El muestreo biológico se respaldó con información obtenida a través de encuestas, procurando determinar el aprovechamiento y otras interacciones de los pobladores con la fauna silvestre, así como determinar aquellas especies que no pudieron ser registradas a través del muestreo.

2.2.12.1.1. Muestreo de Flora. Para muestrear la flora dentro de las zonas de vida de Páramo Subandino (P-SA), Bosque Húmedo Montano (bh-M), Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) y Bosque Muy Seco Tropical (bms-T), se tuvo en cuenta la “Metodología de Inventario Rápido” (Gentry, 1992).

Fase I: Trabajo de campo: Se establecieron unidades muestreales de tipo transecto, los cuales se distribuyeron aleatoriamente en cada una de las áreas de estudio (zonas de vida), comprendiendo zonas de bosque secundario y primario en lo posible.

Trazado de los transectos. Para el estrato arbóreo y arbustivo se utilizó la metodología propuesta por Gentry (1982), representados por 11 transectos de 50 m x 2 m cada uno; los 11 transectos se distribuyeron en sitios representativos de bosque en forma de zigzag, se establecieron dos (2) en Páramo Subandino, dos (2) en Bosque Húmedo Montano, dos (2) en Bosque Húmedo Montano Bajo, tres (3) en el Bosque Húmedo Premontano y dos (2) en Bosque Muy Seco Tropical, dejando una distancia mínimo de 50 m entre dos parcelas consecutivas. Se incluyó individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 2 cm.

Se realizaron colectas de muestras botánicas tanto de árboles como de especies arbustivas y herbáceas. La mayor parte de la identificación se realizó en campo con la ayuda de fichas gráficas de claves taxonómicas.

Recolección de la muestra. Se colectaron 2 ejemplares de cada especie, cada muestra tuvo un buen número de ramas y en lo posible presentaron flores, frutos o ambos (Material fértil). Estructuras como hojas, flores, frutos o semillas que se encuentren libres se guardaron en bolsas de plástico y se marcaron con el mismo número de las muestras en periódico.

Preservación del material recolectado. Cada uno de los especímenes colectados se prensaron en papel periódico con el número de registro y se almacenaron en un sitio seguro, protegido del sol y de la lluvia. Después de 24 horas las muestras se alcoholizaron con alcohol etílico al 70%, para preservarlo del ataque de los hongos y se guardaron en bolsas plásticas para transportarlo al sitio de procesamiento.

Fase II: Trabajo de laboratorio: Se procederá a realizar el secado del material vegetal y la identificación hasta especie de cada una de las muestras en el Herbario PSO de la Universidad de Nariño por comparación con exicados, y además se emplearán claves taxonómicas y herbarios on-line (http://colecciones.jbb.gov.co/herbario/especimen/simple y http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants/).

2.2.12.1.2. Método para el Diagnóstico Faunístico. Se aplicaron 100 encuestas a familias que habitan o están dentro de las zonas de vida que hacen parte de la cuenca del río Mayo, con el objeto de complementar la información obtenida en campo, a través de observaciones directas e indirectas (señales de la actividad de la fauna presente). Las encuestas estuvieron apoyadas por una guía ilustrada de las especies silvestres potencialmente presentes en las zonas de vida.

2.2.12.1.3. Muestreos de Fauna. Observación directa y revisión de información secundaria: Previo a la fase de campo se realizó una búsqueda información secundaria para la descripción de las zonas de vida.

Recorridos: Se recorrió la mayor área posible de las zonas de vida identificando las principales especies de fauna silvestre. Se utilizaron variables físicas (pendiente, presencia de rocas y humedad), biológicas (especies de plantas más abundantes en el hábitat, cobertura y altura de los estratos en la vegetación) y antropogénicas.

Georeferenciación de puntos y ubicación: Se tomaron puntos que fueron georeferenciados con GPS y en coordenadas UTM.

2.2.12.1.4. Avifauna. Conteo de aves: Se realizó conteos de aves terrestres a través de transectos sin cálculo de distancia entre el ave y el observador, adoptando la metodología propuesta por Wunderle (1994). Los recorridos se realizaron a través de las diferentes zonas de vida para determinar la composición de especies de aves a través de la observación directa. Para esto se utilizaron Binoculares.

Muestreo con redes de neblina: Para complementar los recorridos se colocó dos redes de neblina (12mx2m) para la captura de especies de aves conspicuas, en horarios de las 12:00 horas a las 18:00 h (primer día), de las 6:00 h a las 17:00 h (segundo día) y de las 6:00 h a las 8:00 h (tercer día). Para esto se empleó la metodología de Ralph, et al. (1996).

Encuestas: Se encuestó a los habitantes de las zonas de vida para complementar el listado de especies. Los individuos fueron identificados a nivel de especies utilizando el libro de Styles and Skutch (1995).

2.2.12.1.5. Mastofauna. Observación directa: Se realizaron recorridos diurnos a través de senderos naturales entre 1 y 2 Km por las diferentes zonas de vida empleando métodos directos e indirectos, a través de los cuales se realizó el conteo de los individuos observados y se registó cualquier indicio de la presencia de especies de mamíferos (osamentas, madrigueras, heces, huellas, etc.).

Encuestas: Se encuestó a los habitantes de las veredas más cercanas a los sitios de muestreo, en el municipio de La Cruz en las veredas de San Gerardo y Las Palmas, en el municipio de Taminango las veredas de Bellavista, Taminanguito, Caserío La Corneta, Charguayaco y en el municipio de San Lorenzo las veredas el Páramo y Los Pinos. Como ayuda para el reconocimiento de los mamíferos de la zona, se utilizaron las láminas ilustradas elaboradas por las contratistas, el Manual de huellas de Mamíferos Terrestres de Colombia (2000).

2.2.12.1.6. Herpetofauna. Observación directa y captura de individuos: Se realizaron recorridos diurnos y nocturnos para identificar las especies de reptiles y anfibios observados en la zona. Las capturas y posterior identificación de especímenes se hicieron a mano, para luego ser liberadas en el mismo sitio.

Encuestas: Se entrevistaron a los habitantes de las zonas de vida para complementar el listado de especie. Para la identificación de estos grupos se utilizó las guías ilustradas.

2.2.12.2. Páramo Sub Andino (P-SA). La zona de vida P-SA de la cuenca del rio Mayo comprende 3002,41 hectáreas que equivale al 3,44% del área de la cuenca, se ubica al oriente y corresponde a las inmediaciones del volcán Doña Juana y el cerro Las Ánimas. Comprende una extensa faja cuyos valores extremos de isoterma media anual son 3 y 6 grados centígrados en las zonas de nieves perpetuas y zona inferior respectivamente *(Figura 155*)

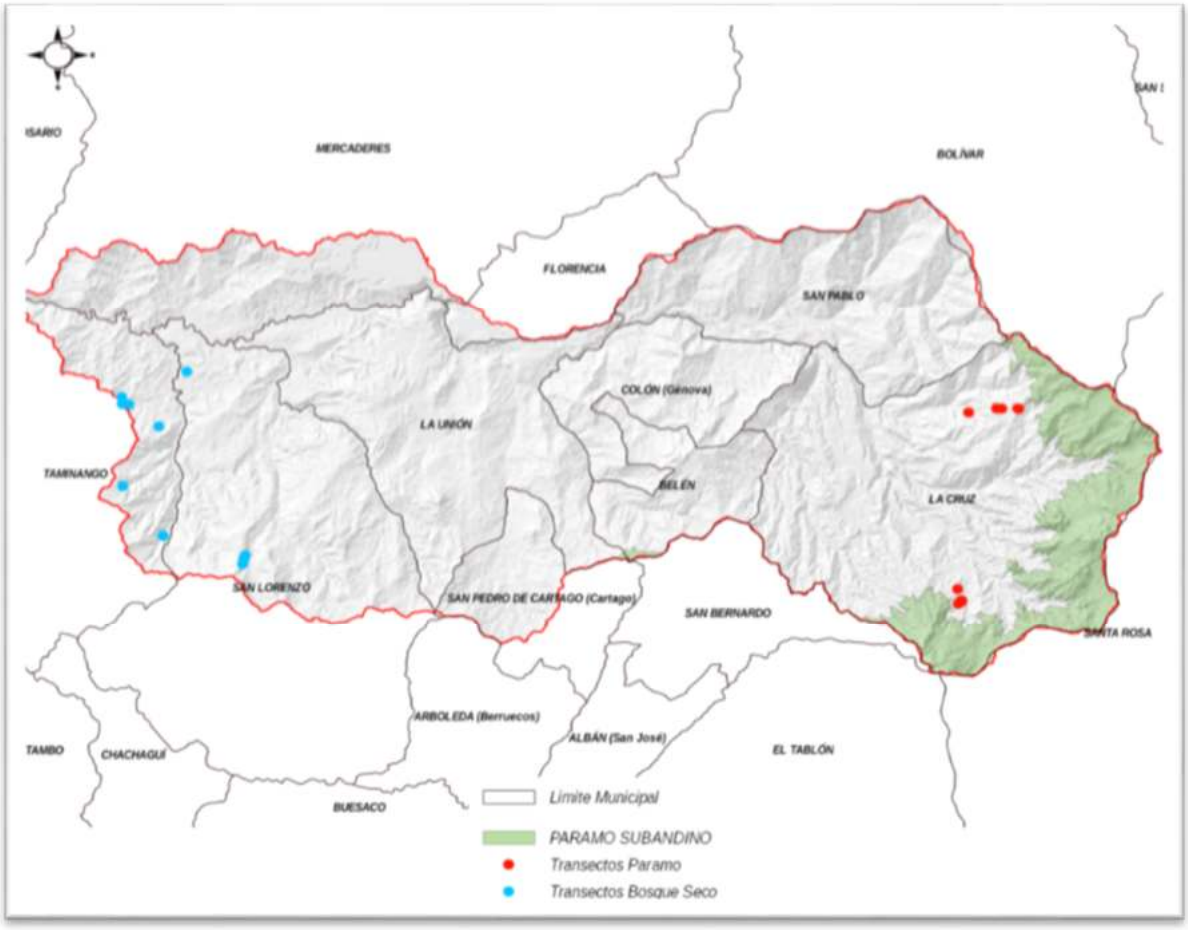


Figura 155. *Zona de Vida Páramo Sub Andino (P-SA) de la Cuenca del Río Mayo*

A causa de las bajas temperaturas de estos lugares la evapotranspiración es baja, lo cual permite un buen excedente de agua que alimenta en sus inicios el caudal del río Mayo (POMCH Rio Mayo, 2010). Esta formación presenta un promedio anual de lluvias superior a 1.000 mm y menor de 1.500 mm.

La forma de relieve dominante es la escarpada con pendientes del 50-75% en altitudes que van de 3.000 a mayores de 3.600 m. En esta región la vegetación es muy pobre, dispersa y de tamaño muy reducido, hacia la parte inferior de la zona de acumulación de nieves el paisaje vegetal está dominado por frailejones y cojines de musgos (CORPONARIÑO, CONIF 2010)

2.2.12.2.1. Flora. Se presenta un listado de la composición florística de las zonas de P-SA, bh - M y bh –MB de la cuenca del río Mayo donde se hace una recopilación de la información existente y la encontrada en este estudio.

La composición de la flora de la cuenca del Rio Mayo mantiene la tendencia general en la distribución de los géneros más ricos como son Miconia, Baccharis y Myrsyne. El género Weinmannia es un género que está bien representado en las zonas de vida PSA, bh – M y bh – MB, que de acuerdo con Franco & Betancur (1999) mencionan que Miconia es un género dominante en los bosques andinos, como por su riqueza de especies.

En la *Tabla 307*, se observa que las especies *Epidendrum torquatu, Pernettya prostrata, Chusquea uniflora, Bomarea hirsuta*, están reportadas para los documentos POMCH 2010, Plan de Manejo del PNN CVDJ y Este Estudio. A su vez las especies *Maxillaria aggregata, Vaccinium floribundum, Disterigma codonanthum, Puya cuatrecasasii, Pentacalia vaccinioides, Hypericum lancioides, Blechnum auratum, Geissanthus andinus, Chusquea tessellata, Clusia multiflora, Ilex colombiana, Escallonia myrtilloides, Espeletya sp, Miconia nodosa, Miconia chlorocarpa, Diplostephium floribundum, Hedyosmum cumbalense, Espeletia pycnophylla, Hesperomeles obtusifolia, Miconia myrtillifolia, Diplostephium cayambense, Palicourea anceps* entre otras, se reportan para este estudio y en el Plan de Manejo Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana (PM PNN CVDJ 2014 - 2018).

De las especies anotadas en la *Tabla 307*, 50 son registros reportados en este estudio, entre las cuales se destacan las orquídeas *Gaultheria cordifolia y Elleanthus kermesinus*, las poaceas *Cortaderia nítida y Calamagrostis effusa*, además de las especies de árboles y arbustos como *Tibouchina grossa, Weinmania engleriana y Baccharis nítida.*

Las especies *Espeletya sp, Miconia nodosa, Miconia chlorocarpa, Diplostephium floribundum, Hedyosmum cumbalense* entre otras, fueron reportadas en el PM PNN COVDJ y este estudio,

mientras que *Bejaria glauca, Pernettya prostrata, Rhynchospora macrochaeta y Epidendrum torquatum* son especies que se reportan en el documento del POMCA MAYO 2010 y este estudio.

Tabla 307. *Composicion Florística de las Zonas de Vida PS-A, bh - M y bh –MB*

N°	Nombre científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Plan de Manejo PNN CVDJ**	Este Estudio
1	*Gaultheria cordifolia*			X
2	*Elleanthus kermesinus*			X
3	*Epidendrum torquatum*	X	X	X
4	*Gaultheria foliolosa*			X
5	*Maxillaria aggregata*		X	X
6	*Vaccinium floribundum*		X	X
7	*Disterigma codonanthum*		X	X
8	*Cortaderia nítida*			X
9	*Odontoglossum angustatum*			X
10	*Cavendishia bracteata*			X
11	*Calamagrostis effusa*			X
12	*Oreobolus goeppingi*			X
13	*Puya cuatrecasasii*		X	X
14	*Pentacalia vaccinioides*		X	X
15	*Hypericum lancioides*		X	X
16	*Rhynchospora macrochaeta*	X		X
17	*Gentiana engleri*			X
18	*Galium hypocarpium*			X
19	*Blechnum auratum*		X	X
20	*Lachemilla orculata*			X
21	*Loricaria thuyoides*			X
22	*Geissanthus andinus*		X	X
23	*Weinmannia brachystachya*			X
24	*Chusquea tessellata*		X	X
25	*Geonoma undata*			X
26	*Clusia multiflora*		X	X
27	*Ilex colombiana*		X	X
28	*Clethra ovalifolia*			X
29	*Escallonia myrtilloides*		X	X
30	*Miconia theazans*			X
31	*Espeletya sp*		X	X
32	*Miconia nodosa*		X	X
33	*Miconia chlorocarpa*		X	X
34	*Diplostephium floribundum*		X	X

N°	Nombre científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Plan de Manejo PNN CVDJ**	Este Estudio
35	*Hedyosmum cumbalense*		X	X
36	*Plutarchia angulata*			X
37	*Pernettya prostrata*	X	X	X
38	*Baccharis buddlejoides*			X
39	*Tibouchina grossa*			X
40	*Weinmania engleriana*			X
41	*Baccharis nítida*			X
42	*Espeletia pycnophylla*		X	X
43	*Thibaudia parvifolia*			X
44	*Gaiadendron punctatum*			X
45	*Themistoclesia epiphytica*			X
46	*Hesperomeles obtusifolia*		X	X
47	*Miconia myrtillifolia*		X	X
48	*Diplostephium hartwegiii*			X
49	*Diplostephium cayambense*		X	X
50	*Palicourea anceps*		X	X
51	*Myrsine coriaceae*			X
52	*Siparuna echinata*			X
53	*Viburnum triphyllum*		X	X
54	*Geissanthus serrulatus*		X	X
55	*Weinmannia pubescens*		X	X
56	*Freziera reticulata*		X	X
57	*Saurauia bullosa*		X	X
58	*Maytenus laxyflora*		X	X
59	*Monnina arborescens*			X
60	*Tibouchina mollis*			X
61	*Macleania rupestris*		X	X
62	*Ocotea infrafoveolata*		X	X
63	*Monnina aestuans*		X	X
64	*Miconia ligustrina*			X
65	*Cybianthus pastensis*		X	X
66	*Cyathea straminea*			X
67	*Weinmannia rolloti*			X
68	*Hedyosmum bonplandianum*		X	X
69	*Hedyosmum strigosum*			X
70	*Palicourea flavescens*		X	X
71	*Hedyosmum cuatrecazanum*			X
72	*Weinmannia engleriana*			X

N°	Nombre científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Plan de Manejo PNN CVDJ**	Este Estudio
73	*Freziera canescens*		X	X
74	*Gaultheria foliosa*		X	X
75	*Siphocampylus bullatus*			X
76	*Bejaria glauca*	X		X
78	*Hypericum laricifolium*		X	X
79	*Palicourea angustifolia*		X	X
80	*Hedyosmum scabrum*			X
81	*Myrsine guianensis*			X
82	*Aegiphila bogotensis*			X
83	*Ilex pernervata*		X	X
84	*Oreopanax nigrum*			X
85	*Schefflera marginata*		X	X
86	*Gynoxys sancti – antonii*			X
87	*Clethra rugosa*			X
88	*Axinaea floribunda*			X
89	*Ocotea guianensis*		X	X
90	*Aequatorium verrucosum*		X	X
91	*Palicourea amethsystina*			X
92	*Chusquea uniflora*	X	X	X
93	*Miconia psychrophila*			X
94	*Persea mutissi*			X
95	*Hedyosmum translucidium*			X
96	*Solanum asperolanatum*		X	X
97	*Miconia jahnii*			X
98	*Saurauia pruinosa*		X	X
99	*Clethra fagifolia*			X
100	*Miconia harlingii*		X	X
101	*Gordonia fruticosa*		X	X
102	*Weinmannia elliptica*		X	X
103	*Bomarea linifolia*			X
104	*Bomarea hirsuta*	X	X	X
105	*Bomarea sp.*	X	X	
106	*Hydrocotile sp.*	X	X	
107	*Philodendron sp.*	X		
108	*Anthurium pedatum*	X		
109	*Anthurium bogotense*	X		
110	*Anthurium mindense*	X		
111	*Baccharis trinervis*	X		

N°	Nombre científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Plan de Manejo PNN CVDJ**	Este Estudio
112	*Ageratum conyzoides*	X		
113	*Tagetes filifolia*	X		
114	*Acmella brachyglosa*	X		
115	*Centratherum punctatum*	X		
116	*Achyrocline alata*	X		
117	*Begonia colombiana*	X		
118	*Pitcairnia pungens*	X		
119	*Tillandsia pastensis*	X		
120	*Canna sp*	X		
121	*Callisia gracilis sp.*	X		
122	*Coriaria ruscifolia sp.*	X		
123	*Carex chordelis*	X		
124	*Carex bonplandii*	X		
125	*Cyperus sp*	X		
126	*Rhynchospora sp.*	X		
127	*Carex jamesonii*	X		
129	*Uncinia hamata*	X		
130	*Rhynchospora rugosa*	X		
131	*Rhynchospora corymbosa*	X		
132	*Carex polystachya*	X		
133	*Uncinia hamata*	X		
134	*Dioscorea sp.*	X		
135	*Disterigma sp.*	X		
136	*Psammisia graebneriana*	X		
137	*Disterigma acuminatum*	X		
139	*Capanea affinis*	X		
140	*Sisyrinchium trinerve o unispatha*	X		
141	*Orthosanthus chimboracensi*	X		
142	*Luzula gigantea*	X		
143	*Juncus sp*	X		
144	*Licopodium clavatum*	X		
145	*Pleurothallis cornuta*	X		
146	*Pachyphyllum cristallinum*	X		
147	*Pterichis habenarioides*	X		
148	*Maxilaria floribunda*	X		
149	*Epidendrum frutex*	X		
151	*Epidendrum fimbriatum*	X		
152	*Epidendrum secundum*	X		

N°	Nombre científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Plan de Manejo PNN CVDJ**	Este Estudio
153	*Epidendrum paniculatum*	X		
154	*Epidendrum macrostachyum*	X		
155	*Cranichis ciliata*	X		
156	*Cranichis lehmanniana*	X		
157	*Pleurothallis linguifera*	X		
158	*Pleurothallis sp.*	X		
159	*Maxillaria*	X		
160	*Stelis pusilla*	X		
161	*Telipogon sp.*	X		
162	*Elleanthus aurantiacus*	X		
163	*Stenorrhynchos speciosum*	X		
164	*Oncidium cocciferum*	X		
165	*Stenorrhynchos speciosum*	X		
166	*Malaxis andicola*	X		
167	*Odontoglossum sp.*	X		
168	*Cranichis sp.*	X		
169	*Oxalis pubescens*	X		
170	*Peperomia talinifolia*	X		
171	*Peperomia hispidula*	X		
171	*Peperomia hartwegiana*	X		
173	*Bromus catharticus*	X		
175	*Calamagrostis coarctata*	X		
176	*Andropogon sp.*	X		
177	*Andropogon hirtiflorum*	X		
178	*Calamagrostis sp.*	X		
179	*Axonopus poiophyllus*	X		
180	*Aulonemia sp.*		X	
181	*Galium nitidium*		X	
182	*Palicourea sp.*		X	
183	*Calceolaria lehmanniana*		X	
184	*Castilleja communis*		X	
185	*Ageratina tinifolia*		X	
186	*Agrostis foliata*		X	
187	*Agrostis perennans*		X	
190	*Ageratina gracilis*		X	
191	*Ageratina theifolia*		X	
192	*Ageratina tinifolia*		X	
193	*Agrostis foliata*		X	

N°	Nombre científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Plan de Manejo PNN CVDJ**	Este Estudio
194	*Agrostis perennans*		X	
195	*Aequatorium jamesonii*		X	
196	*Anthurium microspadix*		X	
197	*Anthurium oxybelium*		X	
199	*Baccharis genistelloides*		X	
200	*Baccharis granadina*		X	
201	*Baccharis latifolia*		X	
202	*Baccharis macrantha*		X	
203	*Baccharis nítida*		X	
204	*Barnadesia spinosa*		X	
205	*Bartramia angustifolia*		X	
206	*Bartramia potosica*		X	
207	*Bartsia orthocarpiflora*		X	
208	*Bartsia santolinifolia*		X	
209	*Bartsia stricta*		X	
210	*Begonia urticae*		X	
211	*Bejaria aestuans*		X	
213	*Blechnum loxense*		X	
214	*Blechnum stipitellatum*		X	
216	*Bomarea linifolia*		X	
217	*Cybianthus marginatus*		X	
218	*Calamagrostis effusa*		X	
221	*Cletra ovalifolia*		X	
223	*Cortaderia nitida*		X	
224	*Cyathea caracasana*		X	
225	*Gaultheria strigosa*		X	
228	*Hypericum ruscoides*		X	
231	*Lachemilia fulvescens*		X	
232	*Lachemilia galioides*		X	
234	*Macrocarpaea pachyphylla*		X	
235	*Lachemilla orbiculata*		X	
238	*Miconia bordoncilloana*		X	
239	*Miconia brachygyna*		X	
244	*Miconia pastoensis*		X	
247	*Monnina revoluta*		X	
248	*Morella parvifolia*		X	
249	*Morella pubescens*		X	
250	*Myrsyne coriacea*		X	

N°	Nombre científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Plan de Manejo PNN CVDJ**	Este Estudio
251	*Myrsyne depends*		X	
252	*Myrsyne guianensis*		X	
253	*Podocarpus oleifolius*		X	
254	*Oreobolus goeppingeri*		X	
255	*Oreopanax bogotensis*		X	
256	*Oreopanax niger*		X	
257	*Oreopanax seemannianus*		X	
258	*Oropogon loxensis*		X	
259	*Orthrosanthus monadelphus*		X	
260	*Palicourea amethystina*		X	
264	*Paspalum bonplandianum*		X	
265	*Pentacalia andicola*		X	
266	*Pentacalia guadalupe*		X	
268	*Peperonia hispidula*		X	
269	*Pernettya prostata*		X	
270	*Persea mutisii*		X	
271	*Piper ecuadorense*		X	
272	*Piper montanum*		X	
273	*Temistoclesia dependens*		X	
274	*Polytrichum junipericum*		X	
275	*Prunus fulcata*		X	
276	*Puya clavata herculis*		X	
278	*Rynchospora machochaeta*		X	
283	*Siparuna lepidota*		X	
285	*Solanum juglandifolium*		X	
286	*Valeriana bracteata*		X	
287	*Valeriana pilosa*		X	
288	*Viburnum pichinchense*		X	
289	*Dicksonia sellowiana*		X	
290	*Disterigma acuminatum*		X	
291	*Disterigma elaternoides*		X	
292	*Drimys granadensis*		X	
293	*Elleanthus aurantiacus*		X	
294	*Epidendrum macrostachyum*		X	
295	*Escallonia resinosa*		X	
296	*Freziera bonplandina*		X	
297	*Gaiadendrum punctatum*		X	
298	*Gaultheria erecta*		X	

N°	Nombre científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Plan de Manejo PNN CVDJ**	Este Estudio
299	*Hyperycum trichophyllum*		X	
300	*Geissanthus argutus*		X	
301	*Gentiana sedifolia*		X	
302	*Geomona undata*		X	
303	*Gordonia humboldtii*		X	
304	*Guzmania candelabrum*		X	
305	*Hedyosmum cuatracazanum*		X	
306	*Hedyosmun scabrum*		X	
307	*Hesperomeles glabrata*		X	
308	*Huperzia ecuadorica*		X	
309	*Maytenus laxiflora*		X	
310	*Temistoclesia epiphytica*		X	
311	*Temistoclesia recondita*		X	
312	*Thibaudia floribunda*		X	
313	*Thibaudia parviflora*		X	
314	*Tournefortia fuliginosa*		X	
315	*Weinmannia cochensis*		X	
316	*Weinmannia multijuga*		X	
317	*Weinmannia pubescens*		X	
317	*Weinmannia rollottii*		X	

Fuente: *Plan de Ordenamiento del Manejo de la Cuenca del Río Mayo 2010

**Plan de Manejo Parque Nacional Natural Complejo Volcánica Doña Juana 2014



Fotografía 45. *Panorámica de la cobertura de la Vegetación del Páramo Sub Andino*

- Riqueza

En la zona de Vida Páramo Sub Andino se registraron 237 individuos que corresponden a 34 especies y 19 familias y 13 órdenes de las 19 familias encontradas, el 16% corresponde a las familias agrupadas en los órdenes Poales y Ericales, mientras que los órdenes Malpighiales y Gentianales agrupan el 11% de las famlias. Los órdenes restantes agrupan el 5% de las familias encontradas.

La familia Ericaceae posee el mayor número de especies 6 correspondiente al 18%, siendo las especies *Pernettya prostrata, Gaultheria cordifolia, Vaccinium floribundum, Disterigma codonanthum, Gaultheria foliolosa* y *Cavendishia bracteata* encontradas en el muestreo para este estudio. Le sigue la familia Orchidacear con 5 especies correspondiente al 15% representada en las especies *Elleanthus kermesinus, Epidendrum torquatum, Maxillaria aggregata, Odontoglossum angustatum, Maxillaria aggregata*. La familia Poales con 3 especies correspondiente al 9%, está representada en las especies *Cortaderia nítida, Calamagrostis effusa* y *Chusquea tessellata.* Melastomataceae con 5 especies: *Meriania spledens, Miconia denticulata, Tibouchina mollis, Clidemia sp.* y *Meriania sp.* (*Tabla 308*).

Asteraceae fue la familia con mayor número de géneros (5), seguida por las familias Ericaceae y Melastomataceae (4 géneros cada una). La mayoría de las familias (24) estuvieron representadas por un sólo género, mientras que 4 familias contenían dos géneros cada una

Tabla 308. *Ordenes, Familias y Especies de Flora de la zona de Vida Páramo Sub Andino*

Orden	Familia	Nombre científico	% Familias	% Especies
Ericales	Ericaceae	*Pernettya prostrata*	16%	18%
		Gaultheria cordifolia		
		Vaccinium floribundum		
		Disterigma codonanthum		
		Gaultheria foliolosa		
		Cavendishia bracteata		
	Clethraceae	*Clethra ovalifoia*		3%
	Primulaceae	*Geissanthus andinus*		3%
Asparagales	Orchidaceae	*Elleanthus kermesinus*	5%	15%
		Epidendrum torquatum		
		Maxillaria aggregata		

Orden	Familia	Nombre científico	% Familias	% Especies
		Odontoglossum angustatum		
		Maxillaria aggregata		
		Cortaderia nítida		
Poales	Poacea	*Calamagrostis effusa*	16%	9%
		Chusquea tessellata		
	Cyperaceae	*Oreobolus goeppingi*		6%
		Rhynchospora macrochaeta		
	Bromeliaceae	*Puya cuatrecasasii*		3%
Asterales	Asteraceae	*Pentacalia vaccinioides*	5%	9%
		Espeletya sp		
		Loricaria thuyoides		
Myrtales	Melastomataceae	*Miconia theazans*	5%	6%
		Miconia nodosa		
Malpighiales	Hypericaceae	*Hypericum lancioides*	11%	3%
	Clusiaceae	*Clusia multiflora*		3%
Gentianales	Gentianaceae	*Gentiana engleri*	11%	3%
	Rubiaceae	*Galium hypocarpium*		3%
Polypodiales	Blechnaceae	*Blechnum auratum*	5%	3%
Rosales	Rosaceae	*Lachemilla orculata*	5%	3%
Oxalidales	Cunoniaceae	*Weinmannia brachystachya*	5%	3%
Arecales	Arecaceae	*Geonoma undata*	5%	3%
Aquifoliales	Aquifoliaceae	*Ilex colombiana*	5%	3%
Escalloniales	Escalloniaceae	*Escallonia myrtilloides*	5%	3%
Total Ordenes		13	100%	100%
Total Familias		19		
Total Especies		34		

En la *Tabla 309* se observa como está estratificada la flora en la zona de vida de P-SA, se observa que la mayoría de la vegetación está estructurada en los estratos Arbustivo, seguido del herbáceo y el rasante con algunos ejemplares en estrato arbóreo.

La mayor cantidad de especies se encuentran ubicados en el estrato arbustivo, para el Páramo Sub Andino se tiene la presencia de 11 especies que representan el 3,74% del total de especies encontradas, 9 especies ubicadas en el estrato arbustivo y 7 especies en el estrato herbáceo, las demás se ubican en el estrato rasante.

En cuanto al tamaño de los arboles según el DAP, se encontró que las especies en su mayoría están categorizados como Arboles jóvenes / estaca, y otras especies en regeneración, esto concuerda con lo observado en campo, muchos de los parches de bosques existentes tienen un grado de intervención, los cuales se han dejado regenerar encontrándose una estructura vegetal de colonización de especies de bosque montano en las zonas de páramo (*Tabla 309*)

Tabla 309. *Estratificación Florística De La Zona de Vida P- SA*

Nombres científicos	Escala de Estratificación.	Categorías sobre el Tamaño de los Árboles según el DAP	Categoría de Amenaza (UICN) Actualizada
Pernettya prostrata	Arbustivo	Arboles jóvenes / estaca	LC
Gaultheria cordifolia	Arboreo	Arboles jóvenes / estaca	DD
Vaccinium floribundum	Arbustivo	Arboles jóvenes / estaca	-
Disterigma codonanthum	Arboreo	Arboles jóvenes / estaca	-
Gaultheria foliolosa	Arboreo	Arboles jóvenes / estaca	-
Cavendishia bracteata	Arboreo	Arboles jóvenes / estaca	-
Clethra ovalifoia	Arboreo	Arboles jóvenes / estaca	-
Geissanthus andinus	Arbustivo	Regeneración	-
Elleanthus kermesinus	Herbáceo	Regeneracióne	CITES II
Epidendrum torquatum	Herbáceo	Regeneración	-
Maxillaria aggregata	Rasante	Regeneración	-
Odontoglossum angustatum	Rasante	Regeneración	-
Maxillaria sp	Rasante		-
Cortaderia nítida	Herbáceo		-
Calamagrostis effusa	Herbáceo		-
Chusquea tessellata	Herbáceo		-
Oreobolus goeppingi	Rasante		-
Rhynchospora macrochaeta	Rasante		
Puya cuatrecasasii	Herbáceo	Regeneración	VU

Nombres científicos	Escala de Estratificación.	Categorías sobre el Tamaño de los Árboles según el DAP	Categoría de Amenaza (UICN) Actualizada
Pentacalia vaccinioides	Arbustivo	Regeneración	-
Espeletya sp	Arbustivo	Arboles jóvenes / estaca	LC
Loricaria thuyoides	Arbustivo	Regeneración	-
Miconia theazans	Arbustivo	Arboles jóvenes / estaca	-
Miconia nodosa	Arbustivo	Arboles jóvenes / estaca	-
Hypericum lancioides	Arbustivo	Regeneración	-
Clusia multiflora	Arbóreo	Arboles jóvenes / estaca	LC
Gentiana engleri	Rasante		
Galium hypocarpium	Herbáceo	Regeneración	
Blechnum auratum	Arbustivo	Regeneración	
Lachemilla orculata	Rasante		
Weinmannia brachystachya	Arbustivo	Arboles jóvenes / estaca	
Geonoma undata	Arbóreo	Arboles jóvenes / estaca	
Ilex colombiana	Arbóreo	Arboles jóvenes / estaca	
Escallonia myrtilloides	Arbóreo	Arboles jóvenes / estaca	

En la *Tabla 310* se observa el patrón de la abundancia mostró un comportamiento característico del páramo sub andino en donde las especies de la familia Ericacea son las mas abundantes, destacando a las especies *Gaulteheria cordifolia, Vaccinium floribundum, Gaultheria foliolosa* y *Cavendishia bracteata.*

Se encontró además que la familia Poaceae presenta a la especie *Cortaderia nítida* como la más abundante, mientras que para la familia Orchidaceae la especie *Odontoglossum angustatum* es la más abundante.

Tabla 310. *Flora Presente en el Páramo Sub Andino*

Nombre Científico	Familia	Abundancia	Abundancia Relativa
Pernettya prostrata	Ericaceae	4	0,02
Gaultheria cordifolia		11	0,05
Vaccinium floribundum		9	0,04
Disterigma codonanthum		7	0,03
Gaultheria foliolosa		8	0,03
Cavendishia bracteata		8	0,03
Clethra ovalifoia	Clethraceae	9	0,04
Geissanthus andinus	Primulaceae	7	0,03
Elleanthus kermesinus	Orchidaceae	2	0,01
Epidendrum torquatum		5	0,02
Maxillaria aggregata		8	0,03
Odontoglossum angustatum		9	0,04
Maxillaria aggregata		14	0,06
Cortaderia nítida	Poaceae	12	0,05
Calamagrostis effusa		5	0,02
Chusquea tessellata		5	0,02
Oreobolus goeppingi	Cyperaceae	8	0,03
Rhynchospora macrochaeta		5	0,02
Puya cuatrecasasii	Bromeliaceae	5	0,02
Pentacalia vaccinioides	Asteraceae	5	0,02
Espeletya sp		5	0,02
Loricaria thuyoides		4	0,02
Miconia theazans	Melastomataceae	9	0,04
Miconia nodosa		8	0,03
Hypericum lancioides	Hypericaceae	3	0,01
Clusia multiflora	Clusiaceae	12	0,05
Gentiana engleri	Gentianaceae	3	0,01
Galium hypocarpium	Rubiaceae	8	0,03
Blechnum auratum	Blechnaceae	4	0,02
Lachemilla orculata	Rosaceae	4	0,02
Weinmannia brachystachya	Cunoniaceae	5	0,02
Geonoma undata	Arecaceae	10	0,04
Ilex colombiana	Aquifoliaceae	8	0,03
Escallonia myrtilloides	Escalloniaceae	8	0,03
Riqueza	*34*	237	1,00

En la *Tabla 311*, se observa los registros de algunas variables fitosociológicas combinadas descritas para el PSA, encontrándose que las especies con una densidad relativa corresponde a las especies *Maxillaria aggregata* y *Cortaderia nítid*a, seguido de las especies *Gaultheria cordifolia, Vaccinium floribundum, Clethra ovalifoia, Odontoglossum angustatum*.

De acuerdo con los resultados de la densidad de individuos para las especies encontradas, la mayoría de las especies fueron pobres y escasas en los transectos de muestreo, esto puede sugerir un posible impacto antrópico. La cercanía del PSA a las poblaciones del municipio de la Cruz lo convierte en un lugar susceptible al impacto antrópico por la explotación de recursos y expansión de la actividad agrícola y ganadera por parte de los pobladores.

El DAP de mayor tamaño fue de 19.23 cm para *Miconia nodosa*, 17,45 cm, para *Miconia theazans*, 18,63 cm para *Clusia multiflora*, 17,49 para *Weinmannia brachystachya*, 18,5 para *Gaultheria cordifolia* y 13,76 para *Geonoma undata*.

Tabla 311. *Variables fitosociológicas combinadas de las especies encontradas en P-SA*

Nombres científicos	Densidad	Densidad Relativa	DAP	Area Basal	Área basal Relativa
Pernettya prostrata	0,04	0,02	13,75	10,79	5,74
Gaultheria cordifolia	0,11	0,05	18,5	14,52	5,04
Vaccinium floribundum	0,09	0,04	16,48	12,94	0,6
Disterigma codonanthum	0,07	0,03	13,76	10,8	0,04
Gaultheria foliolosa	0,08	0,03	15,8	12,4	4,31
Cavendishia bracteata	0,08	0,03	6,78	5,32	0,02
Clethra ovalifoia	0,09	0,03	12,76	10,02	3,48
Geissanthus andinus	0,07	0,03	2,33	1,83	0,63
Elleanthus kermesinus	0,02	0,04	0,23	0,18	0,06
Epidendrum torquatum	0,05	0,04	0,53	0,42	0,14
Maxillaria aggregata	0,08	0,05			
Odontoglossum angustatum	0,09	0,05			
Maxillaria aggregata	0,14	0,05			
Cortaderia nítida	0,12	0,06	0,65	0,51	0,18
Calamagrostis effusa	0,05	0,06	0,84	0,66	0,23
Chusquea tessellata	0,05	0,07	0,1	0,08	0,03
Oreobolus goeppingi	0,08	0,07			
Rhynchospora macrochaeta	0,05	0,08			
Puya cuatrecasasii	0,05	0,08	0,97	0,76	0
Pentacalia vaccinioides	0,05	0,08	0,12	0,09	0,03
Espeletya sp	0,05	0,09	14,62	11,48	3,98
Loricaria thuyoides	0,04	0,09	1,57	1,23	0,43
Miconia theazans	0,09	0,1	17,45	13,7	4,76
Miconia nodosa	0,08	0,1	19,23	15,1	5,24
Hypericum lancioides	0,03	0,11	0,38	0,3	0,1
Clusia multiflora	0,12	0,11	18,62	14,62	5,07
Gentiana engleri	0,03	0,11			
Galium hypocarpium	0,08	0,12	1,42	1,11	0,39
Blechnum auratum	0,04	0,12	0,89	0,7	0,24
Lachemilla orculata	0,04	0,13			
Weinmannia brachystachya	0,05	0,13	17,49	13,73	4,77
Geonoma undata	0,1	0,14	13,76	10,8	3,75
Ilex colombiana	0,08	0,14	12,4	9,73	3,38
Escallonia myrtilloides	0,08	0,14	18,12	14,22	4,94

2.2.12.2.2. Fauna

Aves

- Riqueza

Durante las observaciones realizadas en la Zona de Vida Páramo Sub Andino, se encontró que la avifauna está estructurada en 6 órdenes, 11 familias y 14 epsecies.

El orden que mayor riqueza presenta es el de los Passeriformes con el 55% de las familias presentes, estas aves son llamadas aves de percha o canoras y su riqueza es reflejo de la mayor abundancia de aves de este orden en todo el mundo. Le siguen en riqueza los Apodiformes (colibríes y vencejos) con el 9%, los órdenes Caprimulgiformes (aves nocturnas con gran facilidad para camuflarse durante el día, de plumaje muy parecido en color y trazo a las hojas secas o a la corteza de un árbol), Trogoniformes, Anseriformes (patos silvestres) y Cathartiformes representan el 9% respectivamente (*Tabla 312*).

Tabla 312. *Ordenes, Familias y Especies de Aves de la Zona de Vida Páramo Sub Andino*

Orden	Familia	Nombre Científico	% Familias	% Especies
Apodiformes	Trochilidae	*Eutoxeres áquila*	9%	29%
		Threnetes leucurus		
		Doryfera johannae		
		Klais guimeti		
Passeriformes	Tyrannidae	*Mionectes olivaceus-*	55%	43%
	Tityridae	*Tityra cayana*		
	Corvidae	*Cyanocorax violaceus*		
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*		
	Turdidae	*Catharus ustulatus*		
	Thraupidae	*Tangara chilensis*		
Caprimulgiformes	Trochilidae	*Heliodoxa gularis*	9%	7%
Trogoniformes	Tronidae	*Trogon viridis*	9%	7%
Anseriformes	Anatidae	*Anas sp*	9%	7%
Cathartiformes	Cathartidae	*Vultur gryphus*	9%	7%
Total Ordenes			6	
Total Familias			11	
Total Especies			15	

La familia que mayor diversidad presenta es Passeriformes que agrupa el 43% del total de aves, son conocidas como aves de percha o canoras, se posan en perchas como ramas superiores de los árboles y cazan insectos en vuelo. La alimentación básica son los insectos, pero ocasionalmente incluyen otro tipo de alimento como: anfibios, mamíferos pequeños peces, frutos o semillas. Le sigue en riqueza la familia Trochilidae con el 29% de las especies, son las aves conocias como colibríes, de plumaje brillante, de hábitos insectívoros o nectarívoros.

- Gremios Tróficos

Las especies del orden Apodiformes principalmente se alimentan de néctar, aunque algunas veces complementan su dieta con insectos. La familiaTrochilidae consume en su gran mayoría néctar. Las aves del orden Passeriforme consumen en su gran mayoría frutas e insectos, siendo las familias Turdidae, Corvidae y Thraupidae insectívoros – frugívoros.

- Sensibilidad

Del total de especies de aves potenciales, según la IUCN, se encontró que el 86% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o preocupación menor), mientras que el 7% se ubican en las categorías VU (Vulnerable) y NT (Near threat o casi amenazado) (*Figura 156*)

Entre las especies que se encuentran en la categoría LC, están *Eutoxeres áquila, Threnetes leucurus, Doryfera johannae, Klais guimeti, Mionectes olivaceus, Tityra cayana, Cyanocorax violaceus, Hirundo rustica, Catharus ustulatus y Tangara chilensis.* Las especies *Heliodoxa gularis* y *Vultur gryphus* se ubican en la categoría VU y NT respectivamente (*Tabla 313*)

Tabla 313. *Especies de Aves Presentes en P-SA, Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Apodiformes	Trochilidae	*Eutoxeres áquila*	LC
		Threnetes leucurus	LC
		Doryfera johannae	LC
		Klais guimeti	LC
Passeriformes	Tyrannidae	*Mionectes olivaceus-*	LC
	Tityridae	*Tityra cayana*	LC
	Corvidae	*Cyanocorax violaceus*	LC
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	LC
	Turdidae	*Catharus ustulatus*	LC
	Thraupidae	*Tangara chilensis*	LC
Caprimulgiformes	Trochilidae	*Heliodoxa gularis*	VU
Trogoniformes	Tronidae	*Trogon viridis*	LC
Anseriformes	Anatidae	*Anas geórgica*	LC
Cathartiformes	Cathartidae	*Vultur gryphus*	NT

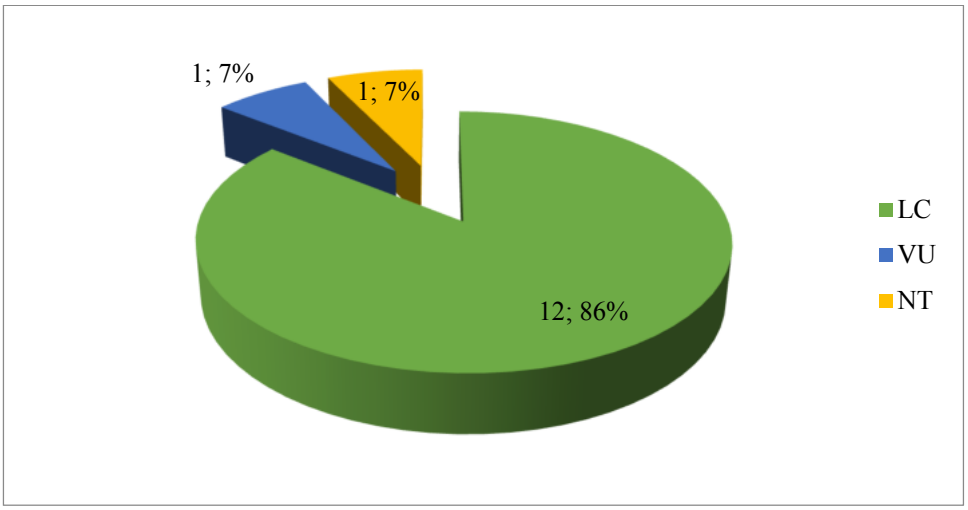


Figura 156. *Distribución Porcentual de las Especies de Aves Presentes en P-SA Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Mamíferos

- Riqueza

Las especies de mamíferos presentes en la zona de vida de PSA están distribuida en 7 órdenes y 12 familias y 15 especies. Los órdenes más diversos son Carnívora con 5 familias y 6 especies, y Chiroptera con 2 familias y 3 especies, y Artiodactyla con 1 familias y 2 especies (*Tabla 314*).

El orden con mayor riqueza de familias es el orden Carnívora con el 42% correspondiente, le sigue el orden Chiroptera con el 17%, al cual pertenecen los murciélagos. En diversidad de especies sobresalen las familias Procionidae, Cervidae y Sturniridae con el 13% cada una. Las familias restantes agrupan 1 especie cada una.

Tabla 314. *Ordenes, familias y especies de Mamíferos de la zona de Vida Páramo Sub Andino*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familia	% Especies
Carnívora	Procionidae	*Nasuella alivacea*	42%	13%
		Nasua nasua		
	Mustelidae	*Eira barbara*		7%
	Canidae	*Lycalopex culpaeus*		7%
	Felidae	*Puma concolor*		7%
	Ursidae	*Tremarctos ornatus*		7%
Chiroptera	Sturnirinae	**Sturnira bidens (Thomas, 1915)*	17%	13%
		Sturnira erythromos		
	Verspertilionidae	*Eptesicus andinus (J.A. Allen, 1914)*		7%
Artiodactyla	Cervidae	*Mazama rufina*	8%	13%
		Mazama americana		
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis albiventris*	8%	7%
Lagomorpha	Leporidae	*Silvilagus brasiliensis*	8%	7%
Rodentia	Caenolestidae	*Caenolestes fuliginosus*	8%	7%
Perissodactyla	Tapiridae	*Tapirus pinchaque*	8%	7%
Total Ordenes			7	
Total Familias			12	
Total Especies			15	

- Gremios Tróficos

De las especies registradas en el Páramo Sub Andino se encontró que las especies *Dasypus novemcinctus y Didelphis marsupialis* se alimentan de todo, aunque *D. novemcinctus* es principalmente insectívoro. Se consideran especialmente frugívoros *Dasyprocta punctata y Sciurus granatensis*, mientras que, *Sylvilagus brasiliensis* complementa esta dieta con algunas hierbas.

- Sensibilidad

Del total de especies de mamiferos potenciales, según la IUCN, se encontró que el 67% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o Preocupación Menor), mientras que el 13% se ubican en la categoría VU (Vulnerable), el 7% en las categorías NT (Near threat o casi amenazado) y En (Endangered en Peligro de extinción) respectivamente y el 6% en DD (Datos insuficientes) (*Figura 157*)

Entre las especies que se encuentran en la categoría LC, están Nasua nasua, Eira barbara, Lycalopex culpaeus, Puma concolor, *Sturnira bidens (Thomas, 1915), Sturnira erythromos. Las especies Tremarctos ornatus y Mazama rufina se ubican en la categoría VU, mientras que Tapirus pinchaque está catalogada como una especie en peligro de extinción (EN) (*Tabla 315*)

Tabla 315. *Especies de Mamíferos presentes en P-SA ubicadas en alguna categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familia
Carnívora	Procionidae	*Nasuella alivacea*	NT
		Nasua nasua	LC
	Mustelidae	*Eira barbara*	LC
	Canidae	*Lycalopex culpaeus*	LC
	Felidae	*Puma concolor*	LC
	Ursidae	*Tremarctos ornatus*	VU
Chiroptera	Sturnirinae	**Sturnira bidens (Thomas, 1915)*	LC
		Sturnira erythromos	LC
	Verspertilionidae	*Eptesicus andinus (J.A. Allen, 1914)*	LC
Artiodactyla	Cervidae	*Mazama Rufina*	VU
		Mazama americana	DD
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis albiventris*	LC
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus brasiliensis*	LC
Rodentia	Caenolestidae	*Caenolestes fuliginosus*	LC
Perissodactyla	Tapiridae	*Tapirus pinchaque*	EN

Las especies Mazama americana y Nasuella alivacea están catalogadas como especies DD y NT respectivamente, esto obedece principalmente a la falta de estudios en vida silvestre que aporten la información suficiente de las especies.

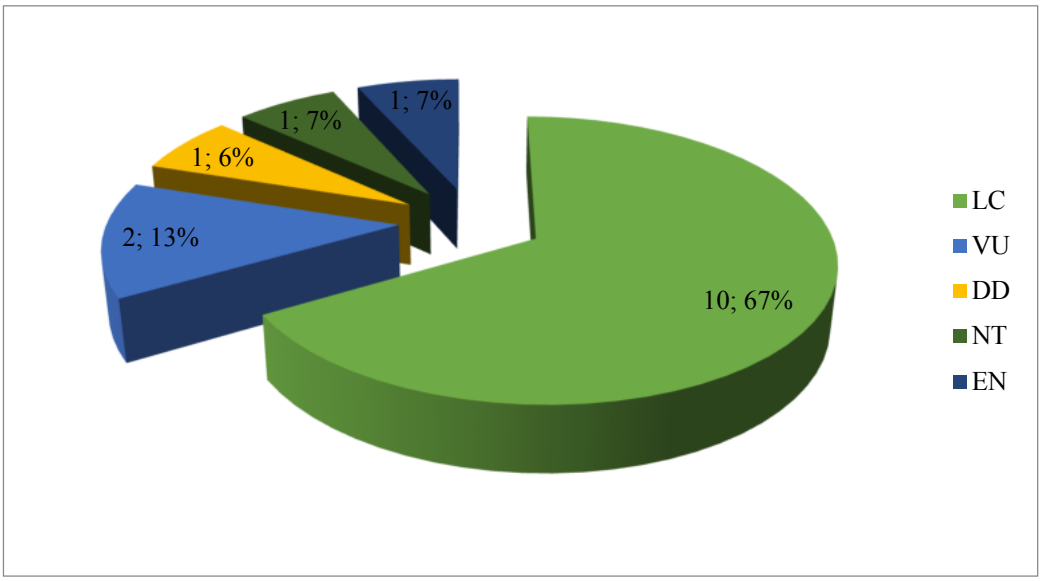


Figura 157. *Distribución porcentual de las especies de Mamíferos presentes en P-SA ubicadas en alguna categoría UICN 2017*



Fotografía 46. *Excremento de oso andino (Tremarctos ornatus) en medio de hojarasca en Páramo Sub Andino*

Anfibios

- Riqueza

Se registró para la zona de vida de Páramo Sub Andino 1 orden, representado en 2 Familias y 7 especies, Craugastoridae la más diversas con 7 especies mientras que la familia Bufonidae estuvo representada con 1 especie correspondiente a Osornophryne sp. (*Tabla 316*)

Tabla 316. *Ordenes, Familias y Especies de Anfibios de la Zona de Vida Páramo Sub Andino*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	% Especies
Anura	Craughastoridae	*Pristimantis myersi*	100%	86%
		Pristimantis unistrigatus		
		Pristimantis bukleyi		
		Pristimantis farisorum		
		Pristimantis huicundo		
		Pristimantis w-nigrum		
	Bufonidae	*Osornophryne sp*		14%
Total Ordenes			1	
Total Familias			2	
Total Especies			7	

- Sensibilidad

Del total de especies de anfibios potenciales, según la IUCN, se encontró que el 57% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o Preocupación Menor), mientras que el 29% se ubican en la categoría DD (Datos insuficientes) y el 14% no se sabe o no se tiene conocimiento sobre su biología en vida silvestre (*Figura 158*).

Entre las especies que se encuentran en la categoría LC, están Pristimantis myersi, Pristimantis unistrigatus, Pristimantis buckleyi y Pristimantis w-nigrum, mientras que Pristimantis huicundo se cataloga en DD (*Tabla 317*).

Tabla 317. *Especies de Anfibios Presentes en P-SA ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Anura	Craughastoridae	*Pristimantis myersi*	LC
		Pristimantis unistrigatus	LC
		Pristimantis buckleyi	LC
		Pristimantis farisorum	DD
		Pristimantis huicundo	DD
		Pristimantis w-nigrum	LC
	Bufonidae	*Osornophryne sp.*	No se sabe

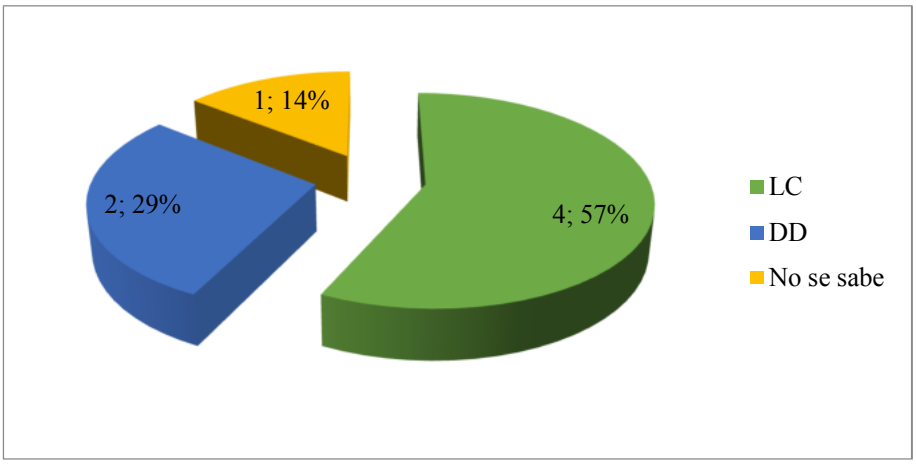


Figura 158. *Distribución porcentual de las especies de Anfibios presentes en P-SA ubicadas en alguna categoría UICN 2017*



Fotografía 47. *Pristimantis w-nigrum (Izquierda) Pristimantis unistrigatus (Derecha)*

- Temporalidad

La permanencia de las especies silvestres de mamíferos en un lugar determinado obedece a factores importantes como son recursos alimenticios, espacio para percha y descanso, reproducción, aspectos naturales importantes para la supervivencia de las especies. En los bosques tropicales existe una alta disponibilidad de recursos, los cuales están presentes durante todo el año.

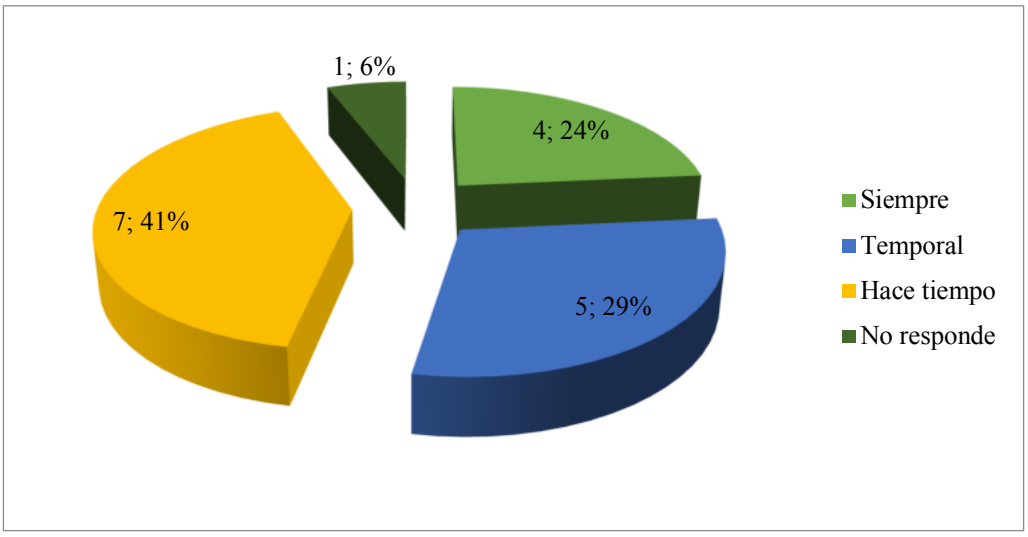


Figura 159. *Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Páramo Sub Andino de acuerdo con la Temporalidad*

En la *Figura 159*, se observa que la fauna silvestre presente en el páramo sub andino en un 24% se puede observar durante todo el año, mientras que 29% lo hacen por temporadas (cuando la vegetación está en florescencia y fructificación). Los encuestados manifiestan que hace más de 50 años era más fácil observar los animales silvestres, dada la disponibilidad de cobertura vegetal en la zona. Ellos manifiestan que la tala, la introducción de ganado y de cultivos en las zonas de montaña ha ocasionado que muchas especies se observen ocasionalmente o que alguns ya nose vean o hace mucho tiempo que las han visto (41%).

- Abundancia

De acuerdo con los encuestados se encontró que la fauna silvestre se ha visto ampliamente afectada por la deforestación, la actividad minera y otras actividades antrópicas que han degradado los ecosistemas y por ende afectado a la vida silvestre. Se encontrpo que el 81% de los encuestados manifiestan que en la zona de páramo principalmente en la zona del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana, se pueden observar muchos animales silvestres, mientras que para las zonas bajas o donde hay cultivos y ganado se puede observar pocos animales silvestres, esto corresponde al 13% (*Figura 160*)

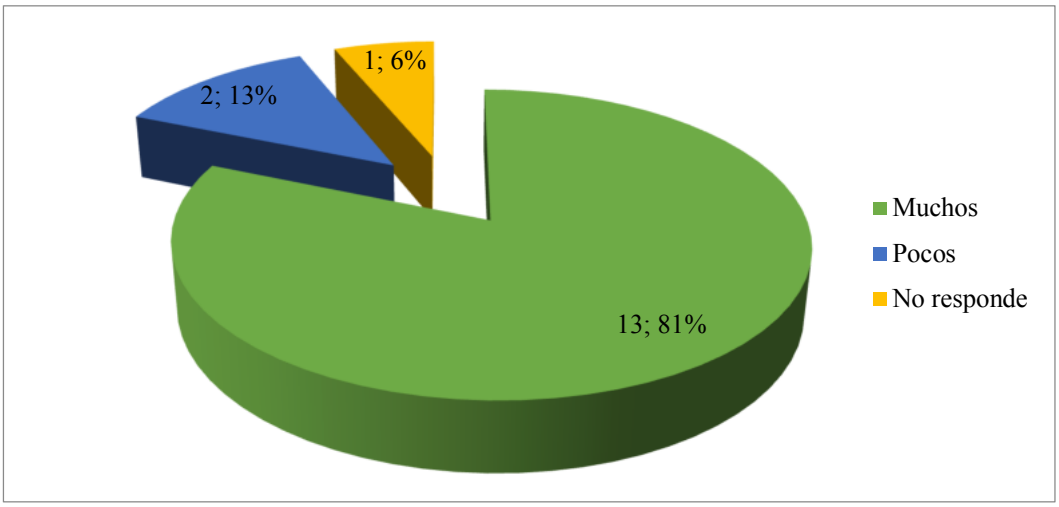


Figura 160. *Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de Páramo Sub Andino de acuerdo con la Abundancia*

- Aprecio/uso

Se encontró que frente al aprecio/uso de la fauna silvestre, el 94% de los encuestados manifiestan que el uso que le dan es mucho, puesto que muchas especies son utilizadas como mascotas, alimento o medicina, algunos son cazados y otros son comercializados como mascotas.

Por otro lado, el 6% de los encuestados menciona que la fauna silvestre tiene algún uso (*Figura 161*)

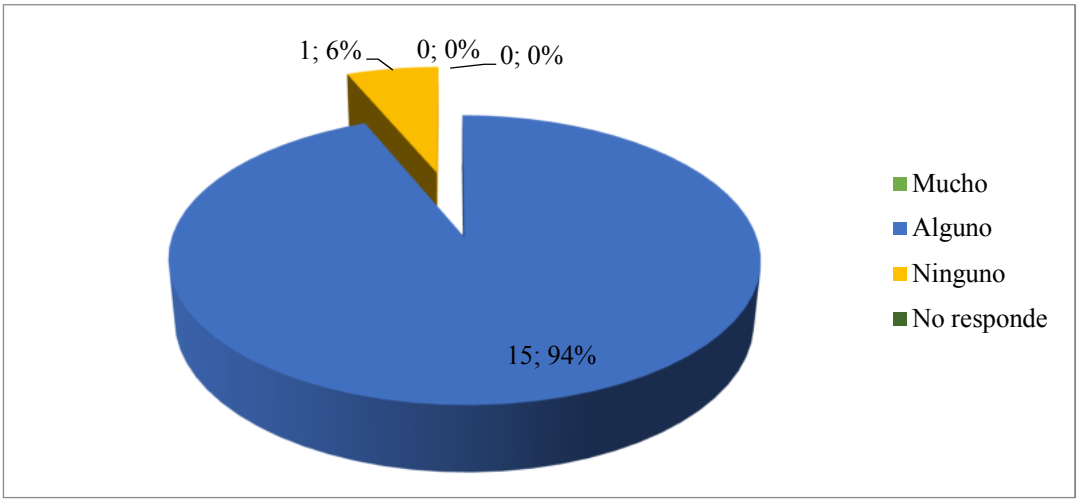


Figura 161. *Especies de Fauna observados por los encuestados en la zona de vida Páramo Sub Andino de acuerdo con el Aprecio / Uso*

- Afectación

En cuanto a la afectación que puede ocasionar la fauna silvestre a cultivos, animales domésticos y terrenos, los encuestados manifiestan en un 38% que los daños son accidentales, puesto que mencionan que los animales en su necesidad de conseguir alimento y por la búsqueda que cada vez para ellos es más difícil pueden entrar en los cultivos y a las casas a comer lo que puedan encontrar.

El 37% de los encuestados mencionan que el daño es intencional, porque animales como el oso andino, se come las vacas y les deja “deudas” a los campesinos que tienen las vacas pastando en los terrenos que los campesinos poseen.

De igual manera mencionan el consumo de cultivos por parte de aves, que se acercan a las granjas a “dañar” las plantas de granadilla causando grandes pérdidas. Lo mismo mencionan de las aves rapaces que según afirman se han comido a todos los animales de parcela como polluelos, gallinas y conejos, ocasionándoles grandes pérdidas económicas (*Figura 162*)

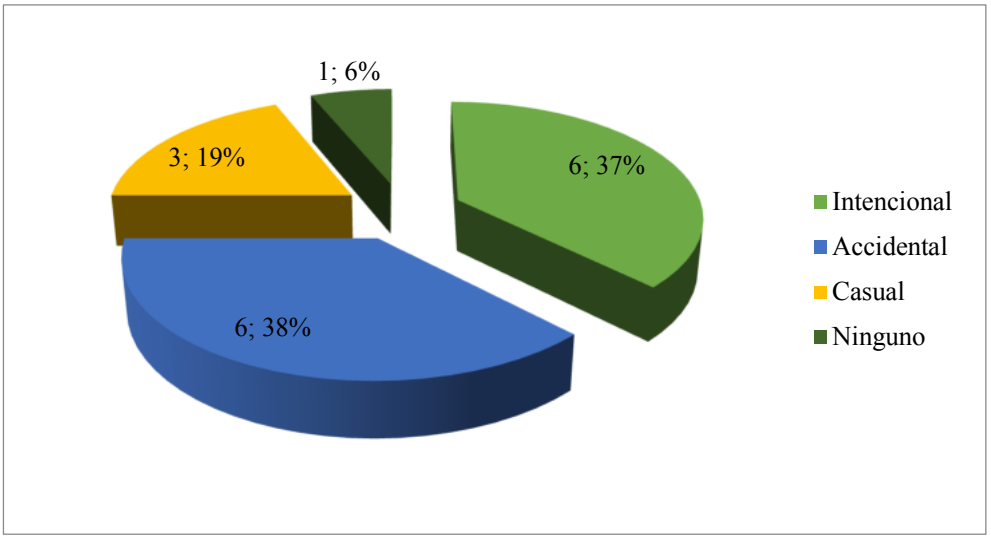


Figura 162. *Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Páramo Sub Andino de acuerdo con la Afectación*

2.2.12.3. Bosque Húmedo Montano (bh-M). *Presenta 2220,86 hectáreas representando el 2,54 % del area total de la cuenca y se ubica hacia el oriente. Se observa en el municipio de La Cruz en las veredas Moncayo y El Troje. La altura oscila entre los 3.000 y 4.000 msnm, presenta relieve quebrado y fuertemente quebrado. La temperatura media aproximada es de 6 a 12°C y el promedio de lluvia anual estará entre 500 y 1.000 mm. (Figura 163)*

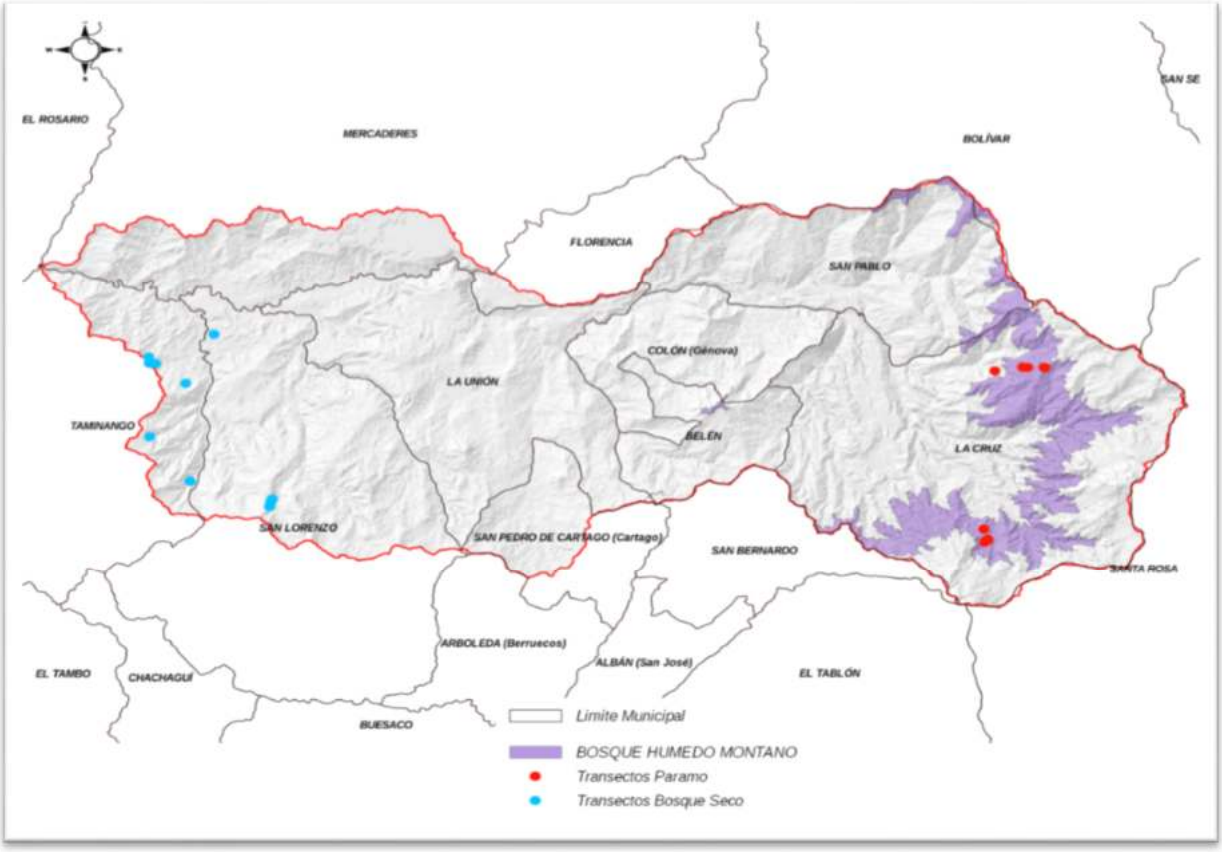


Figura 163. *Zona de Vida Bosque Humedo Montano (bh - M) de la Cuenca del Río Mayo*

Comúnmente se les conoce como “páramo” y para algunos “subparamo”. Caracteriza esta vegetación las asociaciones de frailejones *Espeletia sp*. y algunos árboles de encenillo (*Weinmania sp.*), colorado (*Polylepis sp*). Sus tierras han sido cultivadas generalmente con papa, cereales y hortalizas.

2.2.12.3.1. Flora

- Riqueza

En la zona de Vida Bosque Humedo Montano se registraron 345 individuos que corresponden a 49 especies y 21 familias y 16 órdenes De las 21 familias encontradas, el 24% corresponde al órden Ericales, que agrupa mientras que el orden Laurales correspondiente al 10% agrupa a las familias Lauraceae y Siparunaceae. Los órdenes restantes corresponden al 5% cada uno agrupando a una familia respectivamente.

La familia Ericaceae posee el mayor número de especies 9 correspondiente al 18%, siendo las especies *Plutarchia angulata, Pernettya prostrata, Thibaudia parvifolia, Gaultheria cordifolia, Disterigma codonanthum, Macleania rupestris, Cavendishia bracteata, Themistoclesia epiphytica, Gaultheria foliolosa* encontradas en el muestreo para este estudio. Le sigue la familia Asteraceae con 7 especies correspondiente al 14% representada en las especies *Baccharis nítida, Diplostephium hartwegii, Diplostephium cayambense, Baccharis nítida, Diplostephium floribundum, Baccharis buddlejoides* y *Espeletia pycnophylla*.

La familia Melastomataceae con 6 especies correspondiente al 12%, está representada en las especies. *Tibouchina grossa, Miconia myrtillifolia, Tibouchina mollis, Miconia chlorocarpa, Miconia ligustrina* y *Miconia chlorocarpa*. Las familias restantes agrupan entre 1 a 4 especies corresponden al 2% y 4% y 8% respectivamente. (*Tabla 318*)

Tabla 318. *Ordenes, Familias y Especies de Flora de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano*

Orden	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	% Familias	% Especies
Ericales	Ericaceae	*Plutarchia angulata*	*24%*	18%
		Pernettya prostrata		
		Thibaudia parvifolia		
		Gaultheria cordifolia		
		Disterigma codonanthum		
		Macleania rupestris		
		Cavendishia bracteata		
		Themistoclesia epiphytica		
		Gaultheria foliolosa		
	Pentaphylacaceae	*Freziera reticulata*		2%
	Actinidiaceae	*Saurauia bullosa*		2%

Orden	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	% Familias	% Especies
	Primulaceae	*Cybianthus pastensis*		6%
		Myrsine coriaceae		
		Geissanthus serrulatus		
	Clethraceae	*Clethra ovalifolia*		2%
Myrtales	Melastomataceae	*Tibouchina grossa*	5%	12%
		Miconia myrtillifolia		
		Tibouchina mollis		
		Miconia chlorocarpa		
		Miconia ligustrina		
		Miconia chlorocarpa		
Asterales	Asteraceae	*Baccharis nítida*	5%	14%
		Diplostephium hartwegiii		
		Diplostephium cayambense		
		Baccharis nítida		
		Diplostephium floribundum		
		Baccharis buddlejoides		
		Espeletia pycnophylla		
Aquifoliales	Aquifoliaceae	*Ilex colombiana*	5%	4%
		Ilex pernervata		
Oxalidales	Cunoniaceae	*Weinmannia pubescens*	5%	8%
		Weinmania engleriana		
		Weinmannia brachystachya		
		Weinmannia rolloti		
Fabales	Polygalaceae	*Monnina arborescens*	5%	4%
		Monnina aestuans		
Chloranthales	Chloranthaceae	*Hedyosmum cumbalense*	5%	6%
		Hedyosmum cumbalense		
		Hedyosmum bonplandianum		
Laurales	Lauraceae	*Ocotea infrafoveolata*	10%	4%
	Siparunaceae	*Siparuna echinata*		
Cyatheales	Cyatheaceae	*Cyathea straminea*	5%	2%
Arecales	Arecaceae	*GEonoma undata*	5%	2%
Santalales	Loranthaceae	*Gaiadendron punctatum*	5%	2%
Rosales	Rosaceae	*Hesperomeles obtusifolia*	5%	2%
Malpighiales	Clusiaceae	*Clusia multiflora*	5%	2%
Gentianales	Rubiaceae	*Palicourea anceps*	5%	2%
Dipsacales	Adoxaceae	*Viburnum triphyllum*	5%	2%
Celastrales	Celastraceae	*Maytenus laxyflora*	5%	2%
Total Ordenes			16	
Total Familias			21	
Total Especies			49	

En la *Tabla 318* se observa como está estratificada la flora en la zona de vida de BH - M, se observa que la mayoría de la vegetación está estructurada en los estratos Arbóreo, seguido del arbustivo.

Las especies que se encuentran ubicadas en el estrato arbóreo para el BH - M se tiene la presencia de 19 especies siendo algunas de ellas las siguientes: *Thibaudia parvifolia, Freziera reticulata, Saurauia bullosa, Ilex colombiana, Ilex pernervata, Weinmannia pubescens, Weinmania engleriana* y *Weinmannia brachystachya*, dentro del estrato arbustivo están 29 especies las cuales corresponden a *Thibaudia parvifolia, Gaultheria cordifolia, Disterigma codonanthum, Macleania rupestris, Cavendishia bracteata, Themistoclesia epiphytica, Gaultheria foliolosa* entre otras.

En cuanto al tamaño de los arboles según el DAP, se encontró que las especies en su mayoría están categorizadas como Arboles jóvenes / estaca, y otras especies en regeneración. Esto quizá sea consecuencia del grado de intervención en la zona transicional entre el bosque y el páramo.

Tabla 319. *Estratificación Florística de la Zona de Vida bh – M*

Nombre Científico	Escala de Estratificación	Categorías Sobre el Tamaño de los Árboles Según el DAP	Categoría de Amenaza (UICN) Actualizada
Plutarchia angulata	Arbustivo	Regeneración	
Pernettya prostrata	Arbustivo	Regeneración	
Thibaudia parvifolia	Arbóreo	Regeneración	
Gaultheria cordifolia	Arbustivo	Regeneración	
Disterigma codonanthum	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Macleania rupestris	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Cavendishia bracteata	Arbustivo	Regeneración	
Themistoclesia epiphytica	Arbustivo	Regeneración	
Gaultheria foliolosa	Arbustivo	Regeneración	
Freziera reticulata	Arboreo	Regeneración	
Saurauia bullosa	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Cybianthus pastensis	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Myrsine coriaceae	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Geissanthus serrulatus	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Clethra ovalifolia	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	

Nombre Científico	Escala de Estratificación	Categorías Sobre el Tamaño de los Árboles Según el DAP	Categoría de Amenaza (UICN) Actualizada
Tibouchina grossa	Arbóreo	Regeneración	
Miconia myrtillifolia	Arboreo	Árboles jóvenes/estaca	
Tibouchina mollis	Arboreo	Árboles jóvenes/estaca	
Miconia chlorocarpa	Arboreo	Árboles jóvenes/estaca	
Miconia ligustrina	Arboreo	Árboles jóvenes/estaca	
Miconia chlorocarpa	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Baccharis nítida	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Diplostephium hartwegiii	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Diplostephium cayambense	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Baccharis nítida	Arbustivo	Regeneración	
Diplostephium floribundum	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Baccharis buddlejoides	Arbustivo	Regeneración	
Espeletia pycnophylla	Arbustivo	Regeneración	
Ilex colombiana	Arboreo	Regeneración	
Ilex pernervata	Arboreo	Árboles jóvenes/estaca	
Weinmannia pubescens	Arboreo	Árboles jóvenes/estaca	
Weinmania engleriana	Arboreo	Regeneración	
Weinmannia brachystachya	Arboreo	Árboles jóvenes/estaca	
Weinmannia rolloti	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Monnina arborescens	Arboreo	Árboles jóvenes/estaca	
Monnina aestuans	Arboreo	Regeneración	
Hedyosmum cumbalense	Arboreo	Árboles jóvenes/estaca	
Hedyosmum sp	Arbustivo	Regeneración	
Hedyosmum bonplandianum	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Ocotea infrafoveolata	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	VU
Siparuna echinata	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Cyathea straminea	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	CITES II
GEonoma undata	Herbáceo	Árboles jóvenes/estaca	
Gaiadendron punctatum	Arbustivo	Regeneración	

Nombre Científico	Escala de Estratificación	Categorías Sobre el Tamaño de los Árboles Según el DAP	Categoría de Amenaza (UICN) Actualizada
Hesperomeles obtusifolia	Arbustivo	Regeneración	
Clusia multiflora	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Palicourea anceps	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Viburnum triphyllum	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Maytenus laxyflora	Arboreo	Árboles jóvenes/estaca	

El patrón de la abundancia mostró un comportamiento característico del BH - M en donde las especies de las familias Ericacea, Asteraceae y Melastomataceae son las más abundantes. En la *Tabla 319* se observa que las especies *Diplostephium cayambense, Gaultheria cordifolia, Themistoclesia epiphytica, Diplostephium hartwegiii, Weinmannia rolloti, Palicourea anceps* presentan las mayores abundancias.

Las especies *Disterigma codonanthum, Macleania rupestris, Tibouchina mollis, Miconia chlorocarpa, Espeletia pycnophylla, Ilex colombiana, Viburnum triphyllum,* son las especies que presentan una menor abundancia (*Tabla 320*)

Tabla 320. *Riqueza y Abundancia de la Flora Presente en el Páramo Sub Andino*

Familia	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia Relativa
Ericaceae	*Plutarchia angulata*	9	0,02
	Pernettya prostrata	9	0,02
	Thibaudia parvifolia	8	0,02
	Gaultheria cordifolia	17	0,04
	Disterigma codonanthum	5	0,01
	Macleania rupestris	4	0,01
	Cavendishia bracteata	4	0,01
	Themistoclesia epiphytica	15	0,04
	Gaultheria foliolosa	11	0,03
Pentaphylacaceae	*Freziera reticulata*	5	0,01
Actinidiaceae	*Saurauia bullosa*	4	0,01
Primulaceae	*Cybianthus pastensis*	5	0,01
	Myrsine coriaceae	6	0,01
	Geissanthus serrulatus	9	0,02

Familia	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia Relativa
Clethraceae	*Clethra ovalifolia*	8	0,02
Melastomataceae	*Tibouchina grossa*	8	0,02
	Miconia myrtillifolia	9	0,02
	Tibouchina mollis	5	0,01
	Miconia chlorocarpa	6	0,01
	Miconia ligustrina	9	0,02
	Miconia chlorocarpa	10	0,02
Asteraceae	*Baccharis nítida*	4	0,01
	Diplostephium hartwegiii	18	0,04
	Diplostephium cayambense	21	0,05
	Baccharis nítida	4	0,01
	Diplostephium floribundum	8	0,02
	Baccharis buddlejoides	12	0,03
	Espeletia pycnophylla	6	0,01
Aquifoliaceae	*Ilex colombiana*	5	0,01
	Ilex pernervata	7	0,02
Cunoniaceae	*Weinmannia pubescens*	9	0,02
	Weinmania engleriana	7	0,02
	Weinmannia brachystachya	9	0,02
	Weinmannia rolloti	15	0,04
Polygalaceae	*Monnina arborescens*	7	0,02
	Monnina aestuans	8	0,02
Chloranthaceae	*Hedyosmum cumbalense*	7	0,02
	Hedyosmum cumbalense	4	0,01
	Hedyosmum bonplandianum	9	0,02
Lauraceae	*Ocotea infrafoveolata*	5	0,01
Siparunaceae	*Siparuna echinata*	8	0,02
Cyatheaceae	*Cyathea straminea*	4	0,01
Arecaceae	*GEonoma undata*	12	0,03
Loranthaceae	*Gaiadendron punctatum*	7	0,02
Rosaceae	*Hesperomeles obtusifolia*	9	0,02
Clusiaceae	*Clusia multiflora*	6	0,01
Rubiaceae	*Palicourea anceps*	15	0,04

Familia	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia Relativa
Adoxaceae	*Viburnum triphyllum*	5	0,01
Celastraceae	*Maytenus laxyflora*	8	0,02
Total		405	1,00

En la *Tabla 321*, se observa los registros de algunas variables fitosociológicas combinadas descritas para el BH - M, encontrándose que las especies que presentan una mayor densidad relativa corresponden a *Gaultheria cordifolia, Themistoclesia epiphytica, Diplostephium cayambense, Weinmannia rolloti* y *Palicourea anceps.*

El DAP de mayor tamaño fue de 19,32 cm para *Hedyosmum cumbalense*, 19.13 cm para *Weinmannia brachystachya*, y 15,39 cm, para *Diplostephium floribundum*, 12,12 cm para *Miconia chlorocarpa*, mientras que las especies *Baccharis buddlejoides, Themistoclesia epiphytica, Plutarchia angulata* entre otras, presentan los DAP de menor tamaño

Tabla 321. *Variables Fitosociológicas Combinadas de las Especies Encontradas en bh – M*

Nombre científico	Densidad	Densidad Relativa	DAP	Area Basal	Área basal Relativa
Plutarchia angulata	0,09	2,22	0,21	0,16	0,07
Pernettya prostrata	0,09	2,22	0,59	0,46	0,21
Thibaudia parvifolia	0,08	1,98	2,3	1,81	0,8
Gaultheria cordifolia	0,17	4,2	0,43	0,34	0,15
Disterigma codonanthum	0,05	1,23	6,34	4,98	2,22
Macleania rupestris	0,04	0,99	4,76	3,74	1,66
Cavendishia bracteata	0,04	0,99	0,78	0,61	0,27
Themistoclesia epiphytica	0,15	3,7	0,05	0,04	0,02
Gaultheria foliolosa	0,11	2,72	1,56	1,22	0,55
Freziera reticulata	0,05	1,23	5,8	4,55	2,03
Saurauia bullosa	0,04	0,99	6,32	4,96	2,21
Cybianthus pastensis	0,05	1,23	6,51	5,11	2,27
Myrsine coriaceae	0,06	1,48	9,21	7,23	3,22
Geissanthus serrulatus	0,09	2,22	7,69	6,04	2,69
Clethra ovalifolia	0,08	1,98	7,87	6,18	2,75
Tibouchina grossa	0,08	1,98	1,21	0,95	0,42

Nombre científico	Densidad	Densidad Relativa	DAP	Area Basal	Área basal Relativa
Miconia myrtillifolia	0,08	2,22	7,59	5,96	2,65
Tibouchina mollis	0,09	1,23	6,74	5,29	2,36
Miconia chlorocarpa	0,06	1,48	6,53	5,13	2,28
Miconia ligustrina	0,09	2,22	7,67	6,02	2,68
Miconia chlorocarpa	0,1	2,47	12,12	9,51	4,24
Baccharis nítida	0,04	0,99	2,53	1,99	0,88
Diplostephium hartwegiii	0,18	0,04	6,54	5,13	2,29
Diplostephium cayambense	0,21	5,19	7,11	5,58	2,48
Baccharis nítida	0,04	0,99	0,23	0,18	0,08
Diplostephium floribundum	0,08	1,98	15,39	12,08	5,38
Baccharis buddlejoides	0,12	2,96	0,5	0,39	0,17
Espeletia pycnophylla	0,06	1,48	1,1	0,86	0,38
Ilex colombiana	0,05	1,23	2,43	1,91	0,85
Ilex pernervata	0,07	1,73	8,35	6,55	2,92
Weinmannia pubescens	0,09	0,02	8,71	6,84	3,04
Weinmania engleriana	0,07	1,73	1,43	1,12	0,5
Weinmannia brachystachya	0,09	2,22	19,13	15,02	6,68
Weinmannia rolloti	0,15	3,7	8,56	6,72	2,99
Monnina arborescens	0,07	1,73	7,29	5,72	2,55
Monnina aestuans	0,08	0,02	1,89	1,48	0,66
Hedyosmum cumbalense	0,07	0,02	19,32	15,17	6,75
Hedyosmum cumbalense	0,04	0,99	0,23	0,18	0,08
Hedyosmum bonplandianum	0,09	2,22	5,24	4,11	1,83
Ocotea infrafoveolata	0,05	1,23	6,93	5,44	2,42
Siparuna echinata	0,08	1,98	8,43	6,62	2,95
Cyathea straminea	0,04	0,99	8,59	6,74	3
GEonoma undata	0,12	2,96	7,36	5,78	2,57
Gaiadendron punctatum	0,07	0,02	2,45	1,92	0,86
Hesperomeles obtusifolia	0,09	2,22	1,75	1,37	0,61

Nombre científico	Densidad	Densidad Relativa	DAP	Area Basal	Área basal Relativa
Clusia multiflora	0,06	1,48	8,27	6,49	2,89
Palicourea anceps	0,15	3,7	7,59	5,96	2,65
Viburnum triphyllum	0,05	1,23	7,52	5,9	2,63
Maytenus laxyflora	0,08	0,02	9,01	7,07	3,15
Total	4,08	86,07	286,16	224,64	100

2.2.12.3.2. Fauna

Aves

- Riqueza

Durante las observaciones realizadas en la Zona de Vida Bosque Humedo Montano se encontró que la avifauna está estructurada en 7 órdenes, 16 familias y 24 especies.

El orden que mayor riqueza presenta es el de los Passeriformes con el 50% de las familias presentes, estas aves son llamadas aves de percha o canoras y su riqueza es reflejo de la mayor abundancia de aves de este orden en todo el mundo. Le siguen en riqueza los órdenes Caprimulgiformes (aves nocturnas con gran facilidad para camuflarse durante el día, de plumaje muy parecido en color y trazo a las hojas secas o a la corteza de un árbol) y Piciformes cada uno con dos familias corresponidente al 13%. Apodiformes (colibríes y vencejos) con el 6%, los órdenes restantes con el 6% agrupan 1 familia respectivametne (*Tabla 322*)

Tabla 322. *Ordenes, Familias y Especies de Aves de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano*

Orden	Familia	Nombre Científico	% Familias	% Especies
Apodiformes	Trochilidae	*Eutoxeres áquila*	6%	15%
		Threnetes leucurus		
		Doryfera johannae		
		Klais guimeti		
Passeriformes	Tyrannidae	*Mionectes olivaceus-*	50%	41%
	Tityridae	*Tityra cayana*		
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*		
	Turdidae	*Catharus ustulatus*		
	Corvidae	*Cyanocorax violaceus*		
	Icteridae	*Cacicus uropygialis*		
	Thraupidae	*Chlorornis riefferii*		
		Tangara vassorii;		
		Tangara chilensis		
		Anisognathus somptuosus		
	Furnariidae	*Xenops minutus-*		
Caprimulgiformes	Trochilidae	*Heliodoxa gularis*	13%	7%
	Apodidae	*Chaetura brachyura*		
Piciformes	Ramphastidae	*Andigena nigrirostris*	13%	19%
		Aulacorhynchus prasinus		
		Selenidera reinwardtii		
		Pteroglossus azara		
	Picidae	*Picumnus rufiventris*		
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	6%	7%
		Accipiter superciliosus		
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes melambrotus*	6%	7%
		Vultur gryphus		
Trogoniformes	Tronidae	*Trogon viridis*	6%	4%
Total Ordenes			7	
Total Familias			16	
Total Especies			27	

La familia que mayor diversidad Ramphastidae con el 19% del total de aves, seguida en riqueza por la familia Trochilidae con el 15% de las especies, son las aves conocias como colibríes, de plumaje brillante, de hábitos insectívoros o nectarívoros.



Fotografía 48. *Buteo platypterus*

- Gremios Tróficos

Las especies del orden Apodiformes principalmente se alimentan de néctar, aunque algunas veces complementan su dieta con insectos. La familiaTrochilidae consume en su gran mayoría néctar. Las aves del orden Passeriforme consumen en su gran mayoría frutas e insectos, siendo las familias Turdidae, Corvidae y Thraupidae insectívoros – frugívoros.

- Sensibilidad

Del total de especies de aves potenciales, según la IUCN, se encontró que el 92% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o Preocupación Menor), mientras que el 4% se ubican en las categorías VU (Vulnerable) y NT (Near threat o casi amenazado). Respectivamente (*Figura 164*)

Según las listas rojas de la UICN (2017) la mayoría de las aves observadas están bajo preocupación menor (LC), excepto las especies *Heliodoxa gularis* se ubica en la categoría VU y *Vultur gryphus* es catalogado en NT. Entre las especies que se encuentran en la categoría LC, están *Eutoxeres áquila, Threnetes leucurus, Doryfera johannae, Klais guimeti, Mionectes*

olivaceus, Tityra cayana, Hirundo rustica, Catharus ustulatus, Cyanocorax violaceus, Cacicus uropygialis, Chlorornis riefferii, Tangara vassorii, Tangara chilensis, Anisognathus somptuosus y *Xenops minutus* (*Tabla 323*)

De las 27 especies de aves registradas, se encontró que *Heliodoxa gularis* es una especie endémica para Colombia, mientras que la especie *Buteo platypterus* se incluye como especie migratorias.

Tabla 323. *Especies de Aves presentes en bh - M ubicadas en alguna categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Apodiformes	Trochilidae	*Eutoxeres áquila*	LC
		Threnetes leucurus	LC
		Doryfera johannae	LC
		Klais guimeti	LC
Passeriformes	Tyrannidae	*Mionectes olivaceus-*	LC
	Tityridae	*Tityra cayana*	LC
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	LC
	Turdidae	*Catharus ustulatus*	LC
	Corvidae	*Cyanocorax violaceus*	LC
	Icteridae	*Cacicus uropygialis*	LC
	Thraupidae	*Chlorornis riefferii*	LC
		Tangara vassorii;	LC
		Tangara chilensis	LC
		Anisognathus somptuosus	LC
	Furnariidae	*Xenops minutus-*	LC
Caprimulgiformes	Trochilidae	*Heliodoxa gularis*	VU
	Apodidae	*Chaetura brachyura*	LC
Piciformes	Ramphastidae	*Andigena nigrirostris*	LC
		Aulacorhynchus prasinus	LC
		Selenidera reinwardtii	LC
		Pteroglossus azara	LC
	Picidae	*Picumnus rufiventris*	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	LC
		Accipiter superciliosus	LC
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes melambrotus*	LC
		Vultur gryphus	NT
Trogoniformes	Tronidae	*Trogon viridis*	LC

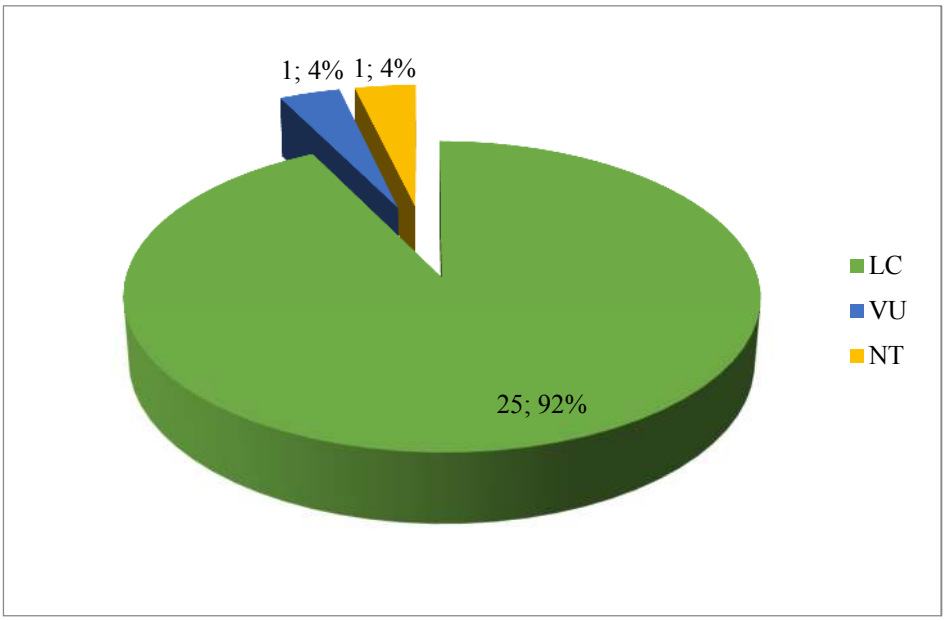


Figura 164. *Distribución porcentual de las especies de Aves presentes en bh - M ubicadas en alguna categoría UICN 2017*

Mamíferos

- Riqueza

Las especies de mamíferos presentes en la zona de Bosque Húmedo Montano están distribuidas en 10 órdenes y 17 familias y 27 especies. Los órdenes más diversos son Carnívora con 5 familias, Rodentia con 3 familias y Artiodactyla con 2 familias, los órdenes restantes con una familia corresponden al 6% (

Tabla 324).

En diversidad de especies sobresalen las familias Procionidae y Cervidae con el 15% y el 115 respectivamente. La Familia Didelphidae con dos especies hace el 7% del total de las especies. Las Familias restantes corresponden al 4% de diversidad de especies agrupadas en cada familia.

Tabla 324. *Ordenes, Familias y Especies de Mamíferos de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano*

Orden	Familia	Nombre Científico	% Familias	% Especies
Carnívora	Canidae	*Lycalopex culpaeus*	29%	4%
	Mustelidae	*Mustela frenata*		7%
		Eira barbara		
	Felidae	*Leopardus tigrinus*		7%
		Puma concolor		
	Ursidae	*Tremarctos ornatus*		4%
	Procionidae	*Nasua nasua*		11%
		Nasua narica		
		Nasuella alivacea		
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	12%	15%
		Mazama americana		
		Pudu mephistophiles		
		Mazama rufina		
	Tayassuidae	*Pecari tajacu*		4%
Didelphiomorphia	Didelphidae	*Didelphis albiventris*	6%	7%
		Didelphis marsupiales		
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus granatensis*	18%	4%
	Erethizontidae	*Coendou rufescens*		4%
	Agoutidae	*Agouti taczanowskii*		4%
Chiroptera	Vespertilionidae	*Sturnira bidens (Thomas, 1915)*	6%	11%
		Eptesicus andinus (J.A. Allen, 1914)		
		Sturnira erythromos		
Paucituberculata	Caenolestidae	*Caenolestes fuliginosus*	6%	4%
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	6%	4%
Lagomorpha	Leporidae	*Silvilagus brasiliensis*	6%	4%
Phyllophaga	Megalonychidae	*Choloepus didactylus*	6%	4%
Perissodactyla	Tapiridae	*Tapirus pinchaque*	6%	4%
Total Ordenes			10	
Total Familias			17	
Total Especies			27	

- Gremios Tróficos

De las especies registradas en el Páramo Sub Andino se encontró que las especies *Dasypus novemcinctus* y *Didelphis marsupialis* se alimentan de todo, aunque *D. novemcinctus* es principalmente insectívoro. Se consideran especialmente frugívoros *Dasyprocta punctata* y *Sciurus granatensis*, mientras que, *Sylvilagus brasiliensis* complementa esta dieta con algunas hierbas. Los omnívoros combinan en sus dietas carne, frutas, granos y algunos como las chuchas y la zorra roja (*Didelphis albiventris, Didelphis marsupialis*) complementan su alimentación con

huevos, otros como la nutria incorporan peces e insectos acuáticos a su dieta. Los insectívoros entre los que sobresalen los murciélagos le siguen los herbívoros (venados y danta) y los carnívoros.

- Sensibilidad

Del total de especies de mamiferos potenciales, según la IUCN, se encontró que el 70% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o Preocupación Menor), mientras que el 15% se ubican en la categoría VU (Vulnerable), el 7% en las categorías NT (Near threat o casi amenazado) y el 4% EN (Endangered en Peligro de extinción) DD (Datos insuficientes) respectivamente (*Figura 165*)

Entre las especies que se encuentran en la categoría LC, están *Lycalopex culpaeus, Mustela frenata, Eira barbara, Puma concolor, Nasua nasua, Nasua narica, Didelphis albiventris, Didelphis marsupialis, Sciurus granatensis, Coendou rufescens*, entre otras. En la categoría VU están *Tremarctos ornatus, Pudu mephistophiles y Mazama rufina* mientras que *Tapirus pinchaque* está catalogada como una especie en peligro de extinción (EN) (*Tabla 325*)

Tabla 325. *Especies de Mamíferos presentes en bh - M ubicadas en alguna categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Carnívora	Canidae	*Lycalopex culpaeus*	LC
	Mustelidae	*Mustela frenata*	LC
		Eira barbara	LC
	Felidae	*Leopardus tigrinus*	VU
		Puma concolor	LC
	Ursidae	*Tremarctos ornatus*	VU
	Procionidae	*Nasua nasua*	LC
		Nasua narica	LC
		Nasuella olivácea	NT
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	LC
		Mazama americana	DD
		Pudu mephistophiles	VU
		Mazama rufina	VU
	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	LC

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Didelphiomorphia	Didelphidae	*Didelphis albiventris*	LC
		Didelphis marsupialis	LC
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus granatensis*	LC
	Erethizontidae	*Coendou rufescens*	LC
	Agoutidae	*Agouti taczanowskii*	NT
Chiroptera	Vespertilionidae	*Sturnira bidens* (Thomas, 1915)	LC
		Eptesicus andinus (J.A. Allen, 1914)	LC
		Sturnira erythromos	LC
Paucituberculata	Caenolestidae	*Caenolestes fuliginosus*	LC
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	LC
Lagomorpha	Leporidae	*Silvilagus brasiliensis*	LC
Phyllophaga	Megalonychidae	*Choloepus didactylus*	LC
Perissodactyla	Tapiridae	*Tapirus pinchaque*	EN

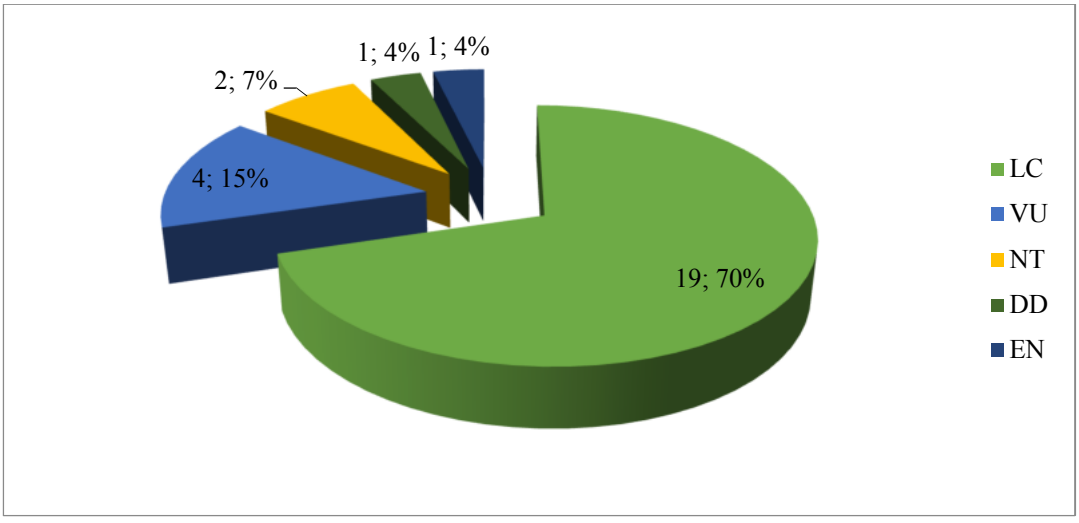


Figura 165. *Distribución porcentual de las especies de Mamíferos presentes en bh - M ubicadas en alguna categoría UICN 2017*



Fotografía 5. Huella de Danta (*Tapirus pinchaque*)

Anfibios

- Riqueza

Se registró para la zona de vida Bosque Húmedo Montano, se encontró que los anfibios presentes en esta zona están estructurados en 1 orden, 2 familias y 5 especies. La familia Craugastoridae es la más diversas con 4 especies mientras que la familia Bufonidae estuvo representada con 1 especie correspondiente a *Osornophryne sp* (*Tabla 326*)

Tabla 326. *Ordenes, Familias y Especies de Anfibios de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	% Especies
Anura	Craughastoridae	*Pristimantis myersi*	100%	80%
		Pristimantis boulengeri		
		Pristimantis bukleyi		
		Pristimantis huicundo		
	Bufonidae	*Osornophryne sp.*		20%
Total Ordenes			1	
Total Familias			2	
Total Especies			5	

- Sensibilidad

Del total de especies de anfibios potenciales, según la IUCN, se encontró que el 60% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o preocupación menor), mientras que el 40% se ubican en la categoría DD (Datos insuficientes) y el 14% no se sabe o no se tiene conocimiento sobre su biología en vida silvestre (*Figura 166*)

Entre las especies que se encuentran en la categoría LC, *Pristimantis myersi*, *Pristimantis boulengeri* y *Pristimantis bukleyi*, mientras que *Pristimantis huicundo* y *Osornophryne sp* se cataloga en DD (*Tabla 327*).

Tabla 327. *Especies de Anfibios presentes en bh - M ubicadas en alguna categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Anura	Craughastoridae	Pristimantis myersi	LC
		Pristimantis boulengeri	LC
		Pristimantis bukleyi	LC
		Pristimantis huicundo	DD
	Bufonidae	Osornophryne sp.	DD

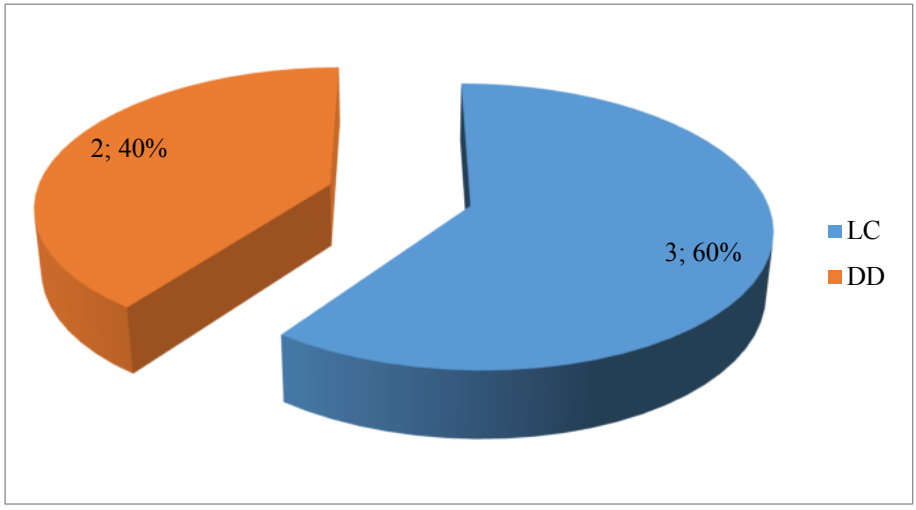


Figura 166. *Distribución Porcentual de las Especies de Anfibios Presentes en bh - M Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

- Temporalidad

La permanencia de las especies silvestres de mamíferos en un lugar determinado obedece a factores importantes como son recursos alimenticios, espacio para percha y descanso, reproducción, aspectos naturales importantes para la supervivencia de las especies. En los bosques tropicales existe una alta disponibilidad de recursos, los cuales están presentes durante todo el año.

En la *Figura 167*, se observa que la fauna silvestre presente en el páramo sub andino en un 62% se puede observar durante todo el año, mientras que 25% lo hacen por temporadas (cuando la vegetación está en florescencia y fructificación). Los encuestados manifiestan que hace más de 50 años era más fácil observar los animales silvestres, dada la disponibilidad de cobertura vegetal en la zona. Ellos manifiestan que la tala, la introducción de ganado y de cultivos en las zonas de montaña ha ocasionado que muchas especies se observen ocasionalmente o que algunas ya nose vean o hace mucho tiempo que las han visto (41%).

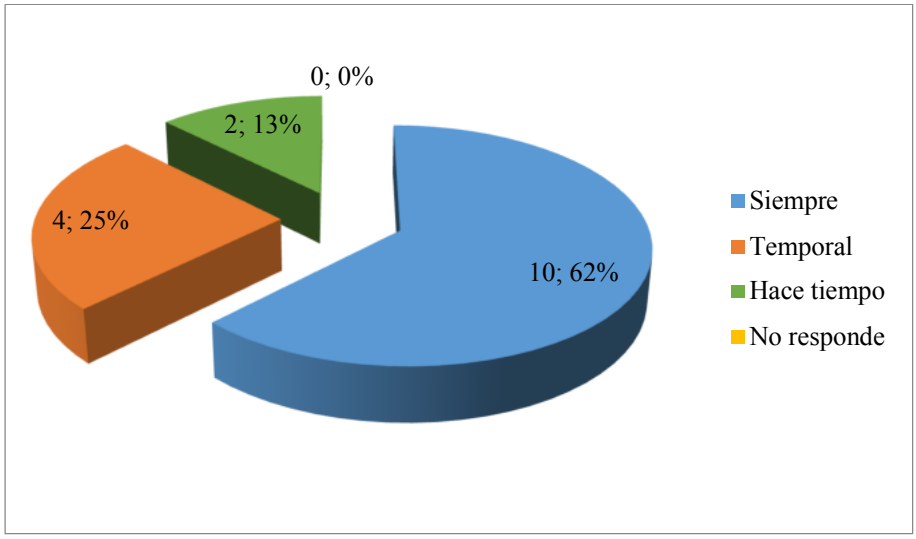


Figura 167. *Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Bosque Húmedo Montano de acuerdo con la Temporalidad*

- Abundancia

De acuerdo con los encuestados se encontró que la fauna silvestre se ha visto ampliamente afectada por la deforestación, la actividad minera y otras actividades antrópicas que han degradado los ecosistemas y por ende afectado a la vida silvestre. Se encontro que el 56% de los encuestados manifiestan que en la zona de páramo principalmente en la zona del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana, se pueden observar muchos animales silvestres, mientras que para las zonas bajas o donde hay cultivos y ganado se puede observar pocos animales silvestres, esto corresponde al 44% (*Figura 168*)

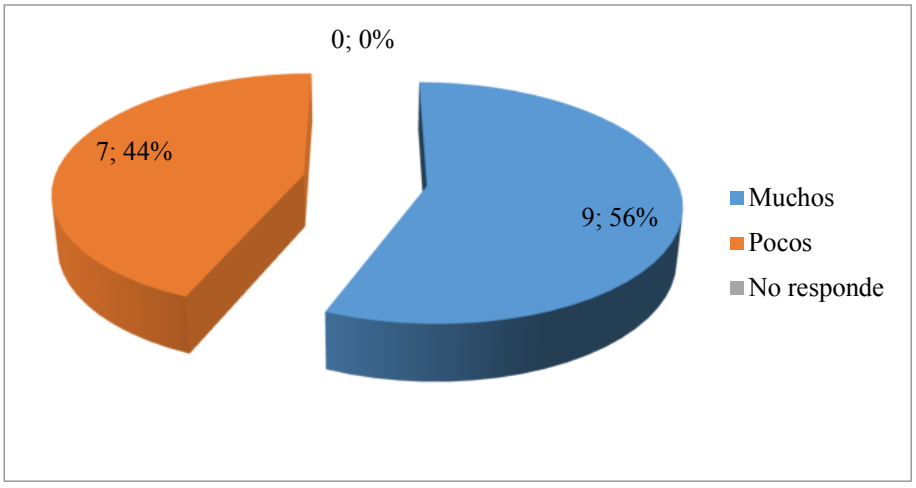


Figura 168. *Especies de Fauna Observados por los Ecuestados en la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano de acuerdo con la Abundancia*

- Aprecio/Uso

Se encontró que frente al aprecio / uso de la fauna silvestre, el 56% de los encuestados manifiestan que el uso que le dan es mucho, puesto que muchas especies son utilizadas como mascotas, alimento o medicina, algunos son cazados y otros son comercializados como mascotas. Por otro lado, el 31% que la fauna silvestre tiene algún uso como puede ser para curar enfermedades como el reumatismo, acné o sangrados (*Figura 169*)

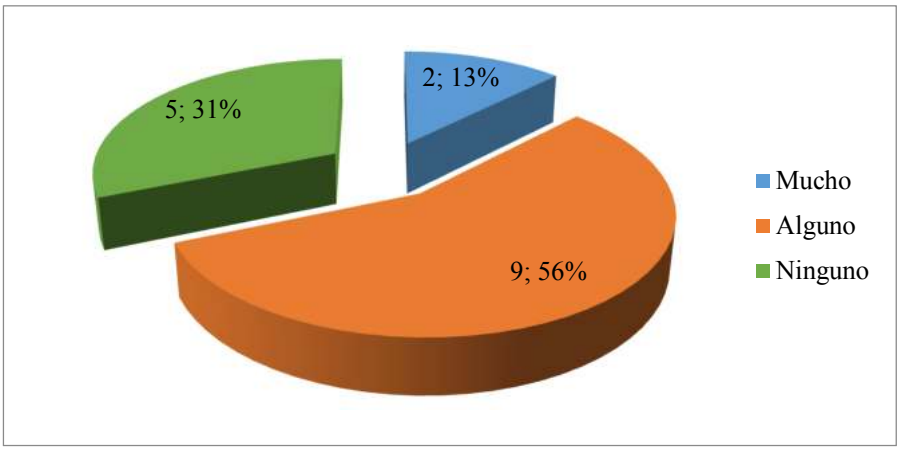


Figura 169. *Especies de Fauna Observados por los Encuestados en el Bosque Húmedo Montano de acuerdo con el Aprecio/Uso*

- Afectación

En cuanto a la afectación que puede ocasionar la fauna silvestre a cultivos, animales domésticos y terrenos, los encuestados manifiestan en un 19% que los daños son accidentales, puesto que mencionan que los animales en su necesidad de conseguir alimento y por la búsqueda que cada vez para ellos es más difícil pueden entrar en los cultivos y a las casas a comer lo que puedan encontrar (*Figura 170*)

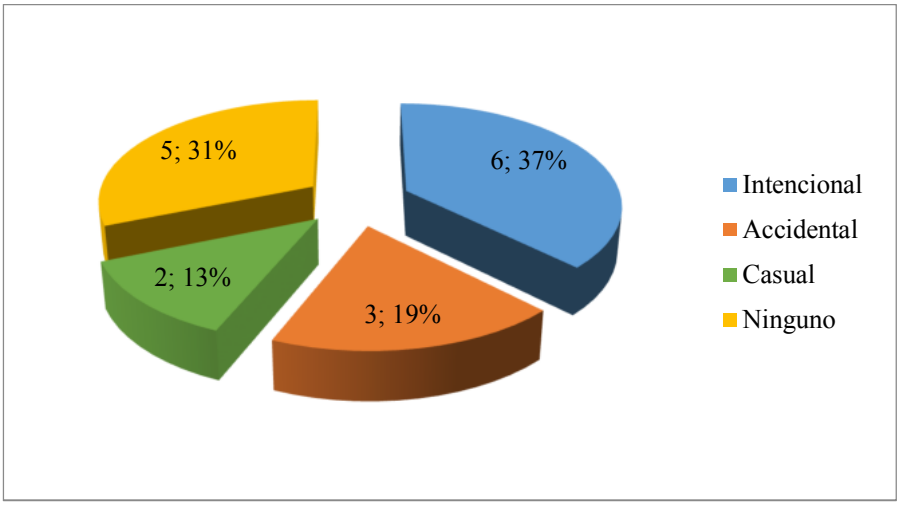


Figura 170. *Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Bosque Húmedo Montano de acuerdo con la Afectación*

El 37% de los encuestados mencionan que el daño es intencional, porque animales como el oso andino, se come las vacas y les deja “deudas” a los campesinos que tienen las vacas pastando

en los terrenos que los campesinos poseen. De igual manera mencionan el consumo de cultivos por parte de aves, que se acercan a las granjas a “dañar” las plantas de granadilla causando grandes pérdidas. Lo mismo mencionan de las aves rapaces que según afirman se han comido a todos los animales de parcela como polluelos, gallinas y conejos, ocasionándoles grandes pérdidas económicas.

2.2.12.4. Bosque Humedo Montano Bajo (bh-MB). *Comprende 21337.95 hectáreas que equivale al 24.43 % del area de la cuenca y se ubica al oriente y suroriente. Altura de 2.000 a 3.000 m; la temperatura media en general varía de 12 a 18°C y la lluvia entre 1.000 y 2.000 en promedio anual. Se presenta baja evapotranspiración lo que crea un ambiente de constante humedad y las temperaturas (CORPONARIÑO 2009) (*Figura 171*)*

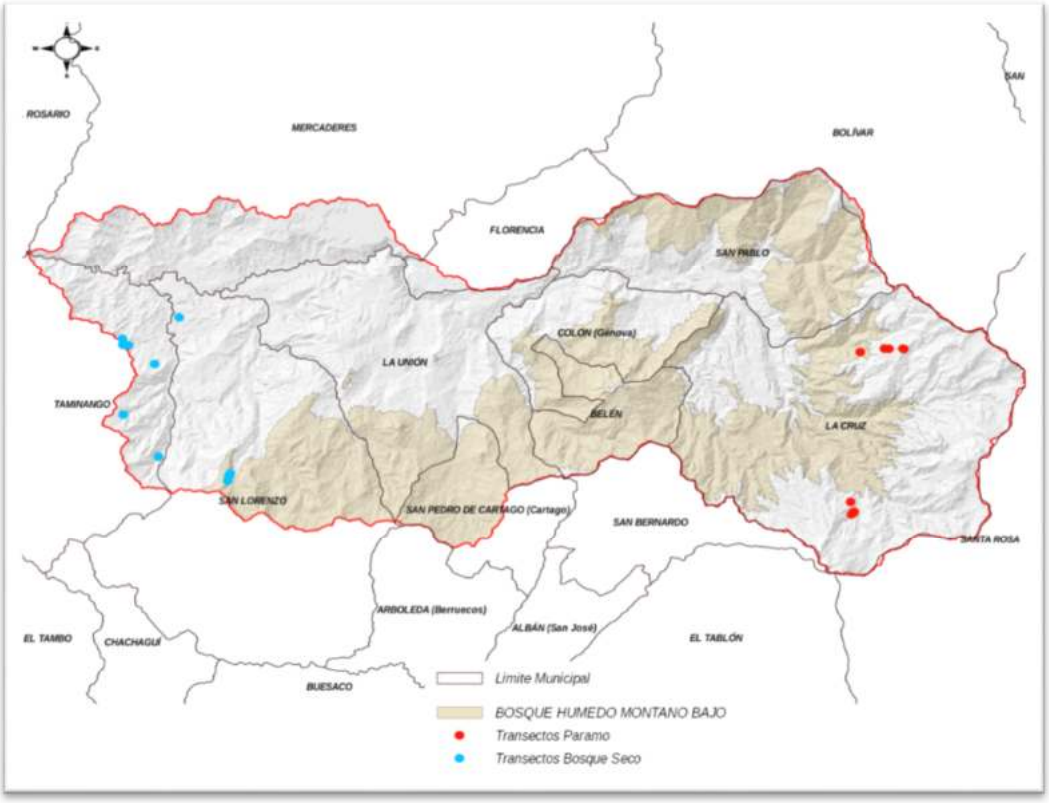


Figura 171. *Zona de Vida Bosque Humedo Montano Bajo (bh-MB) de la Cuenca del Río Mayo*

2.2.12.4.1. Flora

- Riqueza

En la zona de Vida Páramo Sub Andino se registraron 196 individuos que corresponden a 34 especies y 19 familias y 13 órdenes. De las 26 familias encontradas, el 23% corresponde a las familias agrupadas en el orden Ericales, mientras que los órdenes Malpighiales y Laurales y Asterales agrupan el 8% de las famlias. Los órdenes restantes agrupan el 4% de las familias encontradas.

La familia Melastomataceae posee el mayor número de especies 5 correspondiente al 11% representada en las especies *Miconia ligustrina, Miconia psychrophila, Miconia harlingii, Miconia jahnii, Tibouchina mollis* y *Axinaea floribunda*. Seguidamente se encuentea la Chlorantaceae con 5 especies correspondiente al 9%, siendo las especies *Hedyosmum strigosum, Hedyosmum cuatrecazanum, Hedyosmum sp, Hedyosmum scabrum* y *Hedyosmum translucidium* encontradas en el muestreo para este estudio.

Le sigue la familia Rubiace *Palicourea flavescens, Palicourea anceps, Palicourea amethsystina* y *Palicourea angustifolia* y Ericaceae *Cavendishia bracteata, Gaultheria foliosa, Bejaria glauca y Macleania rupestris* agrupan 4 especies correspondiente al 8%. Las familias Cunnoniaceae, Lauracea y Asteraceae con 3 familias cada una hacen el 6% del total de las especies. Las familias restantes corresponden al 4 y 2% del total de especies agrupadas por familias (*Tabla 328*).

Tabla 328. *Ordenes, Familias y Especies de Flora de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo*

Orden	Familia	Nombre Científico	% Familias	% Especies
Chlorantales	Chlorantaceae	*Hedyosmum strigosum*	4%	9%
		Hedyosmum cuatrecazanum		
		Hedyosmum sp		
		Hedyosmum scabrum		
		Hedyosmum translucidium		
Gentianales	Rubiaceae	*Palicourea flavescens*	4%	8%
		Palicourea anceps		

Orden	Familia	Nombre Científico	% Familias	% Especies
		Palicourea amethsystina		
		Palicourea angustifolia		
Ericales	Primulaceae	*Geissanthus andinus*	23%	6%
		Myrsine coriaceae		
		Myrsine guianensis		
	Ericaceae	*Cavendishia bracteata*		8%
		Gaultheria foliosa		
		Bejaria glauca		
		Macleania rupestris		
	Clethraceae	*Clethra rugosa*		6%
		Clethra ovalifolia		
		Clethra fagifolia		
	Actinidiaceae	*Saurauia pruinosa*		2%
	Pentaphylacaceae	*Freziera canescens*		2%
	Theaceae	*Gordonia fruticosa*		2%
Laurales	Siparunaceae	*Siparuna echinata*	8%	4%
		Siparuna echinata		
	Lauraceae	*Ocotea infrafoveolata*		6%
		Ocotea guianensis		
		Persea mutissi		
Lamiales	Lamiaceae	*Aegiphila bogotensis*	4%	2%
Apiales	Araliaceae	*Schefflera marginata*	4%	4%
		Oreopanax nigrum		
Myrtales	Melastomataceae	*Miconia ligustrina*	4%	11%
		Miconia psychrophila		
		Miconia harlingii		
		Miconia jahnii		
		Tibouchina mollis		
		Axinaea floribunda		
Malpigiales	Clusiaceae	*Clusia multiflora*	8%	2%
	Hypericaceae	*Hypericum laricifolium*		2%
Escalloniales	Escalloniaceae	*Escallonia myrtilloides*	4%	2%
Asterales	Asteraceae	*Aequatorium verrucosum*	8%	6%
		Baccharis buddlejoides		
		Gynoxys sancti – antonii		
	Campanulaceae	*Siphocampylus bullatus*		2%
Oxalidales	Cunoniaceae	*Weinmannia engleriana*	4%	6%
		Weinmannia elliptica		

Orden	Familia	Nombre Científico	% Familias	% Especies
		Weinmannia pubescens		
Poales	Poaceae	*Chusquea uniflora*	4%	2%
Solanales	Solanaceae	*Solanum asperolanatum*	4%	2%
Arecales	Arecaceae	*Geonoma undata*	4%	2%
Dipsacales	Adoxaceae	*Viburnum triphyllum*	4%	2%
Rosales	Rosaceae	*Hesperomeles obtusifolia*	4%	2%
Celastrales	Celastraceae	*Maytenus laxiflora*	4%	2%
Aquifoliales	Aquifoliaceae	*Ilex pernervata*	4%	2%
Total Ordenes		18	100%	100%
Total Familias		26		
Total Especies		53		

En la *Tabla 329* se observa como está estratificada la flora en la zona de vida de bh - Mb, se observa que la mayoría de la vegetación está estructurada en los estratos Arbóreo, seguido del arbustivo.

Las especies que se encuentran ubicadas en el estrato arbóreo para el bh - MB se tiene la presencia de 44 especies, siendo algunas de ellas las siguientes: *Hedyosmum strigosum, Hedyosmum cuatrecazanum, Hedyosmum sp, Hedyosmum scabrum, Hedyosmum translucidium, Palicourea flavescens, Palicourea anceps, Palicourea amethsystina, Palicourea angustifolia, Geissanthus andinus, Myrsine coriaceae, Myrsine guianensis, Cavendishia bracteata, Gaultheria foliosa, Bejaria glauca, Macleania rupestris, Clethra rugosa, Clethra ovalifolia, Clethra fagifolia, Saurauia pruinosa, Freziera canescens, Gordonia fruticosa, Siparuna echinata, Siparuna echinata, Ocotea infrafoveolata, Ocotea guianensis* y *Persea mutissi* entre otras.

En cuanto al tamaño de los arboles según el DAP, se encontró que las especies en su mayoría están categorizadas como Arboles jóvenes / estaca, y otras especies en regeneración.

Tabla 329. *Estratificación Florística de la Zona de Vida bh – MB*

Nombre Científico	Escala de Estratificación	Categorías Sobre el Tamaño de los Árboles Según el DAP	Categoría de Amenaza (UICN) Actualizada
Hedyosmum strigosum	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Hedyosmum cuatrecazanum	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Hedyosmum sp	Arbóreo	Regeneración	
Hedyosmum scabrum	Arbóreo	Regeneración	
Hedyosmum translucidium	Arbóreo	Regeneración	
Palicourea flavescens	Arbustivo	Regeneración	
Palicourea anceps	Arbustivo	Regeneración	
Palicourea amethsystina	Arbustivo	Regeneración	
Palicourea angustifolia	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Geissanthus andinus	Arbustivo	Regeneración	
Myrsine coriaceae	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Myrsine guianensis	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Cavendishia bracteata	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Gaultheria foliosa	Arbóreo	Regeneración	
Bejaria glauca	Arbóreo	Regeneración	
Macleania rupestris	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Clethra rugosa	Arbóreo	Regeneración	
Clethra ovalifolia	Arbóreo	Regeneración	
Clethra fagifolia	Arbóreo	Regeneración	
Saurauia pruinosa	Arbóreo	Regeneración	
Freziera canescens	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Gordonia fruticosa	Arbóreo	Regeneración	
Siparuna echinata	Arbóreo	Regeneración	
Siparuna echinata	Arbóreo	Regeneración	
Ocotea infrafoveolata	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Ocotea guianensis	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	

Nombre Científico	Escala de Estratificación	Categorías Sobre el Tamaño de los Árboles Según el DAP	Categoría de Amenaza (UICN) Actualizada
Persea mutissi	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Aegiphila bogotensis	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Schefflera marginata	Arbóreo	Regeneración	
Oreopanax nigrum	Arbóreo	Regeneración	
Miconia ligustrina	Arbóreo	Regeneración	
Miconia psychrophila	Arbóreo	Regeneración	
Miconia harlingii	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Miconia jahnii	Arbóreo	Regeneración	
Tibouchina mollis	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Axinaea floribunda	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Clusia multiflora	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Hypericum laricifolium	Arbóreo	Regeneración	
Escallonia myrtilloides	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Aequatorium verrucosum	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	VU
Baccharis buddlejoides	Arbóreo	Regeneración	
Gynoxys sancti – antonii	Arbóreo	Regeneración	
Siphocampylus bullatus	Arbóreo	Regeneración	
Weinmannia engleriana	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Weinmannia elliptica	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Weinmannia pubescens	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Chusquea uniflora	Herbácea	Regeneración	
Solanum asperolanatum	Herbácea	Regeneración	
Geonoma undata	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	
Viburnum triphyllum	Arbóreo	Regeneración	

Nombre Científico	Escala de Estratificación	Categorías Sobre el Tamaño de los Árboles Según el DAP	Categoría de Amenaza (UICN) Actualizada
Hesperomeles obtusifolia	Arbustivo	Regeneración	
Maytenus laxiflora	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	
Ilex pernervata	Arbóreo	Regeneración	

El patrón de la abundancia mostró un comportamiento característico del bh-MB, en donde las especies de las familias Chlorantaceae, Rubiaceae, Ericacea, Asteraceae, Melastomataceae y Cunoniaceae albergan especies con una mayor abundancia.

En la *Tabla 330* se observa que las especies *Chusquea uniflora, Gaultheria foliosa Gordonia fruticosa, Miconia jahnii*, presentan las mayores abundancias.

Las especies *Geonoma undata, Viburnum triphyllum, Hesperomeles obtusifolia, Maytenus laxiflora, Ilex pernervata, Hedyosmum sp, Hedyosmum scabrum* son una de las especies que presentan una menor abundancia.

Tabla 330. *Flora Presente en el bh – Mb*

Familia	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia Relativa
Chlorantaceae	*Hedyosmum strigosum*	5	0,01
	Hedyosmum cuatrecazanum	9	0,02
	Hedyosmum sp	6	0,01
	Hedyosmum scabrum	4	0,01
	Hedyosmum translucidium	9	0,02
Rubiaceae	*Palicourea flavescens*	5	0,01
	Palicourea anceps	5	0,01
	Palicourea amethsystina	8	0,02
	Palicourea angustifolia	9	0,02
Primulaceae	*Geissanthus andinus*	8	0,02
	Myrsine coriaceae	12	0,03
	Myrsine guianensis	5	0,01
Ericaceae	*Cavendishia bracteata*	8	0,02

Familia	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia Relativa
	Gaultheria foliosa	18	0,04
	Bejaria glauca	7	0,01
	Macleania rupestris	11	0,02
Clethraceae	*Clethra rugosa*	12	0,03
	Clethra ovalifolia	6	0,01
	Clethra fagifolia	10	0,02
Actinidiaceae	*Saurauia pruinosa*	9	0,02
Pentaphylacaceae	*Freziera canescens*	11	0,02
Theaceae	*Gordonia fruticosa*	18	0,04
Siparunaceae	*Siparuna echinata*	8	0,02
	Siparuna echinata	7	0,01
Lauraceae	*Ocotea infrafoveolata*	8	0,02
	Ocotea guianensis	6	0,01
	Persea mutissi	10	0,02
Lamiaceae	*Aegiphila bogotensis*	6	0,01
Araliaceae	*Schefflera marginata*	9	0,02
	Oreopanax nigrum	9	0,02
Melastomataceae	*Miconia ligustrina*	8	0,02
	Miconia psychrophila	8	0,02
	Miconia harlingii	10	0,02
	Miconia jahnii	18	0,04
	Tibouchina mollis	5	0,01
	Axinaea floribunda	9	0,02
Clusiaceae	*Clusia multiflora*	8	0,02
Hypericaceae	*Hypericum laricifolium*	5	0,01
Escalloniaceae	*Escallonia myrtilloides*	7	0,01
Asteraceae	*Aequatorium verrucosum*	5	0,01
	Baccharis buddlejoides	7	0,01
	Gynoxys sancti – antonii	11	0,02
Campanulaceae	*Siphocampylus bullatus*	15	0,03
Cunoniaceae	*Weinmannia engleriana*	7	0,01
	Weinmannia elliptica	14	0,03
	Weinmannia pubescens	7	0,01
Poaceae	*Chusquea uniflora*	23	0,05

Familia	Nombre Científico	Abundancia	Abundancia Relativa
Solanaceae	*Solanum asperolanatum*	13	0,03
Arecaceae	*Geonoma undata*	7	0,01
Adoxaceae	*Viburnum triphyllum*	6	0,01
Rosaceae	*Hesperomeles obtusifolia*	5	0,01
Celastraceae	*Maytenus laxiflora*	5	0,01
Aquifoliaceae	*Ilex pernervata*	7	0,01
		468	1,00

En la *Tabla 331*, se observa los registros de algunas variables fitosociológicas combinadas descritas para el BH - Mb, encontrándose que las especies que presentan una mayor densidad relativa corresponden a *Clusia multiflora, Aequatorium verrucosum, Axinaea floribunda, Escallonia myrtilloides, Miconia harlingii, Ocotea infrafoveolata, Freziera canescens, Myrsine coriaceae, Palicourea angustifolia, Hedyosmum strigosum y Hedyosmum cuatrecazanum* son una de las especies con mayores abundancias.

El DAP de mayor tamaño fue de 9,01 cm para *Clusia multiflora*, 8,96 cm para *Aequatorium verrucosum*, y 8,23 cm, para *Escallonia myrtilloides*, 8,53 cm para *Axinaea floribunda*, mientras que las especies *Chusquea uniflora, Gaultheria foliosa, Siphocampylus bullatus Solanum asperolanatum,* entre otras, presentan los DAP de menor tamaño.

Tabla 331. *Variables fitosociológicas combinadas de las especies encontradas en bh – MB*

Nombre científicos	Densidad	Densidad Relativa	DAP	Area Basal	Área basal Relativa
Hedyosmum strigosum	0,05	1,07	7,21	5,66	2,52
Hedyosmum cuatrecazanum	0,09	1,92	7,53	5,91	2,63
Hedyosmum sp	0,06	1,28	3,56	2,79	1,24
Hedyosmum scabrum	0,04	0,85	5,74	4,51	2,01
Hedyosmum translucidium	0,09	1,92	6,99	5,49	2,44
Palicourea flavescens	0,05	1,07	5,31	4,17	1,86
Palicourea anceps	0,05	1,07	7,05	5,53	2,46
Palicourea amethsystina	0,08	1,71	5,63	4,42	1,97
Palicourea angustifolia	0,09	1,92	8,39	6,59	2,93
Geissanthus andinus	0,08	1,71	2,69	2,11	0,94
Myrsine coriaceae	0,12	2,56	8,05	6,32	2,81
Myrsine guianensis	0,05	1,07	6,98	5,48	2,44

Nombre científicos	Densidad	Densidad Relativa	DAP	Area Basal	Área basal Relativa
Cavendishia bracteata	0,08	1,71	3,1	2,43	1,08
Gaultheria foliosa	0,18	3,85	0,15	0,12	0,05
Bejaria glauca	0,07	1,5	3,56	2,79	1,24
Macleania rupestris	0,11	2,35	7,33	5,75	2,56
Clethra rugosa	0,12	2,56	4,27	3,35	1,49
Clethra ovalifolia	0,06	1,28	4,72	3,71	1,65
Clethra fagifolia	0,1	2,14	6,3	4,95	2,2
Saurauia pruinosa	0,09	1,92	5,03	3,95	1,76
Freziera canescens	0,11	2,35	7,98	6,26	2,79
Gordonia fruticosa	0,18	3,85	6,06	4,76	2,12
Siparuna echinata	0,08	1,71	4,32	3,39	1,51
Siparuna sp	0,07	1,5	2,98	2,34	1,04
Ocotea infrafoveolata	0,08	1,71	8,49	6,66	2,97
Ocotea guianensis	0,06	1,28	7,41	5,82	2,59
Persea mutissi	0,1	2,14	6,43	5,05	2,25
Aegiphila bogotensis	0,06	1,28	5,66	4,44	1,98
Schefflera marginata	0,09	1,92	1,94	1,52	0,68
Oreopanax nigrum	0,09	1,92	5,43	4,26	1,9
Miconia ligustrina	0,08	1,71	4,07	3,19	1,42
Miconia psychrophila	0,08	1,71	5,07	3,98	1,77
Miconia harlingii	0,1	2,14	7,88	6,19	2,75
Miconia jahnii	0,18	3,85	3,46	2,72	1,21
Tibouchina mollis	0,05	1,07	6,19	4,86	2,16
Axinaea floribunda	0,09	1,92	8,53	6,7	2,98
Clusia multiflora	0,08	1,71	9,01	7,07	3,15
Hypericum laricifolium	0,05	1,07	1,18	0,93	0,41
Escallonia myrtilloides	0,07	1,5	8,23	6,46	2,88
Aequatorium verrucosum	0,05	1,07	8,96	7,03	3,13
Baccharis buddlejoides	0,07	1,5	3,24	2,54	1,13
Gynoxys sancti – antonii	0,11	2,35	3,56	2,79	1,24
Siphocampylus bullatus	0,15	3,21	0,23	0,18	0,08
Weinmannia engleriana	0,07	1,5	6,85	5,38	2,39
Weinmannia elliptica	0,14	2,99	7,46	5,86	2,61
Weinmannia pubescens	0,07	1,5	8,9	6,99	3,11
Chusquea uniflora	0,23	4,91	0,27	0,21	0,09
Solanum asperolanatum	0,13	2,78	1,09	0,86	0,38
Geonoma undata	0,07	1,5	6,01	4,72	2,1
Viburnum triphyllum	0,06	1,28	5,09	4	1,78
Hesperomeles obtusifolia	0,05	1,07	2,76	2,17	0,96
Maytenus laxiflora	0,05	1,07	7,39	5,8	2,58
Ilex pernervata	0,07	1,5	4,35	3,41	1,52
Total	4,68	100	286,07	224,56	100



Fotografía 49. *Panorámica del Bosque Humedo Montano Bajo (Izquierda), Dosel del Bosque Húmedo Montano Bajo (Derecha)*

2.2.12.4.2. Fauna

Aves

- Riqueza

Durante las observaciones realizadas en la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo, se encontró que la avifauna está estructurada en 7 órdenes, 13 familias y 22 especies. El orden que mayor riqueza presenta es el de los Passeriformes con el 46% de las familias presentes, estas aves son llamadas aves de percha o canoras y su riqueza es reflejo de la mayor abundancia de aves de este orden en todo el mundo. Le siguen en riqueza los Piciformes (Tucanes o tucanetas) con el 15%, los órdenes Apodiformes, (colibríes), Accipitriformes (aves rapaces), Cathartiformes, Caprimulgiformes y Trogoniformes corresponden al 8% cada una (Tabla 332)

Tabla 332. *Ordenes, Familias y Especies de Aves de la zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo*

Orden	Familia	Nombre Científico	% Familias	% Especies
Piciformes	Picidae	*Picumnus lafresnayi*	15%	9%
		Picumnus rufiventris		
	Ramphastidae	*Pteroglossus azara*		18%
		Selenidera reinwardtii		
		Andigena nigrirostris		
		Aulacorhynchus prasinus		
Apodiformes	Trochilidae	*Eutoxeres áquila*	8%	9%
		Klais guimeti		
Passeriformes	Icteridae	*Cacicus uropygialis*	46%	5%
	Thraupidae	*Chlorornis riefferii*		18%
		Anisognathus somptuosus		
		Tangara chilensis		
		Tangara vassorii;		
	Turdidae	*Catharus ustulatus*		5%
	Furnariidae	*Xenops minutus*		5%
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*		5%
	Tyrannidae	*Mionectes olivaceus-*		5%
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter superciliosus*	8%	9%
		Buteo platypterus		
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes melambrotus*	8%	5%
Caprimulgiformes	Apodidae	*Chaetura brachyura*	8%	5%
Trogoniformes	Tronidae	*Trogon viridis*	8%	5%
Total Ordenes			7	
Total Familias			13	
Total Especies			22	

Las familias que mayor diversidad presentan corresponden a Ramphastidae y Thraupidae con el 18% respectivamente, le siguen las familias Picidae, Trochilidae y Accipitridae con el 9 % cada una las familias restantes suman el 5% cada una representadas por una especie respectivamente.

- Gremios Tróficos

Las especies del orden Apodiformes principalmente se alimentan de néctar, aunque algunas veces complementan su dieta con insectos. La familia Trochilidae consume en su gran mayoría néctar. Las aves del orden Passeriforme consumen en su gran mayoría frutas e insectos, siendo las familias Turdidae, Corvidae y Thraupidae insectívoros – frugívoros.

- Sensibilidad

Entre las especies que se encuentran en la categoría LC, *Picumnus lafresnayi, Picumnus rufiventris, Pteroglossus azara, Selenidera reinwardtii, Andigena nigrirostris, Aulacorhynchus prasinus, Eutoxeres áquila, Klais guimeti, Cacicus uropygialis, Chlorornis riefferii, Anisognathus somptuosus, Tangara chilensis*, entre otras (*Tabla 333*)

Tabla 333. *Especies de Aves presentes en bh - MB ubicadas en alguna categoría UICN 2017*

Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Picidae	*Picumnus lafresnayi*	LC
	Picumnus rufiventris	LC
Ramphastidae	*Pteroglossus azara*	LC
	Selenidera reinwardtii	LC
	Andigena nigrirostris	LC
	Aulacorhynchus prasinus	LC
Trochilidae	*Eutoxeres áquila*	LC
	Klais guimeti	LC
Icteridae	*Cacicus uropygialis*	LC
Thraupidae	*Chlorornis riefferii*	LC
	Anisognathus somptuosus	LC
	Tangara chilensis	LC
	Tangara vassorii;	LC
Turdidae	*Catharus ustulatus*	LC
Furnariidae	*Xenops minutus*	LC
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	LC
Tyrannidae	*Mionectes olivaceus-*	LC
Accipitridae	*Accipiter superciliosus*	LC
	Buteo platypterus	LC
Cathartidae	*Cathartes melambrotus*	LC
Apodidae	*Chaetura brachyura*	LC
Tronidae	*Trogon viridis*	LC

Mamíferos

- Riqueza

Las especies de mamíferos presentes en la zona de Bosque Húmedo Montano Bajo están distribuida en 9 órdenes, 17 familias y 22 especies. Los órdenes más diversos son Carnívora con 6 familias y 7 especies, Rodentia con 3 familias correspondiente al 18% y Artiodactyla con 2 familias correspondiente al 12%.

En diversidad de especies sobresalen las familias Cervidae con el 18% representado en las especies *Odocoileus virginianus, Pudu mephistophiles, Mazama americana* y *Mazama Rufina*, especies conocidas como venados. Seguidamente se encuentran las familias Didelphidae y Felidae con el 9% agrupando 2 especies cada una (*Tabla 334*)

Tabla 334. *Ordenes, Familias y Especies de Mamíferos de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo*

Orden	Familia	Nombre Científico	% Familia	% Especies
Carnívora	Procionidae	*Nasuella alivacea*	35%	5%
	Mustelidae	*Mustela frenata*		5%
	Felidae	*Leopardus tigrinus*		9%
		Puma concolor		
	Procionidae	*Nasua narica*		5%
	Ursidae	*Tremarctos ornatus*		5%
	Canidae	*Lycalopex culpaeus*		5%
Didelphiomorphia	Didelphidae	*Didelphis albiventris*	6%	9%
		Didelphis marsupiales		
Phyllophaga	Megalonychidae	*Choloepus didactylus*	6%	5%
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	12%	18%
		Pudu mephistophiles		
		Mazama americana		
		Mazama rufina		
	Tayassuidae	*Pecari tajacu*		5%
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus granatensis*	18%	5%
	Erethizontidae	*Coendou rufescens*		5%
	Agoutidae	*Agouti taczanowskii*		5%
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	6%	5%
Chiroptera	Vespertilionidae	*Sturnira bidens* (Thomas, 1915)	6%	5%
Lagomorpha	Leporidae	*Silvilagus brasiliensis*	6%	5%
Paucituberculata	Caenolestidae	*Caenolestes fuliginosus*	6%	5%
Total Ordenes			9	
Total Familias			17	
Total Especies			22	

- Gremios Tróficos

De las especies registradas en el Bosque Húmedo Montano Bajo se encontró que las especies *Odocoileus virginianus, Mazama americana, Mazama rufina* son especies de alimentación estrictamente herbívoras, alimentándose de brotes tiernos de hojas, hierbas y muy ocasionalment de frutos.

EL oso de anteojos es una especie omnívora su dieta se basa principalmente de cogollos, medula de frailajón, frutos, pequeños mamíferos y carroña. Las especies *Dasypus novemcinctus* y *Didelphis marsupialis* se alimentan de todo, aunque *D. novemcinctus* es principalmente insectívoro. Se consideran especialmente frugívoros *Dasyprocta punctata* y *Sciurus granatensis*, mientras que, *Sylvilagus brasiliensis* complementa esta dieta con algunas hierbas

- Sensibilidad

Del total de especies de mamiferos potenciales, según la IUCN, se encontró que el 73% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o Preocupación Menor), mientras que el 18% se ubican en la categoría VU (Vulnerable), el 5% en las categorías NT (Near threat o casi amenazado) y el 4% DD *(Figura 172)*



Fotografía 50*. Huella de venado Mazama rufina*

Entre las especies que se encuentran en la categoría LC, están Nasuella alivacea, Mustela frenata, Puma concolor, Nasua narica, Lycalopex culpaeus, Didelphis albiventris, Didelphis marsupialls, Choloepus didactylus, Odocoileus virginianus, Pecari tajacu, Sciurus granatensis, Coendou rufescens, Dasypus novemcinctus, Sturnira bidens, Sylvilagus brasiliensis y Caenolestes fuliginosus mientras que Leopardus tigrinus, Tremarctos ornatus, Pudu mephistophiles, Mazama Rufina se ubican en la categoría VU y Agouti taczanowskii está catalogada como una especie NT (*Tabla 335*)

Tabla 335. *Especies de Mamíferos Presentes en bh - MB Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Carnívora	Procionidae	*Nasuella alivacea*	LC
	Mustelidae	*Mustela frenata*	LC
	Felidae	*Leopardus tigrinus*	VU
		Puma concolor	LC
	Procionidae	*Nasua narica*	LC
	Ursidae	*Tremarctos ornatus*	VU
	Canidae	*Lycalopex culpaeus*	LC
Didelphiomorphia	Didelphidae	*Didelphis albiventris*	LC
		Didelphis marsupialls	LC
Phyllophaga	Megalonychidae	*Choloepus didactylus*	LC
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	LC
		Pudu mephistophiles	VU
		Mazama americana	DD
		Mazama rufina	VU
	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	LC
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus granatensis*	LC
	Erethizontidae	*Coendou rufescens*	LC
	Agoutidae	*Agouti taczanowskii*	NT
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	LC
Chiroptera	Vespertilionidae	*Sturnira bidens* (Thomas, 1915)	LC
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus brasiliensis*	LC
Paucituberculata	Caenolestidae	*Caenolestes fuliginosus*	LC

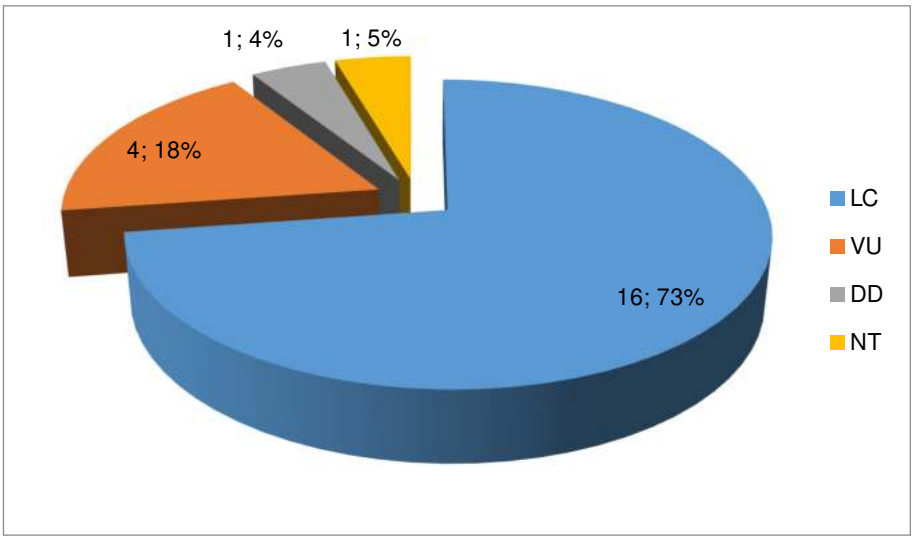


Figura 172. Distribución porcentual de las especies de Mamíferos presentes en bh - Mb ubicadas en alguna categoría UICN 2017

Anfibios

Se registró para la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo 1 orden, representado en 2 Familias y 7 especies, siendo la familia Craugastoridae la más diversas con 7 especies mientras que la familia Bufonidae estuvo representada con 1 especie correspondiente a *Osornophryne sp* (*Tabla 336*)

Tabla 336. *Ordenes, Familias y Especies de Mamíferos de la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	% Especies
Anura	Craughastoridae	*Pristimantis myersi*	100%	86%
		Pristimantis elassodiscus		
		Pristimantis boulengeri		
		Pristimantis bukleyi		
		Pristimantis huicundo		
		Pristimantis vicarium		
	Centrolenidae	*Centrolene sp.*		14%
Total Ordenes			1	
Total Familias			2	
Total Especies			7	

- Sensibilidad

Del total de especies de anfibios potenciales, según la IUCN, se encontró que el 57% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o preocupación menor), mientras que el 43% se ubican en la categoría DD (Datos insuficientes) (*Figura 173*)

Entre las especies que se encuentran en la categoría LC, *Pristimantis myersi, Pristimantis boulengeri, Pristimantis buckleyi*, mientras que *Pristimantis huicundo* y *Osornophryne sp* se ubican en la categoría DD (*Tabla 337*).

Tabla 337. *Especies de Anfibios presentes en bh - Mb ubicadas en alguna categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Anura	Craughastoridae	Pristimantis myersi	LC
		Pristimantis boulengeri	LC
		Pristimantis bukleyi	LC
		Pristimantis huicundo	DD
	Bufonidae	Osornophryne sp	DD

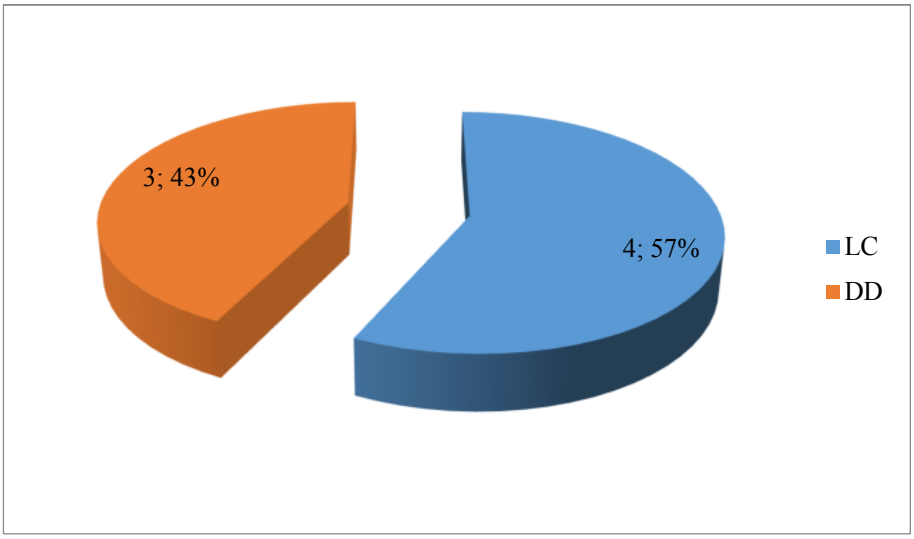


Figura 173. *Distribución porcentual de las especies de Anfibios presentes en bh - MB ubicadas en alguna categoría UICN 2017*

- Temporalidad

La permanencia de las especies silvestres de mamíferos en un lugar determinado obedece a factores importantes como son recursos alimenticios, espacio para percha y descanso, reproducción, aspectos naturales importantes para la supervivencia de las especies. En los

bosques tropicales existe una alta disponibilidad de recursos, los cuales están presentes durante todo el año.

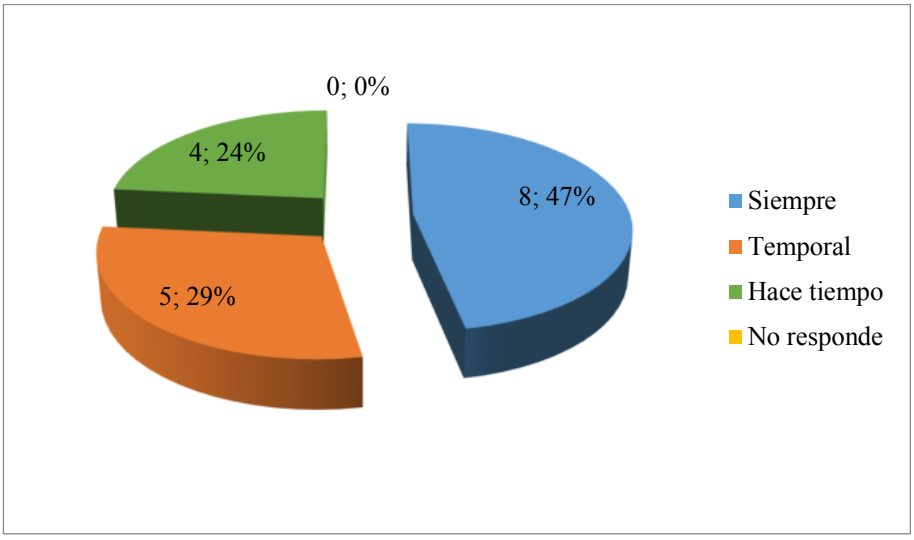


Figura 174. *Especies de Fauna observados por los encuestados en la zona de vida Bosque Humedo Montano bajo de acuerdo a la Temporalidad*

En la *Figura 174*, se observa que la fauna silvestre presente en el páramo sub andino en un 24% se puede observar durante todo el año, mientras que 29% lo hacen por temporadas (cuando la vegetación está en florescencia y fructificación). Los encuestados manifiestan que hace más de 50 años era más fácil observar los animales silvestres, dada la disponibilidad de cobertura vegetal en la zona. Ellos manifiestan que la tala, la introducción de ganado y de cultivos en las zonas de montaña ha ocasionado que muchas especies se observen ocasionalmente o que alguns ya nose vean o hace mucho tiempo que las han visto (41%).

- Abundancia

De acuerdo con los encuestados se encontró que la fauna silvestre se ha visto ampliamente afectada por la deforestación, la actividad minera y otras actividades antrópicas que han degradado los ecosistemas y por ende afectado a la vida silvestre. Se encontrpo que el 81% de los encuestados manifiestan que en la zona de páramo principalmente en la zona del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana, se pueden observar muchos animales silvestres, mientras que para las zonas bajas o donde hay cultivos y ganado se puede observar pocos animales silvestres, esto corresponde al 13%.

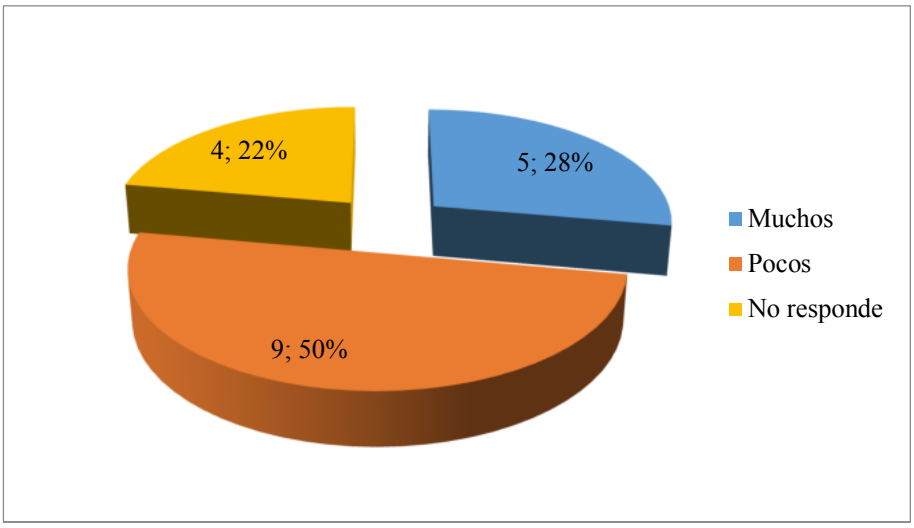


Figura 175. *Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Bosque Humedo Montano Bajo de acuerdo a la Abundancia*

- Aprecio – Uso

Se encontró que frente al Aprecio/Uso de la fauna silvestre, el 94% de los encuestados manifiestan que el uso que le dan es mucho, puesto que muchas especies son utilizadas como mascotas, alimento o medicina, algunos son cazados y otros son comercializados como mascotas. Por otro lado el 6% que la fauna silvestre tiene algún uso.

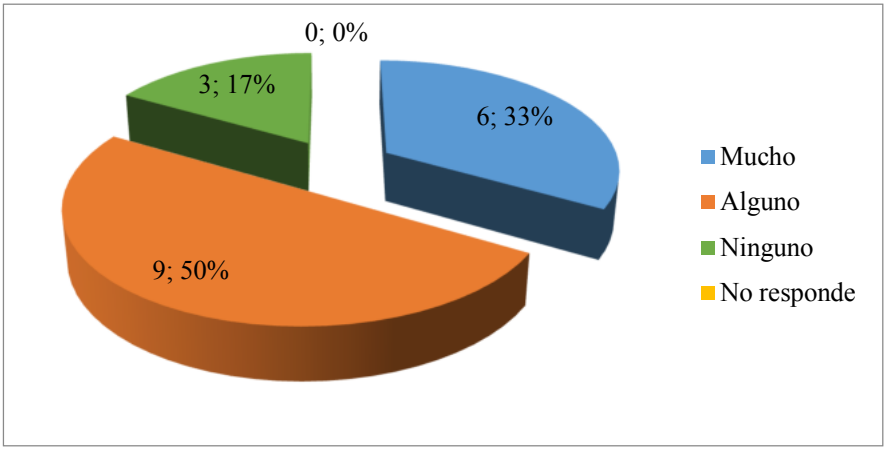


Figura 176. *Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Bosque Humedo Montano Bajo de acuerdo con el Aprecio/Uso*

- Afectación

En cuanto a la afectación que puede ocasionar la fauna silvestre a cultivos, animales domésticos y terrenos, los encuestados manifiestan en un 38% que los daños son accidentales, puesto que mencionan que los animales en su necesidad de conseguir alimento y por la búsqueda que cada vez para ellos es más difícil pueden entrar en los cultivos y a las casas a comer lo que puedan encontrar.

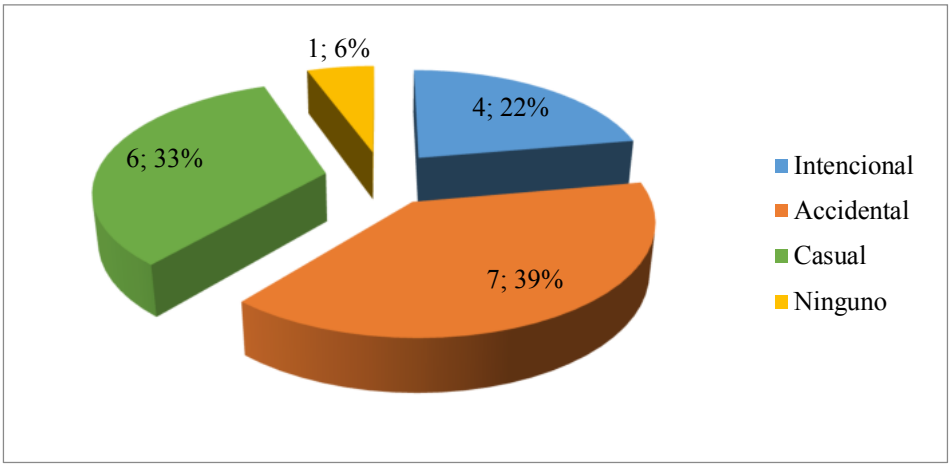


Figura 177. *Especies de fauna observados por los encuestados en la zona de vida Bosque Humedo Montano Bajo de acuerdo a la Afectación*

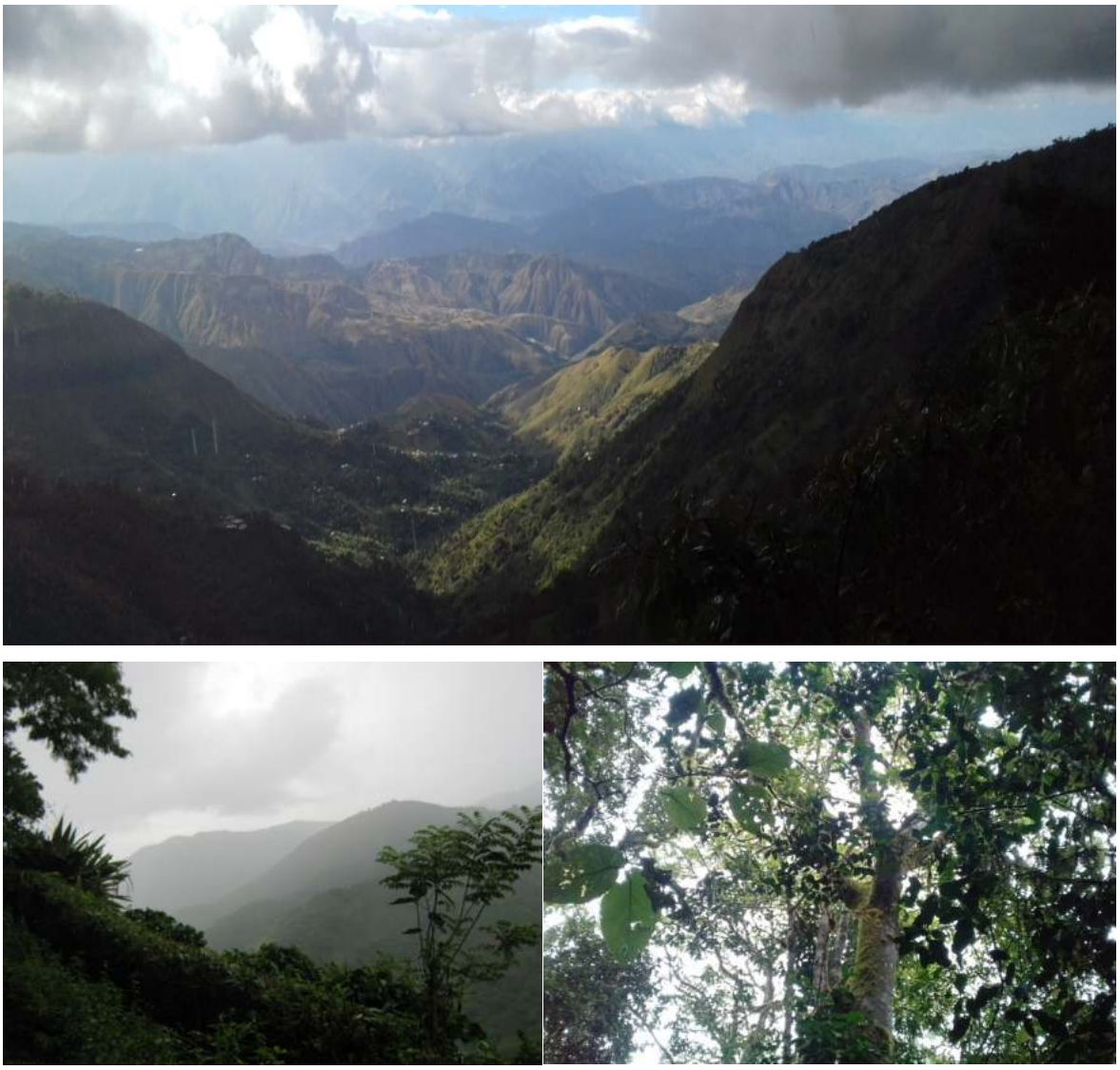
El 37% de los encuestados mencionan que el daño es intencional, porque animales como el oso andino, se come las vacas y les deja “deudas” a los campesinos que tienen las vacas pastando en los terrenos que los campesinos poseen. De igual manera mencionan el consumo de cultivos por parte de aves, que se acercan a las granjas a “dañar” las plantas de granadilla causando grandes pérdidas. Lo mismo mencionan de las aves rapaces que según afirman se han comido a todos los animales de parcela como polluelos, gallinas y conejos, ocasionándoles grandes pérdidas económicas.



Fotografía 51. *Taller sobre fauna silvestre con niños de la escuela San Gerardo (La Cruz-Nariño)*

2.2.12.5. Bosque Húmedo Premontano (bh-PM). En el departamento de Nariño, la zona de vida de Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) presenta una temperatura anual está entre 19 y 20°C, con precipitación anual no mayores a 1300 mm y evapotranspiración potencial cercana a los 1200 mm, para una provincia de humedad húmedo y subhúmedo con una relación de evapotranspiración precipitación entre 0,85 y 1,13 mm.

Los respectivos balances hídricos reflejan un periodo sin excesos de agua en los meses de junio a septiembre (Estaciones Aeropuerto Antonio Nariño, Tamaná y Bomboná) se observa un equilibrio entre precipitación y utilización del agua que aunado a una temperatura agradable hacen de estas tierras las preferidas para los asentamientos humanos, con consecuente intervención de la vegetación natural (IGAC, 2004)



Fotografía 52. *Paisajes Representativos de la Zona de Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) que hace parte de la Cuenca del Río Mayo. Abajo derecha: Dosel del bh-PM*

Los municipios del departamento de Nariño que se localizan en esta zona de vida y de los cuales hace parte la cuenca hidrográfica del río Mayo son: San Pablo, La Unión y San Pedro de Cartago, y en el departamento de Cauca, el municipio de Mercaderes (*Figura 178*).

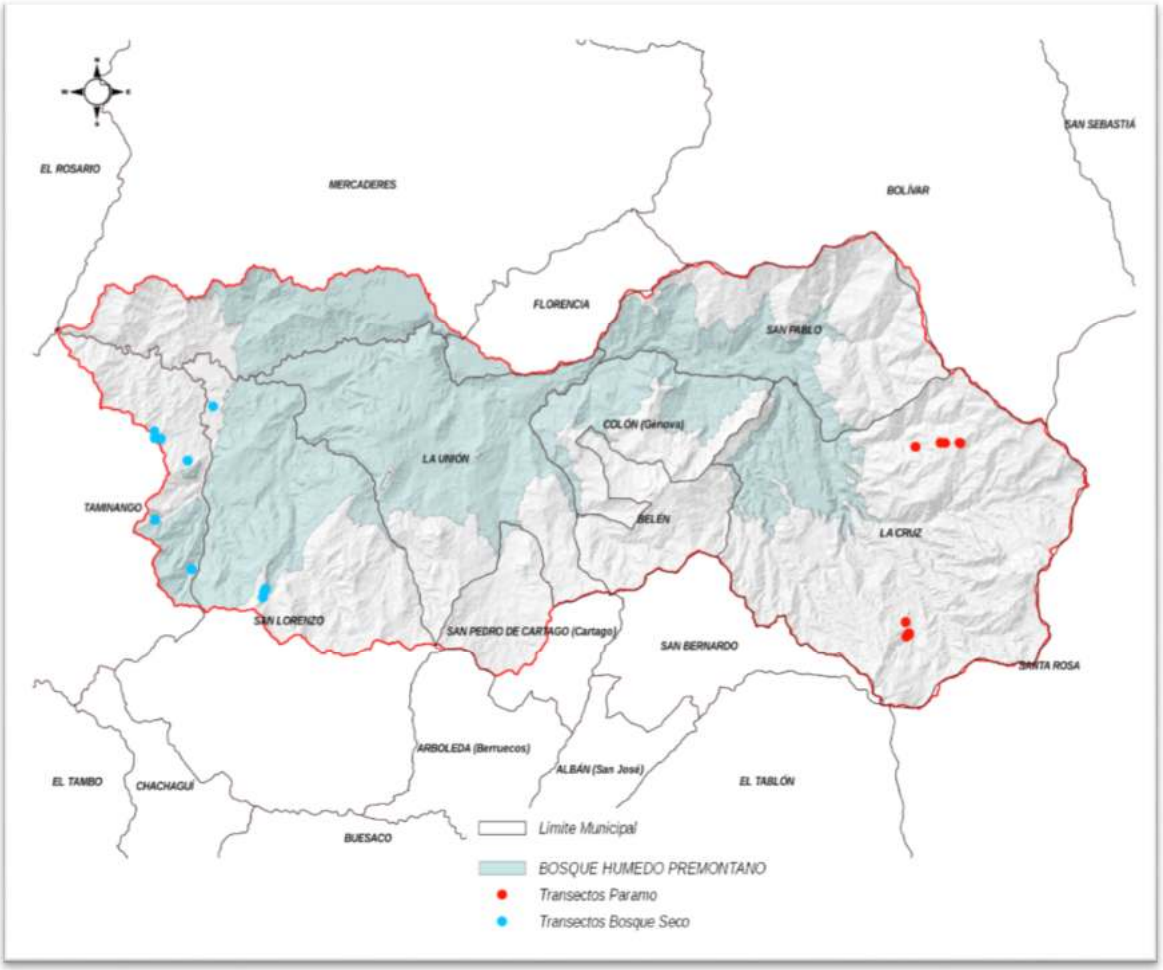


Figura 178. *Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo*

Los municipios que hacen parte de la zona de vida de bh-PM se caracterizan por ser el hábitat de especies amenazadas, representados por una alta biodiversidad y presentar características sobresalientes, esto hace que sean presenten relevancia a escala regional, además de constituirse en la cabecera de fuentes hídricas abastecedoras de agua del norte del departamento de Nariño, como es el caso de la cuenca hidrográfica del río Mayo.

2.2.12.5.1. Flora. Se presenta un listado consolidado de la composición florística de las zonas de Bosque Húmedo Premontano bh-PM de la cuenca del río Mayo donde se realiza la actualización con base en la recopilación de la información existente y la encontrada en este estudio.

Así las cosas, en la *Tabla 338* se observa que la especie *Clusia multiflora* se encuentra reportada en los documentos: Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Mayo (CORPONARIÑO y CONIF, 2009), el estudio realizado para la generación de las bases técnicas de la declaratoria del Cerro Chimayoy como área protegida (CORPONARIÑO y Fundación Manos Fraternas, 2014) y el presente estudio. Por su arte, especies como *Chusquea uniflora, Quercus humboldtii, Myrcia sp., Cupania guatemalensis* y *Freziera candicans* se reportan tanto en el presente estudio como en el POMCA 2009. En ese orden de ideas, las especies *Cybianthus sp., Palicourea amethystina* y *Palicourea angustifolia* se reportan en el estudio Cerro Chimayoy y en la presente investigación.

Tabla 338. *Composición Florística de la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM)*

N°	Nombre Científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Estudio Cerro Chimayoy **	Este Estudio
1	*Wedelia stuebelii Hieron.*			X
2	*Capparis amplissima Lam.*			X
3	*Capparis odoratissima Jacq.*	X		
4	*Capparis sp.*	X		
5	*Chusquea uniflora Steud.*	X		X
6	*Chusquea sp.*		X	
7	*Quercus humboldtii Kotschy ex A. DC.*	X		X
8	*Juglans neotropica Diels*			X
9	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose*			X
10	*Lafoensia speciosa (Kunth) DC.*			X
11	*Cybianthus sp.*		X	X
12	*Myrcia sp.*	X		X
13	*Clavija sp.*			X
14	*Ficus glabrata H.B. & K.*	X		
15	*Ficus sp.*			X
16	*Palicourea amethystina (Ruiz & Pav.) DC.*		X	X
17	*Palicourea angustifolia Kunth.*		X	X
18	*Palicourea sp1*			X
19	*Palicourea sp.2*			X
20	*Palicourea apicata Kunth.*		X	
21	*Cupania guatemalensis (Turcz.) Radlk.*	X		X
22	*Solanum grandiflorum Ruiz & Pav.*			X
23	*Solanum asperolanatum Ruiz & Pav.*		X	

N°	Nombre Científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Estudio Cerro Chimayoy **	Este Estudio
24	*Clusia multiflora Kunth*	X	X	X
25	*Freziera candicans Tul.*	X		X
26	*Freziera canescens Humb. & Bonpl.*		X	
27	*Pourouma bicolor Mart.*			X
28	*Pourouma aspera*	X		
29	*Anthurium sanguineum Engl.*			X
30	*Anthurium bogotense*	X		
31	*Anthurium mindense*	X		
32	*Anthurium pedatum*	X		
33	*Anthurium sp.*	X		
34	*Oreopanax peltatus Linden*	X		
35	*Oreopanax nigrum Cuatrec.*		X	
36	*Baccharis floribunda*	X		
37	*Baccharis trinervis*	X		
38	*Baccharis granadina Cuatrec.*		X	
39	*Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.) Pers.*		X	
40	*Viburnum pichinchense*	X		
41	*Viburnum triphyllum Benth.*		X	
42	*Saurauia parviflora*	X		
43	*Saurauia brachybotys Turcz*		X	
44	*Saurauia sp.*		X	
45	*Clethra fagifolia*	X		
46	*Bejaria glauca Bonpl.*	X	X	
47	*Disterigma acuminatum*	X		
48	*Disterigma alaternoides (Kunth) Nied.*		X	
49	*Psamissia cf. caloneura*	X		
50	*PsammisiagraebnerianaHoerold*	X	X	
51	*Inga sp.*	X	X	
52	*Persea caerulea (Ruiz & Pav.)*	X		
53	*Persea americana Mill.*		X	
54	*Tibouchina mollis (Bonpl.) Cogn.*		X	
55	*Eugenia sp.*	X		
56	*Myrcianthes cf. rhopaloides*	X	X	
57	*Weinmannia pubescens Kunth*	X		
58	*Weinmannia heterophylla Kunth.*		X	
59	*Achyrocline alata*	X		
60	*Acmella brachyglosa*	X		

N°	Nombre Científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Estudio Cerro Chimayoy **	Este Estudio
61	*Ageratum conyzoides*	X		
62	*Albizia carbonaria Britton*	X		
63	*Alfaroa sp.*	X		
64	*Anaxagorea crassipetala*	X		
65	*Andropogon hirtiflorum*	X		
66	*Andropogon sp.*	X		
67	*Annona sp.*	X		
68	*Ardisia aff. sapida Cuatr.*	X		
69	*Aulonemia sp.*	X		
70	*Axinaea sp.*	X		
71	*Axonopus poiophyllus*	X		
72	*Begonia colombiana*	X		
73	*Besleria solanoides*	X		
74	*Besleria villosa*	X		
75	*Bomarea hirsuta*	X		
76	*Bomarea sp.*	X		
77	*Bromus catharticus*	X		
78	*Caesalpinia spinosa*	X		
79	*Calamagrostis sp.*	X		
80	*Calceolaria lehmanniana*	X		
81	*Callisia gracilis*	X		
82	*Canna sp.*	X		
83	*Capanea affinis*	X		
84	*Castilleja communis*	X		
85	*Carex jamesonii*	X		
86	*Carex polystachya*	X		
87	*Cecropia sp.*	X		
88	*Cedrela montana Turcz.*	X		
89	*Centratherum punctatum*	X		
90	*Cestrum ochraceum*	X		
91	*Citharexylum kunthianum*	X		
92	*Citharexylum subflavescens*	X		
93	*Codiaeum variegatum*	X		
94	*Cordia resinosa*	X		
95	*Coriaria ruscifolia*	X		
96	*Cnidoscolus gosypiifolius*	X		
97	*Cranichis sp.*	X		

N°	Nombre Científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Estudio Cerro Chimayoy **	Este Estudio
98	*Crataeva tapia*	X		
99	*Croton sp.*	X		
100	*Cyathea sp.*	X		
101	*Cyperus sp.*	X		
102	*Dendropanax macrocarpus*	X		
103	*Dioscorea sp.*	X		
104	*Elleanthus aurantiacus*	X		
105	*Epidendrum fimbriatum*	X		
106	*Epidendrum pariculatum*	X		
107	*Epidendrum secundum*	X		
108	*Escallonia paniculata (Ruiz & Pav.) Poem. & Schult*	X		
109	*Erythrina rubrinervia H.B. & K.*	X		
110	*Gaiadendron punctatum*	X		
111	*Galium nitidium*	X		
112	*Guarea trichiloides L.*	X		
113	*Guazuma ulmifolia Wall.*	X		
114	*Hesperomeles glabrata (H.B.K.) M. Roem.*	X		
115	*Hieronyma colombiana*	X		
116	*Hieronyma macrocarpa Müll.Arg.*	X		
117	*Hieronyma oblonga*	X		
118	*Hydrocotile sp.*	X		
119	*Juncus sp.*	X		
120	*Ladenbergia magnifolia*	X		
121	*Lycopodium clavatum*	X		
122	*Malaxis andicola*	X		
123	*Matisia castano*	X		
124	*Muellera frutescens*	X		
125	*Nectandra caucana*	X		
126	*Nectandra sp.*	X		
127	*Ochroma pyramidale Urb.*	X		
128	*Odontoglossum sp.*	X		
129	*Orthosanthus chimboracensis*	X		
130	*Oxalis pubescens*	X		
131	*Oxalis sp.*	X		
132	*Peperomia hartwegiana*	X		
133	*Peperomia hispidula*	X		

N°	Nombre Científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Estudio Cerro Chimayoy **	Este Estudio
134	*Peperomia talinifolia*	X		
135	*Philodendron sp.*	X		
136	*Piper sp.*	X		
137	*Pitcairnia pungens*	X		
138	*Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.*	X		
139	*Plathymiscium sp.*	X		
140	*Prunus sp.*	X		
141	*Rapanea ferruginea (Ruz & Pav.) Mez*	X		
142	*Rollinia sp.*	X		
143	*Rhynchospora corymbosa*	X		
144	*Rhynchospora rugosa*	X		
145	*Rhynchospora sp.*	X		
146	*Ruagea glabra*	X		
147	*Senna pistacifolia*	X		
148	*Slonea zuliensis*	X		
149	*Steiractinia sodiroi*	X		
150	*Stenorrhynchos speciosum*	X		
151	*Stephanopodium angulatum*	X		
152	*Tagetes filifolia*	X		
153	*Tibouchina mollis (Bonpl.) Cogn.*	X		
154	*Tillandsia pastensis*	X		
155	*Toxicodendron striatum*	X		
156	*Trichanthera gigantea*	X		
157	*Uncinia hamata*	X		
158	*Zanthoxylum cf. schreberi (J.F.Gmel) Reynel*	X		
159	*Alloplectus dodsonii Wiehler*		X	
160	*Bidens segetum Mart. ex Colla*		X	
161	*Brunellia putumayensis Cuatrec.*		X	
162	*Cavendishia bracteata (Ruiz & Pavón ex J. St. Hil.)*		X	
163	*Clibadium surinamense L.*		X	
164	*Clidemia sp.*		X	
165	*Critoniopsis sp.*		X	
166	*Cupressus sempervirens L.*		X	
167	*Dicksonia sellowiana Hook*		X	
168	*Eucalyptus grandis Hill ex Maiden*		X	
169	*Geissanthus andinus Mez.*		X	

N°	Nombre Científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Estudio Cerro Chimayoy **	Este Estudio
170	*Geissanthus serrulatus (Willd.) Mez.*		X	
171	*Geissanthus sp.*		X	
172	*Hedyosmum goudotianum Solms.*		X	
173	*Hyeronima macrocarpa Schltr.*		X	
174	*Lepechinia sp.*		X	
175	*Lepechinia vulcanicola J.R.I. Wood*		X	
176	*Liabum igniarium (Bonpl.) Less.*		X	
177	*Maytenus laxiflora Triana & Planch.*		X	
178	*Meriania sp.*		X	
179	*Meriania splendens Triana*		X	
180	*Miconia theazans*		X	
181	*Morella pubescens (Humb. et Bonpl. ex Willd.)*		X	
182	*Morella singularis Parra-O.*		X	
183	*Pilea goudotiana Wedd.*		X	
184	*Psychotria alba Ruiz & Pav.*		X	
185	*Roupala pachypoda Cuatrec.*		X	
186	*Rubus macrocarpus Benth*		X	
187	*Sessea graciliflora Bitter*		X	
188	*Siparuna echinata (Kunth) A. DC*		X	
189	*Vallea stipularis L.f.*		X	

Fuente: *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Mayo, 2009

**Generación de las bases técnicas que argumenten la declaratoria del Cerro Chimayoy como área protegida. Versión preliminar. 2014.

- Riqueza

En la zona de vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) se registraron 245 individuos que corresponden a 21 especies ubicadas dentro de 17 familias y 14 órdenes. De las 17 familias reportadas en la presente investigación, el 23% corresponden a las familias agrupadas en el orden Rubiales, mientras que el orden Primulales representan el 17%. Por su parte, los órdenes Fagales y Theales agrupan cada una al 10%, los órdenes restantes agrupan el 40% de las familias encontradas.



Fotografía 53. *Zona de Muestreo de la Vegetación en el bh-PM - Reserva Natural Alto Dalmacia, Municipio de San Lorenzo*

La familia Rubiaceae posee el mayor número de especies (4) correspondientes al 22%, estas son Palicourea amethystina, Palicourea angustifolia, Palicourea sp1 y Palicourea sp2, encontradas en el muestreo para este estudio. Le sigue la familia Myrsinaceae con 2 especies correspondiente al 10% y representada por las especies *Cybianthus sp*. y *Myrcia sp*. La familia Araceae, Asteraceae, Capparidaceae, Poaceae, Bignoniaceae, Lythraceae, Moraceae, Sapindaceae, Solanaceae y Cecropiaceae están representadas por una especie equivalentes al 4,5% cada una (*Tabla 339*).

Tabla 339. *Ordenes, Familias y Especies de Flora de la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM)*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	%Especies
Arales	Araceae	*Anthurium sanguineum Engl.*	4%	4,5%
Asterales	Asteraceae	*Wedelia stuebelii Hieron.*	4%	4,5%
Capparales	Capparaceae	*Capparis amplissima Lam.*	4%	4,5%
Cyperales	Poaceae	*Chusquea uniflora Steud.*	4%	4,5%
Fagales	Fagaceae	*Quercus humboldtii Kotschy ex A. DC.*	10%	4,5%
	Juglandaceae	*Juglans neotropica Diels*		4,5%
Lamiales	Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose*	4%	4,5%

Myrtales	Lythraceae	*Lafoensia speciosa (Kunth) DC.*	4%	4,5%
Primulales	Myrsinaceae	*Cybianthus sp.*	17%	10%
		Myrcia sp.		
	Theophrastaceae	*Clavija sp.*		4,5%
Rosales	Moraceae	*Ficus sp.*	4%	4,5%
Rubiales	Rubiaceae	*Palicourea amethystina (Ruiz & Pav.) DC.*	23%	22%
		Palicourea angustifolia Kunth.		
		Palicourea sp1		
		Palicourea sp.2		
Sapindales	Sapindaceae	*Cupania guatemalensis (Turcz.) Radlk.*	4%	4,5%
Solanales	Solanaceae	*Solanum grandiflorum Ruiz & Pav.*	4%	4,5%
Theales	Clusiaceae	*Clusia multiflora Kunth*	10%	4,5%
	Theaceae	*Freziera candicans Tul.*		4,5%
Urticales	Cecropiaceae	*Pourouma bicolor Mart.*	4%	4,5%
Total Ordenes		14	100%	100%
Total Familias		17		
Total Especies		21		

En la Tabla 340 se incluye la estratificación de la flora en el Bosque Húmedo Premontano, se observa que la vegetación está estructurada en los estratos Arbustivo, Arbóreo y Herbáceo. La mayor cantidad de especies se encuentran ubicados en el estrato Arbustivo donde se ubican 15 especies que representan el 71% del total, 5 de las especies se ubican en el estrato Arbóreo que representan el 24% y finalmente 1 especie se reporta para el estrato Herbáceo que representan el 5% del total de especies para esta zona de vida.

Tabla 340. Estratificación Florística y Categoría de Amenaza – Bosque Húmedo Premontano (bh-PM)

Nombre Científico	Escala de Estratificación	Categoría sobre el Tamaño de los Árboles según el DAP	Categoría de Amenaza (UICN) Actualizada
Anthurium sanguineum Engl.	Arbustivo	Regeneración	.
Wedelia stuebelii Hieron.	Arbustivo	Regeneración	.
Capparis amplissima Lam.	Arbóreo	Árboles gigantes	.

Chusquea uniflora Steud.	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	.
Quercus humboldtii Kotschy ex A. DC.	Arbustivo	Regeneración	VU*
Juglans neotropica Diels	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	EN
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	.
Lafoensia speciosa (Kunth) DC.	Herbáceo	Regeneración	.
Cybianthus sp.	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	.
Myrcia sp.	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	.
Clavija sp.	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	.
Ficus sp.	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	.
Palicourea amethystina (Ruiz & Pav.) DC.	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	.
Palicourea angustifolia Kunth.	Arbustivo	Regeneración	.
Palicourea sp1	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	.
Palicourea sp.2	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	.
Cupania guatemalensis (Turcz.) Radlk.	Arbustivo	Regeneración	.
Solanum grandiflorum Ruiz & Pav.	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	.
Clusia multiflora Kunth	Arbóreo	Árboles jóvenes/estaca	.
Freziera candicans Tul.	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	.
Pourouma bicolor C. Mart.	Arbustivo	Regeneración	.

Fuente: CITES

En cuanto al tamaño de los arboles según Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), se encontró que la vegetación en su mayoría (13) están categorizada como Árboles jóvenes/estaca y representan el 62%, y otras especies se encuentran en Regeneración (7) agrupando al 33% del total de especies, esto concuerda con lo observado en campo, donde se destacó la presencia de parches de bosques con alto grado de intervención, que en ciertas áreas se han dejado regenerar.

Por otro lado, el muestreo de la vegetación se realizó en un área conservada dentro de la Reserva Natural Alto Dalmacia, que consta de 80ha de bosque primario intervenido, existen alrededor de

80 especies florísticas y diversidad de fauna (aves y mamíferos), y se encuentra localizada en la vereda los Pinos, corregimiento de San Gerardo (Municipio de San Lorenzo), con una altura de 1850 msmn y a una temperatura de 18° C.





Fotografía 54. *Vegetación del Bosque Húmedo Premontano – Clavija sp.*

En cuanto a la sensibilidad de las especies botánicas, se destaca únicamente a Juglans neotropica (Nogal) como una especie En Peligro (EN) según la UICN (2017). Según Cárdenas & Salinas (2006), esta especie se encuentra en la categoría EN (criterio A1acd+2cd) al igual que en la categoría nacional. Esta especie crece naturalmente en el norte de la cordillera de los Andes, a altitudes de 1000 y 3500m, por lo general en ambientes moderadamente perturbados, como bosques secundarios, relictos de bosque andino y bordes de bosques. Juglans neotropica fue categorizada como en EN, debido a que el 52% de sus poblaciones han enfrentado un proceso intensivo de explotación de madera, y por lo tanto, de disminución poblacional. Por medio de la resolución 0316 de 1974 el INDERENA estableció la veda indefinida para toda clase de uso o aprovechamiento de las poblaciones silvestres de Nogal en Colombia (Cárdenas & Salinas, 2006).

Por otro lado la especie *Quercus humboldtii* (Cedro o Roble) se encuentra reportada en la categoría nacional como Vulnerable (VU), y es casi exclusiva de Colombia, distribuida en áreas montañosas, entre los 1000 y 3600 m.s.n.m. A pesar de su amplia distribución se encuentra en un grado avanzado de amenaza debido a la extracción maderera, casi el 42% de sus poblaciones

han sufrido un intenso proceso de disminución, por ello *Quercus humboldtii* entra a la categoría Vulnerable (VU A2cd) (Cárdenas & Salinas, 2006).

Según Cárdenas y Salinas (2006), por medio de la resolución 0316 de 1074 el INDERENA estableció la veda indefinida para toda clase de uso o aprovechamiento de las poblaciones silvestres de *Quercus humboldtii* en todo el territorio nacional, a excepción de los departamentos de Antioquia, Cauca y Nariño, donde autorizó cualquier aprovechamiento que no implicara la obtención de carbón, leña o pulpa.

En cuanto al patrón de abundancia, la vegetación del bh-PM mostró un comportamiento característico del Bosque Húmedo Premontano donde las especies de la familia Rubiaceae, Bignoniaceae y Myrsinaceae son las más abundantes, destacando a las especies *Palicourea amethystina, Palicourea angustifolia, Palicourea sp1* y *Palicourea sp2.*

Se encontró además que las especies más abundantes fueron *Handroanthus chrysanthus* (53), *Palicourea sp1* (38), *Myrcia sp*. (21), *Ficus sp*. (21) y *Palicourea amethystina* (21) (*Tabla 341*)

Tabla 341. *Riqueza y Abundancia de la Flora Presente en el Bosque Húmedo Premo (bh-PM)*

Nombre Científico	Familia	Abundancia	Abundancia Relativa
Anthurium sanguineum Engl.	Araceae	3	0,012
Wedelia stuebelii Hieron.	Asteraceae	3	0,012
Capparis amplissima Lam.	Capparaceae	3	0,012
Chusquea uniflora Steud.	Poaceae	9	0,037
Quercus humboldtii Kotschy ex A. DC.	Fagaceae	4	0,016
Juglans neotropica Diels	Juglandaceae	1	0,004
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	Bignoniaceae	53	0,216
Lafoensia speciosa (Kunth) DC.	Lythraceae	5	0,020
Cybianthus sp.	Myrsinaceae	10	0,041
Myrcia sp.		21	0,086
Clavija sp.	Theophrastaceae	14	0,057
Ficus sp.	Moraceae	21	0,086
Palicourea amethystina (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	21	0,086
Palicourea angustifolia Kunth.		6	0,024
Palicourea sp1		38	0,155
Palicourea sp.2		4	0,016
Cupania guatemalensis (Turcz.) Radlk.	Sapindaceae	1	0,004

Nombre Científico	Familia	Abundancia	Abundancia Relativa
Solanum grandiflorum Ruiz & Pav.	Solanaceae	14	0,057
Clusia multiflora Kunth	Clusiaceae	3	0,012
Freziera candicans Tul.	Theaceae	7	0,029
Pourouma bicolor Mart.	Cecropiaceae	4	0,016
Riqueza = 21		245	1,0

En la *Tabla 342* observa los registros de algunas variables fitosociológicas combinadas descritas para el Bosque Húmedo Premontano (bh-PM), encontrándose que las especies con mayor densidad relativa corresponde a *Handroanthus chrysanthus* (21,6) y *Palicourea sp1* (15,5).





Fotografía 55. *Toma de datos fitosociológicos en campo en el bh-PM*

En cuanto al DAP las especies de mayor valor fueron *Capparis amplissima* (90,5), *Clusia multiflora* (23,2), *Solanum grandiflorum* (10,6) y *Chusquea uniflora* (10,1).

Tabla 342. *Variables Fitosociológicas de las Especies Encontradas en el Bosque Húmedo Premontano (bh-PM)*

Nombre Científico	Densidad	Densidad Relativa	DAP	Área Basal	Área Basal Relativa
Anthurium sanguineum Engl.	0,010	1,2	1,2	1,1	0,02
Wedelia stuebelii Hieron.	0,010	1,2	1,7	2,3	0,03
Capparis amplissima Lam.	0,010	1,2	90,5	6429,3	88,54
Chusquea uniflora Steud.	0,030	3,7	10,1	80,1	1,10
Quercus humboldtii Kotschy ex A. DC.	0,013	1,6	1	0,8	0,01

Nombre Científico	Densidad	Densidad Relativa	DAP	Área Basal	Área Basal Relativa
Juglans neotropica Diels	0,003	0,4	5,1	20,4	0,28
Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose	0,177	21,6	3,9	11,9	0,16
Lafoensia speciosa (Kunth) DC.	0,017	2,0	0,8	0,5	0,01
Cybianthus sp.	0,033	4,1	4,3	14,5	0,20
Myrcia sp.	0,070	8,6	9,7	73,9	1,02
Clavija sp.	0,047	5,7	3,8	11,3	0,16
Ficus sp.	0,070	8,6	4,4	15,2	0,21
Palicourea amethystina (Ruiz & Pav.) DC.	0,070	8,6	4,1	13,2	0,18
Palicourea angustifolia Kunth.	0,020	2,4	2,2	3,8	0,05
Palicourea sp1	0,127	15,5	5,8	26,4	0,36
Palicourea sp.2	0,013	1,6	5,3	22,1	0,30
Cupania guatemalensis (Turcz.) Radlk.	0,003	0,4	1,6	2,0	0,03
Solanum grandiflorum Ruiz & Pav.	0,047	5,7	10,6	88,2	1,21
Clusia multiflora Kunth	0,010	1,2	23,2	422,5	5,82
Freziera candicans Tul.	0,023	2,9	5	19,6	0,27
Pourouma bicolor Mart.	0,013	1,6	1,6	2,0	0,03
	0,817	100		7261,2	100

2.2.12.5.2. Fauna

Aves

- Riqueza

En esta investigación durante las observaciones y las encuestas aplicadas a la población local que habita la zona de vida de Bosque Húmedo Premontano, se registra que la avifauna está estructurada en 10 órdenes, 22 familias y 50 especies.

El orden más representativo en cuanto a porcentaje de familias fue Passeriformes con el 55% representado en 12 familias y 23 especies. Dentro de este orden se encuentran las aves de percha o canoras, y se destaca por su abundancia a nivel global. El orden Passeriformes es seguido por Apodiformes representado por el 16% correspondiente a una familia (Trochilidae) y 8 especies, a este orden pertenecen los colibríes y vencejos (*Tabla 343*).

Tabla 343. *Ordenes, Familias y Especies de Aves de la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM)*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	%Especies
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo magnirostris*	4%	4%
		Rupornis magnirostris		
Apodiformes	Trochilidae	*Adelomyia melanogenys*	16%	16%
		Aglaiocercus coelestis		
		Aglaiocercus kingi		
		Amazilia franciae		
		Amazilia saucerrottei		
		Amazilia tzacatl		
		Chlorostilbon mellisugus		
		Colibri thalassinus		
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas fasciata*	8%	8%
		Columbina talpacoti		
		Leptotila verreauxi		
		Zenaida auriculata		
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	4%	4%
		Crotophaga ani		
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	4%	4%
		Milvago chimachima		
Galliformes	Cracidae	*Chamaepetes goudotii*	4%	4%
		Penelope montagnii		
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	46%	2%
	Emberizidae	*Arremon brunneinucha*		4%
		Zonotrichia capensis		
	Fringillidae	*Sporagra xanthogastra*		2%
	Grallariidae	*Grallaria ruficapilla*		2%
	Icteridae	*Icterus chrysater*		2%
	Mimidae	*Mimus gilvus*		2%
	Parulidae	*Dendroica fusca*		4%
		Dendroica petechia		
	Rhinocryptidae	*Scytalopus unicolor*		2%
	Thraupidae	*Tangara gyrola*		10%
		Tangara vassorii		
		Tangara vitriolina		
		Tangara xanthocephala		
		Thraupis episcopus		
	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*		2%

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	%Especies
	Turdidae	*Platycichla leucops*		4%
		Turdus fuscater		
	Tyrannidae	*Elaenia frantzii*		10%
		Elaenia pallatangae		
		Myiodynastes chrysocephalus		
		Pitangus sulphuratus		
		Pyrocephalus rubinus		
Piciformes	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	4%	4%
		Piculus sp.		
Psittaciformes	Psittacidae	*Aratinga wagleri*	4%	4%
		Leptosittaca branickii		
Strigiformes	Strigidae	*Ciccaba virgata*	4%	4%
		Megascops choliba		
	Tytonidae	*Tyto alba*	2%	2%
Total Órdenes		10	100%	100%
Total Familias		22		
Total Especies		50		

La familia más representativa fue Trochilidae que agrupa el 16% del total de aves de la zona de bh-PM, con 8 especies: *Adelomyia melanogenys* (colibrí), *Aglaiocercus coelestis*, *Aglaiocercus kingi*, *Amazilia franciae, Amazilia saucerrottei, Amazilia tzacatl, Chlorostilbon mellisugus* y *Colibri thalassinus*. Le sigue la familia Thraupidae y Tyrannidae con 6 especies representado el 10% cada una.

- Gremios Tróficos

El Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) que presenta un estado de regeneración al encontrarse en proceso de sucesión, esto permite ofrecer a la avifauna el alimento para mantener su flexibilidad en su dieta, especialmente a las aves frugívoras, nectarívoras e insectívoras.

La avifauna representada por la familia Trochilidae (Apodiformes) se caracteriza por ser especies de plumaje brillante y colorido, se caracterizan además por incluir especies en su mayoría nectarívoras, que habitan en selvas húmedas y bordes en las montañas. Algunas especies del orden Apodiformes complementan su dieta con insectos.

La familia Thraupide se destaca por incluir en su dieta principalmente frutos ornitocoros (frutos de pequeño tamaño, carnosos, con grandes cantidades de pequeñas semillas). Por su parte, las especies pertenecientes al orden Passeriformes basan su dieta en el consumo de insectos y ocasionalmente incluyen otro tipo de alimento como anfibios, mamíferos pequeños, peces, frutos o semillas. Son mayormente considerados insectívoros - frugívoros.

- Sensibilidad

Teniendo en cuenta la información reportada en el presente año por la IUCN, del total de las especies potenciales, el 98% de estas se encuentra catalogadas como LC (Low Concern o Preocupación Menor), mientras que el 2% están ubicadas en la categoría VU (Vulnerable) (*Figura 179*) (*Tabla 344*)

Tabla 344. *Especies de Aves Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo magnirostris*	LC
		Rupornis magnirostris	LC
Apodiformes	Trochilidae	*Adelomyia melanogenys*	LC
		Aglaiocercus coelestis	LC
		Aglaiocercus kingi	LC
		Amazilia franciae	LC
		Amazilia saucerrottei	LC
		Amazilia tzacatl	LC
		Chlorostilbon mellisugus	LC
		Colibri thalassinus	LC
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas fasciata*	LC
		Columbina talpacoti	LC
		Leptotila verreauxi	LC
		Zenaida auriculata	LC
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	LC
		Crotophaga ani	LC
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	LC
		Milvago chimachima	LC
Galliformes	Cracidae	*Chamaepetes goudotii*	LC
		Penelope montagnii	LC
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	LC
	Emberizidae	*Arremon brunneinucha*	LC
		Zonotrichia capensis	LC

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
	Grallariidae	*Grallaria ruficapilla*	LC
	Icteridae	*Icterus chrysater*	LC
	Mimidae	*Mimus gilvus*	LC
	Rhinocryptidae	*Scytalopus unicolor*	LC
	Thraupidae	*Tangara gyrola*	LC
		Tangara vassorii	LC
		Tangara vitriolina	LC
	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	LC
		Turdus fuscater	LC
	Tyrannidae	*Elaenia frantzii*	LC
		Elaenia pallatangae	LC
		Myiodynastes chrysocephalus	LC
		Pitangus sulphuratus	LC
		Pyrocephalus rubinus	LC
Piciformes	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	LC
		Leptosittaca branickii	VU
Strigiformes	Strigidae	*Ciccaba virgata*	LC
		Megascops choliba	LC
	Tytonidae	*Tyto alba*	LC

Cabe destacar el caso de *Leptosittaca branickii*, catalogada como una especie Vulnerable. Por otro lado, algunas de las especies catalogadas como en Preocupación Menor (LC) son: *Adelomyia melanogenys, Amazilia tzacatl, Colibri thalassinus, Leptotila verreauxi, Falco sparverius, Cyanocorax yncas, Grallaria ruficapilla, Icterus chrysater, Tangara gyrola, Tangara vitriolina, Turdus fuscater, Megascops choliba, Tyto alba*, entre otras.

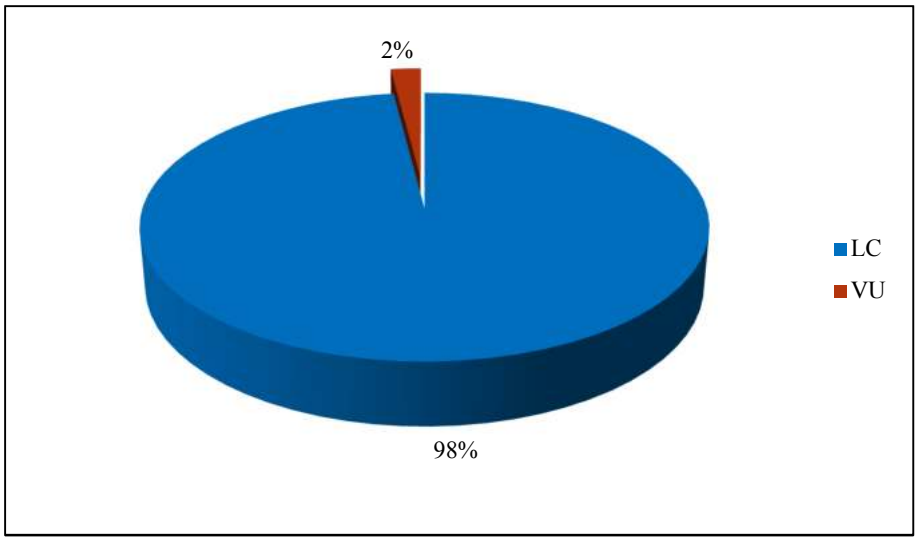


Figura 179. *Distribución Porcentual de las Especies de Aves Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Mamíferos

- Riqueza

Los mamíferos que se reportan en esta investigación en la Zona de Vida de Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) están distribuidos en 7 órdenes y 11 familias donde se organizan 19 especies. Dentro de los órdenes más representativos se encuentran Rodentia con 4 familias (42%) y 8 especies, y Chiroptera (murciélagos) con 2 familias (21%) y 3 especies (*Artibeus glaucus, Carollia brevicauda y Phyllostomus discolor*) (*Tabla 345*).

En diversidad de especies se destacan las familias Sciuridae con 4 especies y la familia Phyllostomidae con 3 especies.

Tabla 345. *Ordenes, Familias y Especies de Mamíferos de la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM)*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	%Especies
Arctiodactyla	Cervidae	Marzama zetta	11%	11%
		Mazama americana		
Carnivora	Canidae	Lycalopex culpaeus	5%	5%
Chiroptera	Phyllostomidae	Artibeus glaucus	21%	16%
		Carollia brevicauda		
		Phyllostomus discolor		
	Molossidae	Molossus molossus		5%
Cingulata	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	5%	5%
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis albiventris	11%	11%
		Didelphis marsupialis		
Rodentia	Sciuridae	Microsciurus sp.	42%	21%
		Microsciurus alfari		
		Sciurus granatensis		
		Thomasomys aureus		
	Cuniculidae	Cuniculus taczanowskii		5%
	Caenolestidae	Caenolestes fuliginosus		5%
	Muridae	Microryzomys minutus		11%
		Mus musculus		
Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus brasiliensis	5%	5%
Total Órdenes		7	100%	100%
Total Familias		11		
Total Especies		19		

- Gremios Tróficos

Según los resultados obtenidos en cuanto a los mamíferos registrados en el Bosque Húmedo Premontano (bh-PM), las especies Dasypus novemcinctus y Didelphis marsupialis se caracterizan por llevar una dieta omnívora, D. novemcinctus es principalmente insectívoro. Por su otro lado, se considera especialmente frugívoro a *Dasyprocta punctata*, mientras que, *Sylvilagus brasiliensis* complementa esta dieta con algunas hierbas.



Fotografía 56. *Cuevas de Dasypus novemcinctus (armadillo) - Reserva Natural Alto Dalmacia (Los Pinos – San Lorenzo)*

- Sensibilidad

Teniendo en cuenta a los mamíferos potenciales y al registro actualizado de la IUCN, se encontró que el 87% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o Preocupación Menor), mientras que el 7% se ubican en la categoría NT (Near Threatened o Casi Amenazado), mientras que el 7% representa a la especie que se ubica tanto en LC como en CITES III (*Figura 180*)

Se destaca el caso de *Cuniculus taczanowskii* que se encuentra en la categoría NT (Casi Amenazado), por su parte *Lycalopex culpaeus* (Puma concolor) se ubica en la categoría LC y también en CITES Apéndice III (*Tabla 346*)

Tabla 346. *Especies de Mamíferos Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Carnivora	Canidae	Lycalopex culpaeus	LC – CITES II*
		Carollia brevicauda	LC
		Phyllostomus discolor	LC
	Molossidae	Molossus molossus	LC
Cingulata	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	LC
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis albiventris	LC
		Didelphis marsupialis	LC
		Microsciurus alfari	LC
		Sciurus granatensis	LC
		Thomasomys aureus	LC
	Cuniculidae	Cuniculus taczanowskii	NT
	Caenolestidae	Caenolestes fuliginosus	LC
	Muridae	Microryzomys minutus	LC
		Mus musculus	LC
Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus brasiliensis	LC

Fuente: Categoría CITES Apéndice III

Entre las especies que se encuentran en la categoría LC están *Carollia brevicauda, Dasypus novemcinctus, Didelphis albiventris, Microsciurus alfari, Sciurus granatensis, Microryzomys minutus,* entre otras.

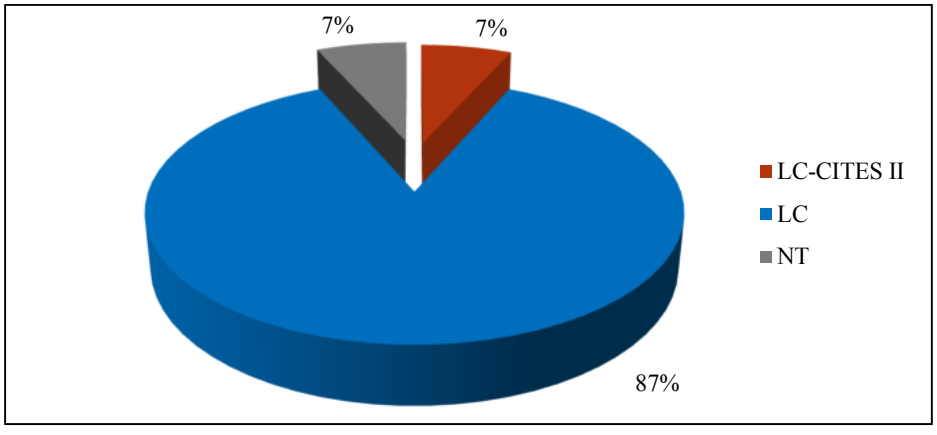


Figura 180. Distribución Porcentual de las especies de Mamíferos Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017

Anfibios

- Riqueza

En el bh-PM se registró 1 orden, Anura, representado en 3 familias las cuales son Hemiphractidae, Craugastoridae y Bufonidae, y 5 especies (*Tabla 347*).

La familia más representativa fue Craugastoridae con el 60% del total de especies (*Hypodactylus brunneus, Pristimantis achatinus y Pristimantis lanthanites*). Por su parte, las familias Hemiphractidae y Bufonidae están representadas por 1 especie, que equivale al 20% cada una.

Tabla 347. *Ordenes, Familias y Especies de Anfibios de la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM)*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	%Especies
Anura	Hemiphractidae	Gastrotheca argenteovirens	100%	20%
	Craugastoridae	Hypodactylus brunneus		60%
		Pristimantis achatinus		
		Pristimantis lanthanites		
	Bufonidae	Rhinella marina		20%
Total Órdenes		1	100%	100%
Total Familias		3		
Total Especies		5		

- Sensibilidad

Teniendo en cuenta los anfibios potenciales registrados en bh-PM y según la IUCN, se encontró que el 80% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o Preocupación Menor), mientras que el 20% se ubican en la categoría EN (Endangered o En Peligro) (*Figura 181*).

Tabla 348. *Especies de Anfibios Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Anura	Hemiphractidae	Gastrotheca argenteovirens	LC
	Craugastoridae	Hypodactylus brunneus	EN
		Pristimantis achatinus	LC
		Pristimantis lanthanites	LC
	Bufonidae	Rhinella marina	LC

Se destaca el caso particular de *Hypodactylus brunneus*, que se ha catalogado como En Peligro de extinción, esta especie se distribuye en Colombia en los Bosques andinos y Páramos del macizo central (*Tabla 348*)

Entre las especies que se encuentran en la categoría LC están *Gastrotheca argenteovirens, Pristimantis achatinus, Pristimantis lanthanites* y *Rhinella marina*.

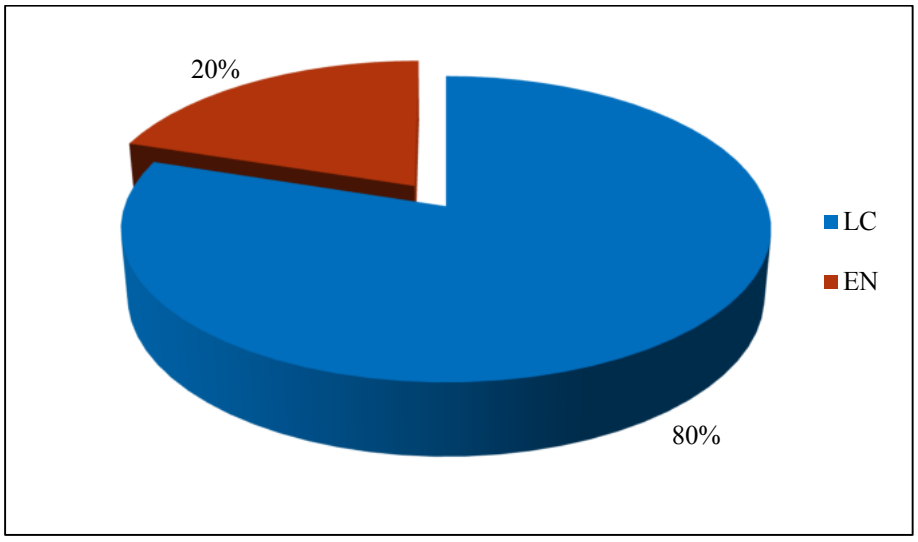


Figura 181. *Distribución Porcentual de las Especies de Anfibios Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Reptiles

- Riqueza

En la Zona de Vida de Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) se registró la presencia de 1 orden (Squamata) en el cual se ubican 4 familias y 5 especies de reptiles. La familia más representativa es Tropiduridae en el cual se ubican 2 familias (*Stenocercus cff angel* y *Atractus sp.*). Esta familia representa al 40% del total de reptiles encontrados. Por otro lado, las familias Corytophanidae, Colubridae y Teiidae están representados por 1 especie que equivale al 20% cada una (*Tabla 349*).

Tabla 349. *Ordenes, Familias y Especies de Reptiles de la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM)*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	%Especies
Squamata	Tropiduridae	Stenocercus cff angel	100%	40%
		Atractus sp.		
	Corytophanidae	Basiliscus galeritus		20%
	Colubridae	Drymarchon melanurus		20%
	Teiidae	Cnemidophorus lemniscatus		20%
Total Órdenes		1	100%	100%
Total Familias		4		
Total Especies		5		

- Sensibilidad

De acuerdo la información registrada en la presente investigación, los reptiles potenciales que se encuentran en una categoría, según la IUCN, corresponden a 2 especies. El 50% se encontró que está catalogado como LC (Low Concern o Preocupación Menor), mientras que el restante 50% se ubica en la categoría NT (Near Threattened o Casi Amenazado) (Figura 182).

Tabla 350. *Especies de Reptiles Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Squamata	Tropiduridae	Stenocercus cff angel	NT
	Colubridae	Drymarchon melanurus	LC

Según lo anterior, *Drymarchon melanurus* está catalogada como una especie LC o en Preocupación Menor, mientras que Stenocercus cff angel se encuentra en NT o Casi Amenazada (*Tabla 350*)

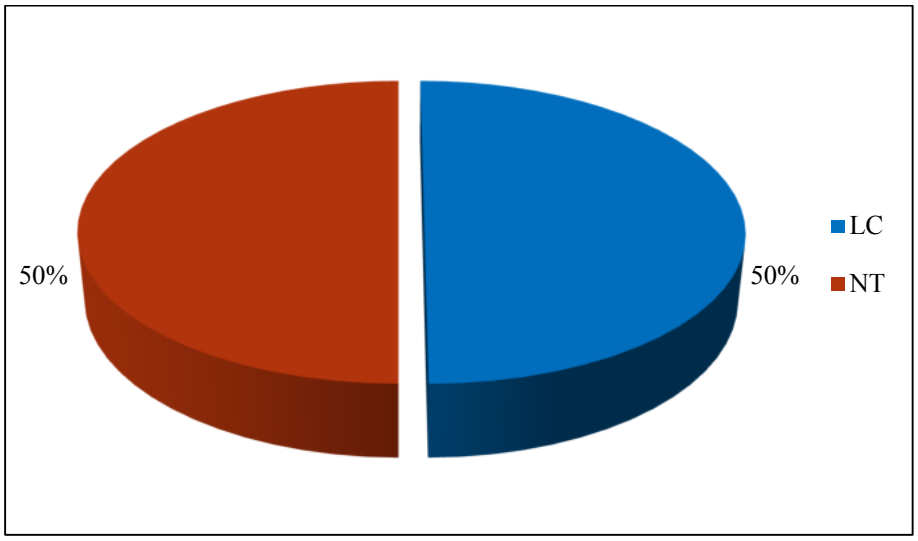


Figura 182. Distribución Porcentual de las Especies de Reptiles Presentes en Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017

- Temporalidad

En el Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) existe una alta disponibilidad de recursos que están disponibles durante todo el año, esto permite que la permanencia de las especies silvestres de aves, mamíferos, anfibios y reptiles en un lugar o hábitat determinado, obedezca a factores importantes y vitales como la disponibilidad de recursos alimenticios, espacio para percha y descanso, lugares para la reproducción.

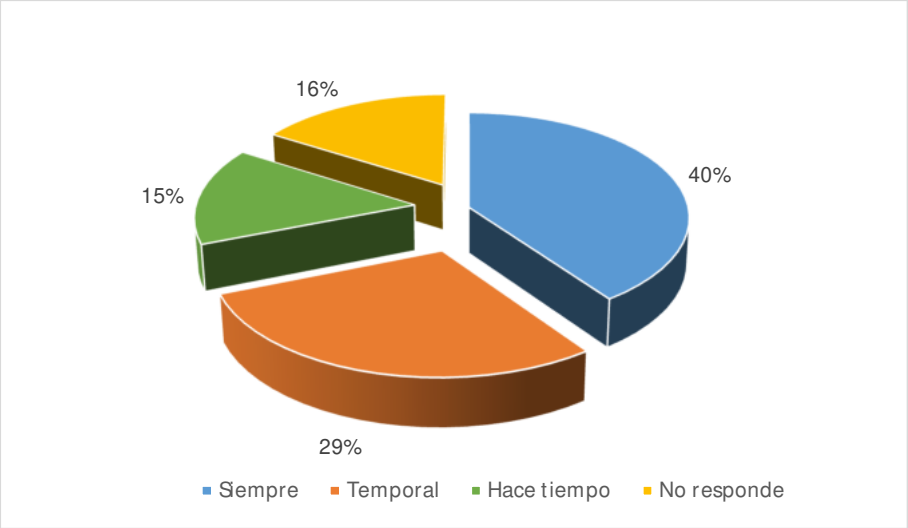


Figura 183. *Especies de Fauna Observados por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) de acuerdo con la Temporalidad*

Como se representa en la *Figura 183*, la fauna silvestre presente en el bh-PM en un 40% se puede observar durante todo el año (Siempre), según la información suministrada por la población local. Por otro lado, el 29% lo hace por temporadas (Temporal), por ejemplo, cuando la vegetación se encuentra en diferentes estados fenológicos como floración o fructificación. La población local además manifestó que ha disminuido el avistamiento de fauna silvestre, puesto que las coberturas vegetales de la zona han disminuido a causa de la ampliación de la frontera agropecuaria, la tala indiscriminada y descontrolada, la introducción de especies exóticas e invasoras, la implementación de cultivos de especies frutales y a causa de la variabilidad y cambio climático. El 16% de la población manifestó que muchas especies se observan ocasionalmente y otras ya no se ven por la zona.

- Abundancia

De acuerdo con la información proporcionada por la población local, la fauna silvestre se ha visto afectada en gran parte por la deforestación y otras actividades de carácter antrópico, lo cual ha provocado la directa e indirecta degradación de los ecosistemas, en este caso del bh-PM.

Como se representa en la *Figura 184* el 36% de la población manifestó que en la zona de Bosque Húmedo Premontano se observa, en la actualidad, abundancia fauna silvestre, sobre todo en las áreas que aún se conservan, como es el caso de la Reserva Natural Alto Dalmacia, que presenta

bosque primario intervenido. Sin embargo, en las áreas de cultivo o con algún grado de intervención antrópica, el 15% de la población manifiesta que se observa disminicion fauna silvestre.

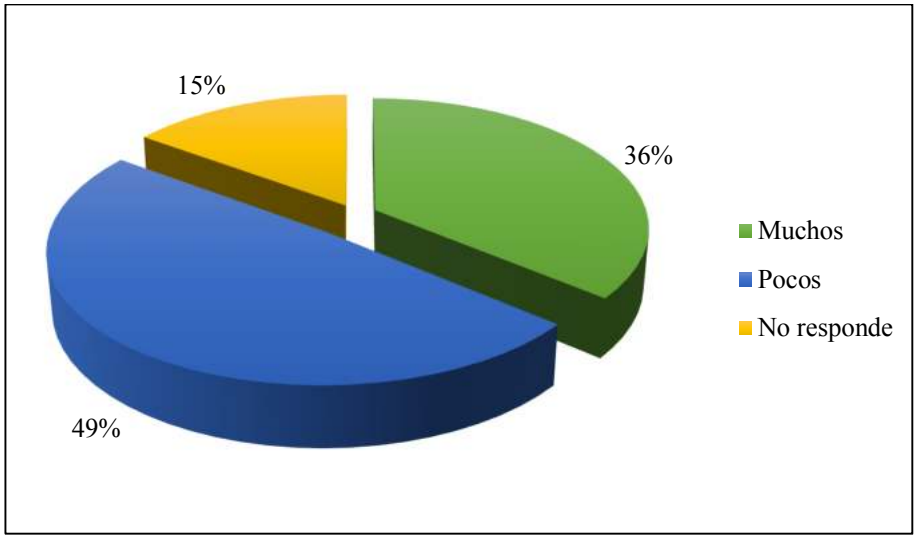


Figura 184. *Especies de Fauna observados por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) de acuerdo con la Abundancia*

- Aprecio/Uso

Con respecto a la información brindada por la población local mediante la aplicación de encuestas semiestructuradas en el bh-PM de la cuenca del río Mayo, se encontró que frente al Aprecio/Uso de la fauna silvestre, el 75% no respondió al respecto, mientras que el 15% manifestó no usar la fauna silvestre. Por otro lado el 10% respondió que la fauna silvestre tiene Algún uso, entre ellos está el uso como alimento o medicina haciendo uso de todo el animal o alguna de sus partes, y como mascota (*Figura 185*).

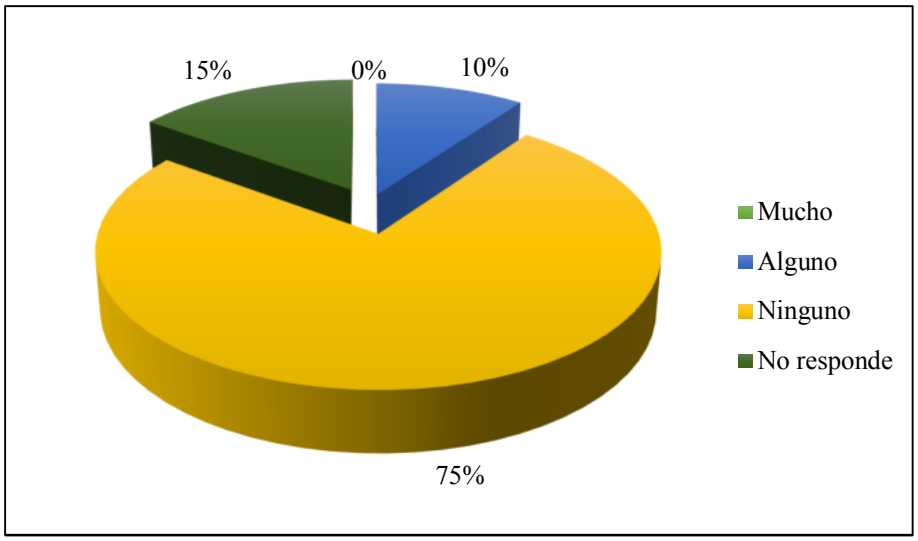


Figura 185. *Especies de Fauna Observadas por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) de Acuerdo al Aprecio/Uso*

La mayoría de las materias primas medicinales registradas en los estudios que abordan el eso de especies de la fauna, proceden de animales silvestres. Según Nóbrega- Alves (2009), la Organización Mundial de la Salud reconoce, en las prácticas tradicionales de curación que usan productos de la biodiversidad, un importante instrumento para el desarrollo de nuevos productos farmacéuticos para el combate de enfermedades en poblaciones en desarrollo.

- Afectación

Partiendo la de información suministrada por la población local, hay diferentes grados de afectación que puede ocasionar la fauna silvestre, como Intencional, Accidental, Casual o Ninguna. Aproximadamente el 75% de la población menciona que la fauna silvestre ocasiona una afectación casual, por ejemplo, a los cultivos que han limitado el flujo natural de la fauna silvestre. El 10% de la población manifestó que la afectación es intencional, puesto que los animales en su necesidad de conseguir alimento invaden los cultivos y casas (*Figura 186*). Hay especies como reptiles y roedores que invaden los predios de la población local, lo que conlleva a que sean exterminados con trampas o veneno.

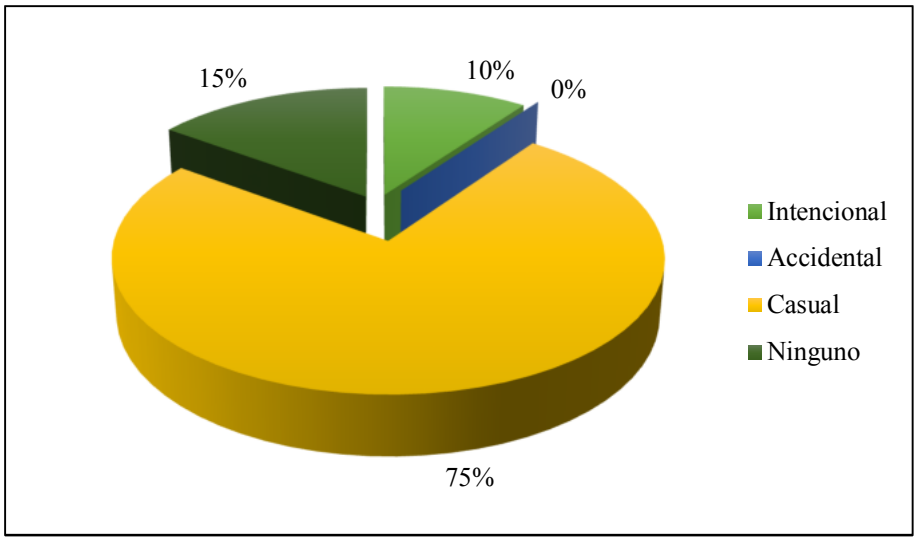


Figura 186. *Especies de Fauna Observadas por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM) de acuerdo a la Afectación*

2.2.12.6. Bosque Muy Seco Tropical (bms-T). Los municipios del departamento de Nariño que se localizan en la Zona de Vida de Bosque Muy Seco tropical (bms-T) y de los cuales hace parte la cuenca hidrográfica del río Mayo son: San Lorenzo y Taminango, y en el departamento de Cauca, el municipio de Mercaderes (*Figura 187*).

El bms-T se presenta en zonas abiertas a la influencia de los vientos alisios (costa Atlántica y en algunas cuencas del interior del país). En el sur se presenta en la meseta de Mercaderes cruzada a lo largo del río Patía, en lo cañones de los ríos Guáitara y Juanambú; al interior del país se presenta debido a que las cordilleras impiden el paso de corrientes de aire húmedo, permitiendo la formación de enclaves xerofíticos y subxerofíticos (Espinal & Montenegro, 1963).

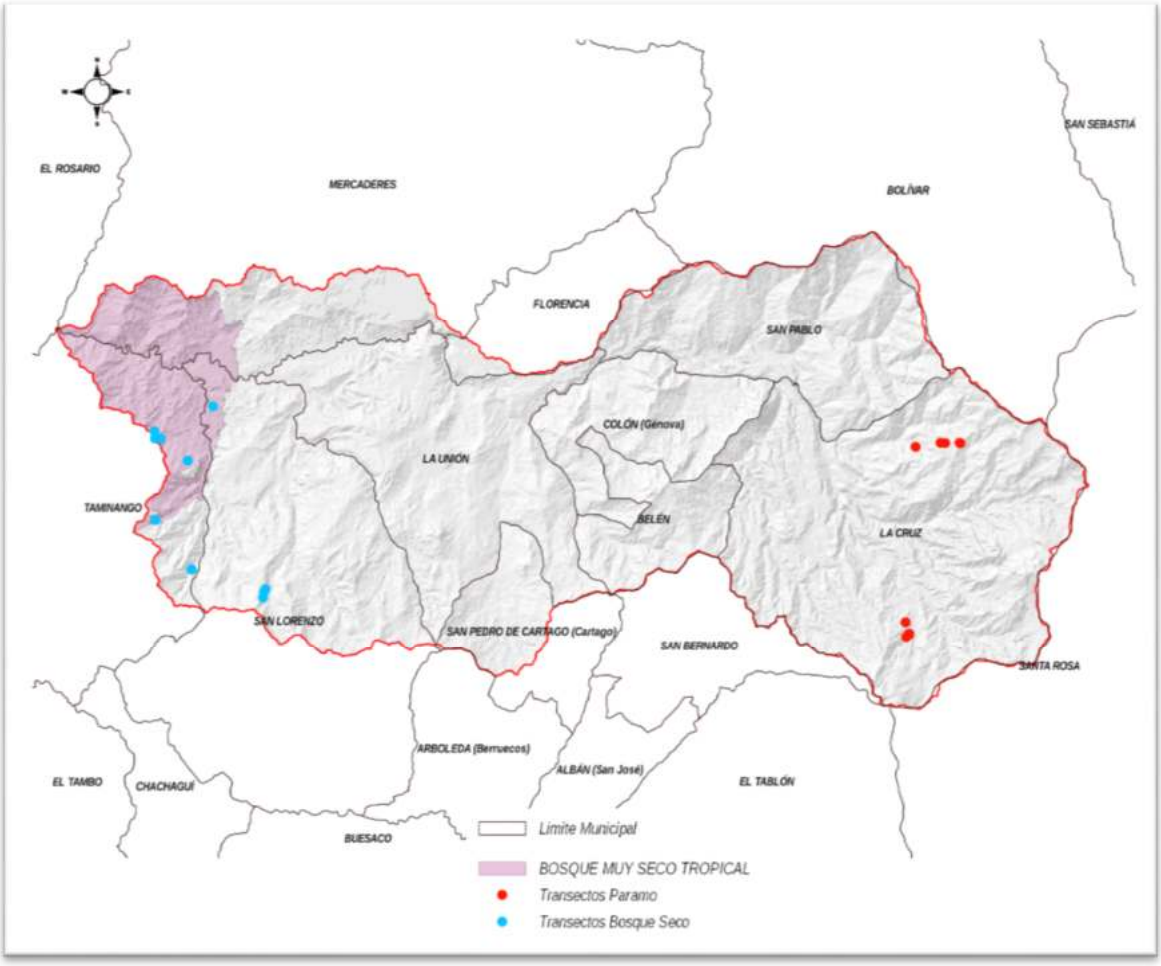


Figura 187. *Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo.*

Delgado et al (2007) muestran las características biogeográficas de Nariño en el Plan de Acción en Biodiversidad 2006-2030, donde la provincia biogeográfica Norandina o Complejo Ecorregional Andes del Norte del cual hace parte el Macizo Colombiano (vertientes interandinas), presentan clima cálido seco (enclave del Patía), templado y frío, de relieve fuertemente escarpado, formaciones de origen volcánico, influenciado por la presencia del Complejo Volcánico Doña Juana, Ánimas y Petacas), hacia la parte alta de las cuencas de los ríos Mayo y del Juanambú (Alto Patía). Según Guevara y Campos (2003), el bosque seco es una formación vegetal con una cobertura boscosa continua distribuida entre los 0 – 1000 m.s.n.m., precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales, con uno o dos periodos de sequía muy marcados.

2.2.12.6.1. Flora. Teniendo en cuenta los documentos Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Mayo (CORPONARIÑO y CONIF, 2009), el estudio realizado para la creación de un área protegida pública local en los municipios de El Peñol, El Tambo y Taminango (Bosque Seco - Subxerifíctico) (CORPONARIÑO et al, 2014), y la presente investigación, se elaboró un consolidado de las especies de flora presentes en la zona de vida de Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) (Tabla 351). Se encontró que *Gliricidia sepium y Lantana cámara* se encuentran reportadas en los tres estudios.

Las especies reportadas tanto en el estudio de Bosque Seco como en Este Estudio fueron *Acacia farnesiana, Acalypha cuspidata, Acalypha sp., Lippia alba, Mimosa albida, Sapindus saponaria, Senna obtusifolia, Sida jamaicensis* y *Sida sp*.

Tabla 351. *Composición Florística de la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T)*

N°	Nombre Científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Estudio Bosque Seco**	Este Estudio
1	*Abutilon ibarrense Kunth*			X
2	*Acacia farnesiana (L.) Willd.*		X	X
3	*Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth.*		X	
4	*Acacia sp.*		X	
5	*Acalypha cuspidata Jacq.*		X	X
6	*Acalypha diversifolia Jacq.*		X	
7	*Acalypha sp.*		X	X
8	*Croton ferrugineus Kunth*		X	
9	*Croton leptostachyus Kunth*			X
10	*Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.*	X	X	X
11	*Lantana camara L.*	X	X	X
12	*Lippia alba (Mill.) N.E. Br.*		X	X
13	*Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd.*		X	X
14	*Mimosa sp*		X	
15	*Sapindus saponaria L.*		X	X
16	*Senna hirsuta (L.) H.S. Irwin & Barneby*			X
17	*Senna obtusifolia (L.) H.S.Irwin & Barneby*		X	X
18	*Senna sp*		X	
19	*Sida jamaicensis L.*		X	X
20	*Sida rhombifolia L.*		X	
21	*Sida sp.*		X	X

N°	Nombre Científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Estudio Bosque Seco**	Este Estudio
22	*Zanthoxyllum fagara (L.) Sarg.*			X
23	*Acanthospermum hispidum*	X		
24	*Albizia carbonaria Britton*	X		
25	*Albizia saman (Jacq.) Merr.*		X	
26	*Ardisia aff. sapida Cuatr.*	X		
27	*Andropogon selloanus*	X		
28	*Aneilema sp.*	X		
29	*Anthurium sp.*	X		
30	*Barnadesia spinosa*	X		
31	*Bouteloua curtipendula*	X		
32	*Brosimum utile (H.B.K.) Oken*	X		
33	*Bulbostylis asperula*	X		
34	*Capparis amplissima Lam.*		X	
35	*Capparis sp.*	X		
36	*Clethra multiflora*	X		
37	*Clusia multiflora*	X		
38	*Cordia curassavica (Jacq.) Roem. & Schult.*		X	
39	*Cordia resinosa*	X		
40	*Coriaria ruscifolia*	X		
41	*Cyperus rotundus*	X		
42	*Cyperus sp.*	X		
43	*Cytharexylum kunthianum Moldenke*	X	X	
44	*Cytharexylum subflavescens*	X		
45	*Dichanthium aristatum*	X		
46	*Edipta sp.*	X		
47	*Eleusine indica*	X		
48	*Enterolobium cyclocarpum*	X		
49	*Eragrostis sp.*	X		
50	*Ficus glabrata H.B & K.*	X		
51	*Ficus obtusifolia Kunth*		X	
52	*Ficus sp*		X	
53	*Guazuma ulmifolia Lam.*	X	X	
54	*Hieronyma macrocarpa Müll.Arg.*	X		
55	*Lafoensia speciosa*	X		
56	*Leucaena leucocephala*	X		
57	*Miconia theazans (Bonpl.) Cogn.*	X		
58	*Myrcia sp.*	X		

N°	Nombre Científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Estudio Bosque Seco**	Este Estudio
59	*Nectandra caucana*	X		
60	*Panicum sp.*	X		
61	*Piper sp.*	X	X	
62	*Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.*	X		
63	*Pithecellobium lanceolatum*		X	
64	*Rapanea ferruginea (Ruiz & Pav.) Mez*	X		
65	*Rhynchospora nervosa*	X		
66	*Slonea zuliensis*	X		
67	*Stenotaphrum secundatum*	X		
68	*Tillandsia recurvata*	X		
69	*Tournefortia fuliginosa*	X		
70	*Toxicodendron striatum*	X		
71	*Tragus berteronianus*	X		
72	*Trichanthera gigantea*	X		
73	*Wedelia sp.*	X		
74	*Wedelia stuebelii Hieron.*		X	
75	*Abutilon ibarrense Kunth*		X	
76	*Acmella ciliata*		X	
77	*Alternanthera caracasana Kunth*		X	
78	*Annona muricata L.*		X	
79	*Arachis hypogaea L.*		X	
80	*Argemone mexicana L.*		X	
81	*Azadirachta indica A.Juss.*		X	
82	*Bromelia cf karatas L.*		X	
83	*Bursera tomentosa (Jacq.) Triana & Planch.*		X	
84	*Caesalpinia andreana Micheli*		X	
85	*Caesalpinia cassioides Willd*		X	
86	*Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw.*		X	
87	*Caesalpinia sp*		X	
88	*Calliandra pittieri Standl.*		X	
89	*Carica papaya L.*		X	
90	*Ceiba sp*		X	
91	*Citrus limón (L.) Burm. f.*		X	
92	*Cnidoscolus tubulosus (Müll.Arg.) I.M.Johnst.*		X	
93	*Cucumis dipsaceus Ehrenb. ex Spach*		X	
94	*Desmodium sp*		X	

N°	Nombre Científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Estudio Bosque Seco**	Este Estudio
95	*Echeveria sp*		X	
96	*Erythroxylum cf. jaimei Jara*		X	
97	*Euphorbia cotinifolia L.*		X	
98	*Gossipium barbadense L.*		X	
99	*Handroanthus chrysanthus (Jacq.) S.O.Grose*		X	
100	*Inga vera Willd*		X	
101	*Jatropha gossypiifolia L.*		X	
102	*Manguifera indica L.*		X	
103	*Melicoccus bijugatus Jacq.*		X	
104	*Melochia sp.*		X	
105	*Muntingia calabura L.*		X	
106	*Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.*		X	
107	*Opuntia dillenii (Ker Gawl.) Haw.*		X	
108	*Opuntia ficus-indica (L.) Mill.*		X	
109	*Orycthanthus sp*		X	
110	*Passiflora edulis Sims*		X	
111	*Paullinia sp*		X	
112	*Pavonia sepium A. St.-Hil.*		X	
113	*Peperomia sp*		X	
114	*Phaseolus vulgaris L.*		X	
115	*Pilocereus sp.*		X	
116	*Porophyllum sp*		X	
117	*Psidium guajaba L.*		X	
118	*Randia sp*		X	
119	*Ricinus communis L.*		X	
120	*Scoparia dulcis L.*		X	
121	*Solanum hazenii Britton*		X	
122	*Solanum sp*		X	
123	*Spondias mombin L.*		X	
124	*Steiractinia sp*		X	
125	*Thillandsia sp*		X	
126	*Tridax procumbens (L.) L.*		X	
127	*Urera sp*		X	
128	*Varronia acuta (Pittier) Borhidi*		X	
129	*Verbena litoralis Kunth*		X	
130	*Zanthoxylum cf. schreberi (J.F.Gmel) Reynel*		X	

N°	Nombre Científico	Fuente de Información		
		POMCA 2009*	Estudio Bosque Seco**	Este Estudio
131	*Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.*		X	

Fuente: Este Estudio 2017

*Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Mayo, 2009

**Creación de un área protegida pública local en los municipios de El Peñol, El Tambo y Taminango, del departamento de Nariño. Versión preliminar, 2014.

- Riqueza

En la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) se registraron 124 individuos que corresponden a 15 especies correspondientes a 7 familias y 5 órdenes. De las 7 familias encontradas, el 34% corresponde al orden Fabales, que agrupa 2 familias (Fabaceae y Mimosaceae), por su parte el orden Euphorbiales y Malvales agrupan cada uno al 20% de las especies (3 cada uno). Por otro lado el orden Lamiales agrupa el 12% de las familias (2) y Sapindales al 14% (2) (*Tabla 352*).

La familia Fabaceae es la más representativa con 4 especies (*Acacia farnesiana, Gliricidia sepium, Senna hirsuta* y *Senna obtusifolia*) correspondientes a 27% del total. Por otro lado la familia Euphorbiaceae que agrupa el 20% de las especies, está representada por las especies *Acalypha cuspidata, Acalypha sp.* y *Croton leptostachyus*. Le sigue la familia Malvaceae (20%) representada por las especies *Abutilon ibarrense, Sida jamaicensis* y *Sida sp.*







Fotografía 57. *Vegetación Característica del Bosque Muy seco Tropical (bms-T)*

Finalmente, las familias Mimosaceae *Mimosa albida*, Rutaceae *Zanthoxyllum fagara* y Sapindaceae *Sapindus saponaria* corresponden cada una al 7% del total reportado, con una sola especie como representación de cada una de estas familias.

Tabla 352. *Ordenes, Familias y Especies de Flora de la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T)*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	%Especies
Euphorbiales	Euphorbiaceae	*Acalypha cuspidata Jacq.*	20%	20%
		Acalypha sp		
		Croton leptostachyus Kunth		
Fabales	Fabaceae	*Acacia farnesiana (L.) Willd.*	34%	27%
		Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.		
		Senna hirsuta (L.) H.S. Irwin & Barneby		
		Senna obtusifolia (L.) H.S.Irwin & Barneby		

	Mimosaceae	*Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd.*		7%
Lamiales	Verbenaceae	*Lantana camara L.*	12%	12%
		Lippia alba (Mill.) N.E. Br.		
Malvales	Malvaceae	*Abutilon ibarrense Kunth*	20%	20%
		Sida jamaicensis L.		
		Sida sp.		
Sapindales	Rutaceae	*Zanthoxyllum fagara (L.) Sarg.*	14%	7%
	Sapindaceae	*Sapindus saponaria L.*		7%
Total Ordenes		5	100%	100%
Total Familias		7		
Total Especies		15		

En cuanto a la estructura de la flora del bms-T, se observa que el 60% de la flora está estratificada en el estrato Arbustivo y el 40% en el estrato Herbáceo (*Tabla 353*).

Entre las especies con estratificación Arbustiva están *Acalypha sp., Acacia farnesiana, Gliricidia sepium, Senna hirsuta, Senna obtusifolia, Lippia alba, Abutilon ibarrense, Sida jamaicensis* y *Sapindus saponaria.*

Por su parte, las especies con estratificación Herbácea son *Acalypha cuspidata, Croton leptostachyus, Mimosa albida, Lantana cámara, Sida sp.* y *Zanthoxyllum fagara*.

Tabla 353. *Estratificación Florística y Categoría de Amenaza – Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T)*

Nombre Científico	Escala de Estratificación	Categoría sobre el Tamaño de los Árboles según el DAP	Categoría de Amenaza (UICN) Actualizada
Acalypha cuspidata Jacq.	Herbáceo	Regeneración	.
Acalypha sp.	Arbustivo	Regeneración	.
Croton leptostachyus Kunth	Herbáceo	Regeneración	.
Acacia farnesiana (L.) Willd.	Arbustivo	Regeneración	.
Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	.
Senna hirsuta (L.) H.S. Irwin & Barneby	Arbustivo	Regeneración	.

Senna obtusifolia (L.) H.S.Irwin & Barneby	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	.
Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd.	Herbáceo	Regeneración	LC
Lantana camara L.	Herbáceo	Regeneración	.
Lippia alba (Mill.) N.E. Br.	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	.
Abutilon ibarrense Kunth	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	.
Sida jamaicensis L.	Arbustivo	Regeneración	.
Sida sp.	Herbáceo	Regeneración	.
Zanthoxyllum fagara (L.) Sarg.	Herbáceo	Regeneración	.
Sapindus saponaria L.	Arbustivo	Árboles jóvenes/estaca	.

En cuanto al tamaño de la flora según el DAP, se encontró que el 67% de las especies están categorizadas como en Regeneración, mientras que el 33% lo están en Árboles jóvenes/estaca. Según la información observada en campo, las zonas de regeneración contrastan con los procesos de sucesión.

Teniendo en cuenta el patrón de abundancia, este presentó un comportamiento característico del Bosque Seco y Bosque Muy Seco Tropical, en donde se presenta cierto grado de homogeneidad del paisaje, sin embargo se presenta un grado moderado de abundancia de las especies vegetales en la zona. Según la tabla siguiente (*Tabla 354*) la especie con mayor abundancia fue *Lippia alba* (44), seguida de *Croton leptostachyus* (16), *Senna hirsuta* (15) y *Sida jamaicensis* (10).

En contraste, especies como *Acacia farnesiana, Mimosa albida* y *Sida sp*. presentaron la menor abundancia (1).

Tabla 354. *Riqueza y Abundancia de la Flora Presente en el Bosque Muy Seco Tropical (bms-T)*

Nombre Científico	Familia	Abundancia	Abundancia Relativa
Acalypha cuspidata Jacq.	Euphorbiaceae	3	0,024
Acalypha sp		3	0,024
Croton leptostachyus Kunth		16	0,129
Acacia farnesiana (L.) Willd.	Fabaceae	1	0,008
Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.		8	0,065

Senna hirsuta (L.) H.S. Irwin & Barneby		15	0,121
Senna obtusifolia (L.) H.S.Irwin & Barneby		9	0,073
Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd.	Mimosaceae	1	0,008
Lantana camara L.	Verbenaceae	2	0,016
Lippia alba (Mill.) N.E. Br.		44	0,355
Abutilon ibarrense Kunth	Malvaceae	4	0,032
Sida jamaicensis L.		10	0,081
Sida sp.		1	0,008
Zanthoxyllum fagara (L.) Sarg.	Rutaceae	3	0,024
Sapindus saponaria L.	Sapindaceae	4	0,032
Riqueza = 15		124	1,0

En la *Tabla 355* se observa los registros de algunas variables fitosociológicas combinadas descritas para el Bosque Muy Seco Tropical (bms-T), encontrándose que las especies que presentan una mayor densidad relativa corresponden a *Lippia alba* (35,5), *Croton leptostachyus* (12,9) y *Senna hirsuta* (12,1).

Por otro lado, teniendo en cuenta el DAP, las especies que presentaron los valores más altos fueron *Gliricidia sepium* (13,9), *Sapindus saponaria* (7,9), *Senna obtusifolia* (4,5) y *Abutilon ibarrense* (4,4). En contraste a lo anterior, entre las especies con menores DAP están *Acacia farnesiana* (0,6) y *Mimosa albida* (0,6).

Tabla 355. *Variables Fitosociológicas de las Especies Encontradas en el Bosque Muy Seco Tropical (bms-T)*

Nombre Científico	Densidad	Densidad Relativa	DAP	Área Basal	Área Basal Relativa
Acalypha cuspidata Jacq.	0,015	2,4	0,8	0,5	0,2
Acalypha sp	0,015	2,4	1,4	1,5	0,6
Croton leptostachyus Kunth	0,080	12,9	1,4	1,5	0,6
Acacia farnesiana (L.) Willd.	0,005	0,8	0,6	0,3	0,1
Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.	0,040	6,5	13,9	151,7	59,1
Senna hirsuta (L.) H.S. Irwin & Barneby	0,075	12,1	2,2	3,8	1,5

Senna obtusifolia (L.) H.S.Irwin & Barneby	0,045	7,3	4,5	15,9	6,2
Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd.	0,005	0,8	0,6	0,3	0,1
Lantana camara L.	0,010	1,6	0,7	0,4	0,1
Lippia alba (Mill.) N.E. Br.	0,220	35,5	3,8	11,3	4,4
Abutilon ibarrense Kunth	0,020	3,2	4,4	15,2	5,9
Sida jamaicensis L.	0,050	8,1	2,3	4,2	1,6
Sida sp.	0,005	0,8	0,8	0,5	0,2
Zanthoxyllum fagara (L.) Sarg.	0,015	2,4	0,9	0,6	0,2
Sapindus saponaria L.	0,020	3,2	7,9	49,0	19,1
	0,620	100		256,7	100

2.2.12.6.2. Fauna

Aves

- Riqueza

Para la Zona de Vida de Bosque Muy Seco tropical (bms-T) según las observaciones realizadas sobre la avifauna, se encontró que está estructurada en 11 órdenes, 30 familias y 90 especies.

El orden más representativo es el Passeriformes con el 53% de las familias presentes, se destaca este orden por abarcar a las aves de percha o canoras, además de presentar mayor riqueza y abundancia a nivel mundial. Le sigue el orden Apodiformes (colibríes y vencejos), con un 18% y representado por 2 familias (Apodidae y Trochilidae) (*Tabla 356*)

Tabla 356. *Ordenes, Familias y Especies de Aves de la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T)*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	%Especies
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo magnirostris*	3%	3%
		Geranoaetus melanoleucus		
		Rupornis magnirostris		
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	18%	1%
	Trochilidae	*Adelomyia melanogenys*		17%
		Aglaiocercus coelestis		
		Aglaiocercus kingi		

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	%Especies
		Amazilia franciae		
		Amazilia saucerrottei		
		Amazilia tzacatl		
		Chlorostilbon mellisugus		
		Colibri delphinae		
		Colibri thalassinus		
		Calliphlox mitchellii		
		Coeligena coeligena		
		Eriocnemis mosquera		
		Hylocharis grayi		
		Lesbia nuna		
		Metallura tyrianthina		
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas fasciata*	6%	6%
		Columbina talpacoti		
		Geotrygon frenata		
		Leptotila verreauxi		
		Zenaida auriculata		
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	2%	2%
		Crotophaga ani		
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	2%	2%
		Milvago chimachima		
Galliformes	Cracidae	*Penelope montagnii*	1%	1%
Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus aureoventris*	53%	2%
		Piranga flava		
	Coerebidae	*Diglossa cyanea*		1%
	Corvidae	*Cyanocorax yncas*		1%
	Emberizidae	*Atlapetes albinucha*		4%
		Atlapetes rufinucha		
		Saltator atripennis		
		Zonotrichia capensis		
	Formicariidae	*Thamnophilus unicolor*		1%
	Fringillidae	*Euphonia cyanocephala*		2%
		Sporagra xanthogastra		
	Grallariidae	*Grallaria ruficapilla*		1%
	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*		1%
	Icteridae	*Cacicus chrysonotus*		3%
		Icterus chrysater		
		Molothrus bonariensis		
	Mimidae	*Mimus gilvus*		1%

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	%Especies
	Parulidae	*Basileuterus coronatus*		6%
		Basileuterus nigrocristatus		
		Dendroica petechia		
		Myioborus melanocephalus		
		Myioborus ornatus		
	Rhinocryptidae	*Scytalopus unicolor*		1%
	Thraupidae	*Tangara gyrola*		7%
		Tangara vassorii		
		Tangara vitriolina		
		Tangara labradorides		
		Thraupis episcopus		
		Tiaris olivaceus		
	Troglodytidae	*Thryothorus nigricapillus*		2%
		Troglodytes aedon		
	Turdidae	*Entomodestes coracinus*		7%
		Myadestes ralloides		
		Platycichla leucops		
		Turdus fuscater		
		Turdus ignobilis		
		Turdus serranus		
	Tyrannidae	*Contopus fumigatus*		11%
		Elaenia chiriquensis		
		Elaenia frantzii		
		Elaenia pallatangae		
		Myiodynastes chrysocephalus		
		Myiodynastes maculatus		
		Pitangus sulphuratus		
		Pyrocephalus rubinus		
		Todirostrum cinereum		
		Tyrannus melancholicus		
	Vireonidae	*Vireo leucophrys*		1%
Piciformes	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	7%	3%
		Piculus sp.		
		Veniliornis sp.		
	Ramphastidae	*Andigena hypoglauca*		3%
		Andigena laminirostris		
		Aulacorhynchus prasinus		

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	%Especies
Psittaciformes	Psittacidae	*Aratinga wagleri*	2%	2%
		Leptosittaca branickii		
Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	4%	3%
		Ciccaba virgata		
		Megascops choliba		
	Tytonidae	*Tyto alba*		1%
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon collaris*	1%	1%
Total Órdenes		11	100%	100%
Total Familias		30		
Total Especies		90		

La familia más representativa es Trochilidae (17%, 15 especies) donde están incluidas las especies *Adelomyia melanogenys, Aglaiocercus coelestis, Aglaiocercus kingi, Amazilia franciae, Amazilia saucerrottei, Amazilia tzacatl, Chlorostilbon mellisugus, Colibri delphinae, Colibri thalassinus, Calliphlox mitchellii, Coeligena coeligena, Eriocnemis mosquera, Hylocharis grayi, Lesbia nuna* y *Metallura tyrianthina*. En representatividad le sigue la familia Tyrannidae (11%, 10 especies) donde se ubican las especies *Contopus fumigatus, Elaenia chiriquensis, Elaenia frantzii, Elaenia pallatangae, Myiodynastes chrysocephalus, Myiodynastes maculatus, Pitangus sulphuratus, Pyrocephalus rubinus, Todirostrum cinereum* y *Tyrannus melancholicus.*

a.  b. 

c.  

d.  e. 

Fotografía 58. *Aves observadas en la Zona de Vida de Bosque Muy Seco Tropical (bms-T)*
En las fotografías: a. Coragyps atratus (Gallinazo), b. Sin identificar, c. Melopsittacus cf. undulatus (periquillas), d. Sin identificar, e. Pyrocephalus rubinus (colombianito)

Otras familias registradas están Turdidae (7%, 6 especies), Parulidae (6%, 5 especies), Columbidae (6%, 5 especies), Emberizidae (4%, 4 especies), Accipitridae (3%, 3 especies), Icteridae (3%, 3 especies), Picidae (3%, 3 especies), Ramphastidae (3%, 3 especies) y Strigidae (3%, 3 especies).

- Gremios Tróficos

En cuanto a la dieta de algunas especies de aves reportadas en el Bosque Muy Seco Tropical (bms-T), las especies pertenecientes a la familia Trochilidae consume en su gran mayoría néctar. Por otra parte las especies del orden Apodiformes se alimentan principalmente de néctar, sin embargo algunas veces complementan su dieta con insectos. Las aves del orden Passeriforme basan su dieta mayormente en el consumo de frutas e insectos (insectívoros – frugívoros).

- Sensibilidad

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN
MinAmbiente
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
FONDO DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL

Teniendo en cuenta la sensibilidad de las especies, se reporta las aves potenciales ubicadas en alguna categoría de amenaza, según la IUCN, y se encontró que el 94,9% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o Preocupación Menor), sin embargo el 1,3% se ubican en la categoría NT (Near threat o Casi Amenazado) al igual que el 1,3% en la categoría VU (Vulnerable), sin embargo dos especies comparten el 1,3% de representatividad en las categorías NT-VU-Casi endémico y LC-NT-Endémico (*Figura 188*).

Por lo anterior se destaca el caso de *Andigena laminirostris*, que es catalogada por la UICN como una especie Casi amenazada, sin embargo a nivel nacional se considera como VU, y a nivel departamental como Casi Endémica. Esta especie fue catalogada como Emblemática en el departamento de Nariño (*Tabla 357*).

Por su parte, Aulacorhynchus prasinus, es catalogada por la UICN como en Preocupación Menor, sin embargo, a nivel nacional está en la categoría NT o Casi Amenazada, y es una especie emblemática de Nariño.

Se destaca el caso de *Andigena hypoglauca*, que se cataloga como Casi Amenazadas, y *Leptosittaca branickii* (Perico paramuno) como Vulnerable y además está incluido como unan especie emblemática en el Departamento.

Tabla 357. *Especies de Aves Presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo magnirostris*	LC
		Geranoaetus melanoleucus	LC
		Rupornis magnirostris	LC
Apodiformes	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	LC
	Trochilidae	*Adelomyia melanogenys*	LC
		Aglaiocercus coelestis	LC
		Aglaiocercus kingi	LC
		Amazilia franciae	LC
		Amazilia saucerrottei	LC
		Amazilia tzacatl	LC

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
		Chlorostilbon mellisugus	LC
		Colibri delphinae	LC
		Colibri thalassinus	LC
		Calliphlox mitchellii	LC
		Coeligena coeligena	LC
		Eriocnemis mosquera	LC
		Hylocharis grayi	LC
		Lesbia nuna	LC
		Metallura tyrianthina	LC
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas fasciata*	LC
		Columbina talpacoti	LC
		Geotrygon frenata	LC
		Leptotila verreauxi	LC
		Zenaida auriculata	LC
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	LC
		Crotophaga ani	LC
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	LC
		Milvago chimachima	LC
Galliformes	Cracidae	*Penelope montagnii*	LC
Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus aureoventris*	LC
		Piranga flava	LC
	Coerebidae	*Diglossa cyanea*	LC
	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	LC
	Emberizidae	*Atlapetes albinucha*	LC
		Atlapetes rufinucha	LC
		Saltator atripennis	LC
		Zonotrichia capensis	LC
	Formicariidae	*Thamnophilus unicolor*	LC
	Fringillidae	*Euphonia cyanocephala*	LC
	Grallariidae	*Grallaria ruficapilla*	LC
	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	LC
	Icteridae	*Cacicus chrysonotus*	LC
		Icterus chrysater	LC
		Molothrus bonariensis	LC
	Mimidae	*Mimus gilvus*	LC
		Myioborus melanocephalus	LC
		Myioborus ornatus	LC
	Rhinocryptidae	*Scytalopus unicolor*	LC

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
	Thraupidae	*Tangara gyrola*	LC
		Tangara vassorii	LC
		Tangara vitriolina	LC
		Tiaris olivaceus	LC
		Troglodytes aedon	LC
	Turdidae	*Entomodestes coracinus*	LC
		Myadestes ralloides	LC
		Turdus fuscater	LC
		Turdus ignobilis	LC
		Turdus serranus	LC
	Tyrannidae	*Contopus fumigatus*	LC
		Elaenia chiriquensis	LC
		Elaenia frantzii	LC
		Elaenia pallatangae	LC
		Myiodynastes chrysocephalus	LC
		Myiodynastes maculatus	LC
		Pitangus sulphuratus	LC
		Pyrocephalus rubinus	LC
		Todirostrum cinereum	LC
		Tyrannus melancholicus	LC
	Vireonidae	*Vireo leucophrys*	LC
Piciformes	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	LC
	Ramphastidae	*Andigena hypoglauca*	NT
		Andigena laminirostris	NT
		Aulacorhynchus prasinus	LC
		Leptosittaca branickii	VU
Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	LC
		Ciccaba virgata	LC
		Megascops choliba	LC
	Tytonidae	*Tyto alba*	LC
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon collaris*	LC

Entre las especies que se encuentran en la categoría LC están *Rupornis magnirostris, Adelomyia melanogenys, Aglaiocercus kingi, Chlorostilbon mellisugus, Colibri delphinae, Coeligena coeligena, Eriocnemis mosquera, Patagioenas fasciata, Columbina talpacoti, Leptotila verreauxi, Falco sparverius, Milvago chimachima, Diglossa cyanea, Saltator atripennis, Pygochelidon cyanoleuca,* entre otras.

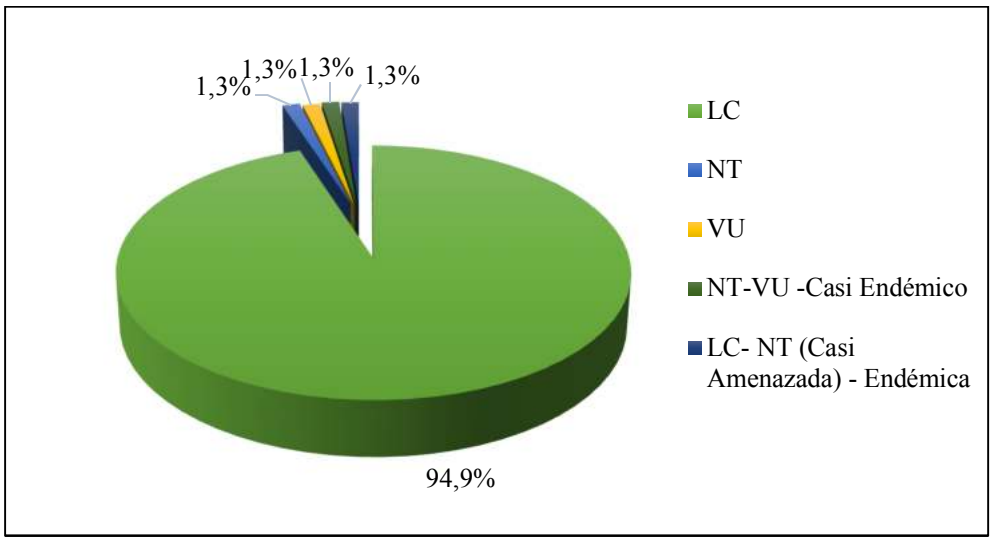


Figura 188. *Distribución Porcentual de las Especies de Aves Presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Mamíferos

- Riqueza

En el bms-T se presentan 8 órdenes en los cuales se ubican 14 familias y 26 especies de mamíferos. Los órdenes más representativos son Rodentia con 4 familias (30%) y 8 especies, seguido del orden Carnivora con 3 familias (10%) y 3 especies, y el orden Chiroptera con 2 familias (30%) y 7 especies (*Tabla 358*).

En cuanto a representatividad y diversidad se destacan las familias Phyllostomidae (24%, 6 especies), Sciuridae (18%, 5 especies), Cervidae (10%, 3 familias), Didelphidae (8%, 2 especies).

Tabla 358. *Ordenes, Familias y Especies de Mamíferos de la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T)*

Orden	Familia	*Nombre Científico*	%Familias	%Especies
Arctiodactyla	Cervidae	*Mazama americana*	10%	10%
		Marzama zetta		
		Odocoileus virginianus		
Carnivora	Canidae	*Lycalopex culpaeus*	10%	4%
	Felidae	*Leopardus tigrinus*		4%
	Procyonidae	*Nasuella olivacea*		4%
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus glaucus*	30%	24%
		Carollia brevicauda		
		Carollia perspicillata		
		Phyllostomus discolor		
		Sturnira lilium		
		Vampyrum spectrum		
	Molossidae	*Molossus*		4%
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	4%	4%
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis albiventris*	8%	8%
		Didelphis marsupialis		
Rodentia	Caenolestidae	*Cryptotis sp.*	30%	4%
	Cuniculidae	*Cuniculus taczanowskii*		4%
	Muridae	*Microryzomys minutus*		4%
	Sciuridae	*Microsciurus alfari*		18%
		Microsciurus sp.		
		Sciurus granatensis		
		Thomasomys aureus		
		Thomasomys cinereiventer		
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus brasiliensis*	4%	4%
Pilosa	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	4%	4%
Total Órdenes		8	100%	100%
Total Familias		14		
Total Especies		26		

- Gremios Tróficos

En el Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) se registra que especies como *Dasypus novemcinctus* y *Didelphis marsupialis* son omnívoras, aunque *D. novemcinctus* es principalmente insectívoro. Para el caso de las especies *Dasyprocta punctata* y *Sciurus granatensis* se los considera frugívoros, mientras que, *Sylvilagus brasiliensis* complementa esta dieta con algunas hierbas. La

especies omnívoras combinan en sus dietas carne, frutas, granos, en el caso de *Didelphis albiventris*, *Didelphis marsupialis* complementan su dieta con huevos. Los insectívoros entre los que sobresalen los murciélagos, le siguen los herbívoros (venados y danta) y los carnívoros.

- Sensibilidad

Teniendo en cuenta la sensibilidad de la mastofauna del Bosque Muy Seco Tropical (bms-T), se destacan los mamíferos potenciales que se ubican en alguna categoría de amenaza, según la IUCN y la categoría nacional, y se reporta que el 67% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o Preocupación Menor), mientras que el 14% se ubican en la categoría NT (Near threatened o Casi Amenazado). Por otro lado 5% se ubica en la categoría LC - CR (En Peligro Crítico), un 5% se ubica en la categoría LC – CITES II, el otro 5% en LC – CITES III y finalmente el 5% restante se ubica en las categorías VU (Vulnerable) y CITES II (*Figura 189*).

En la categoría NT (Casi Amenazadas) se encuentran las especies *Nasuella olivácea* y *Vampyrum spectrum*. Por otro lado en la categoría de Vulnerable y CITES II se encuentra *Leopardus tigrinus*. La especie *Lycalopex culpaeus* se ubica en la categoría LC – CITES II. Para el caso de *Tamandua mexicana*, esta especie es catalogada como en Preocupación Menor, sin embargo está incluida en la categoría CITES Apéndice II.

Entre las especies que se encuentran en la categoría LC están *Carollia perspicillata, Phyllostomus discolor, Dasypus novemcinctus, Didelphis albiventris, Didelphis marsupialis, Microryzomys minutus, Microsciurus alfari, Sciurus granatensis, Tamandua mexicana,* entre otras (Tabla 53).

Tabla 359. *Especies de Mamíferos Presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Arctiodactyla	Cervidae	Odocoileus virginianus	LC – CR (En Peligro Crítico)*
Carnivora	Canidae	Lycalopex culpaeus	LC – CITES II
	Felidae	Leopardus tigrinus	VU – CITES II
	Procyonidae	Nasuella olivacea	NT
		Carollia brevicauda	LC
		Carollia perspicillata	LC
		Phyllostomus discolor	LC

		Sturnira lilium	LC
		Vampyrum spectrum	NT
	Molossidae	Molossus molossus	LC
Cingulata	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	LC
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis albiventris	LC
		Didelphis marsupialis	LC
	Cuniculidae	Cuniculus taczanowskii	NT
	Muridae	Microryzomys minutus	LC
	Sciuridae	Microsciurus alfari	LC
		Sciurus granatensis	LC
		Thomasomys aureus	LC
		Thomasomys cinereiventer	LC
Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus brasiliensis	LC
Pilosa	Myrmecophagidae	Tamandua mexicana	LC – CITES III

*Categoría Nacional

Por su parte Odocoileus virginianus es considerada por la UICN como en Preocupación Menor, sin embargo, a nivel local se encuentra catalogada como CR o En Peligro Crítico, puesto que es cazada a lo largo de su distribución y se encuentra amenazada debido a la fragmentación que se ha causado a su hábitat, además de las enfermedades contraídas por la cacería.

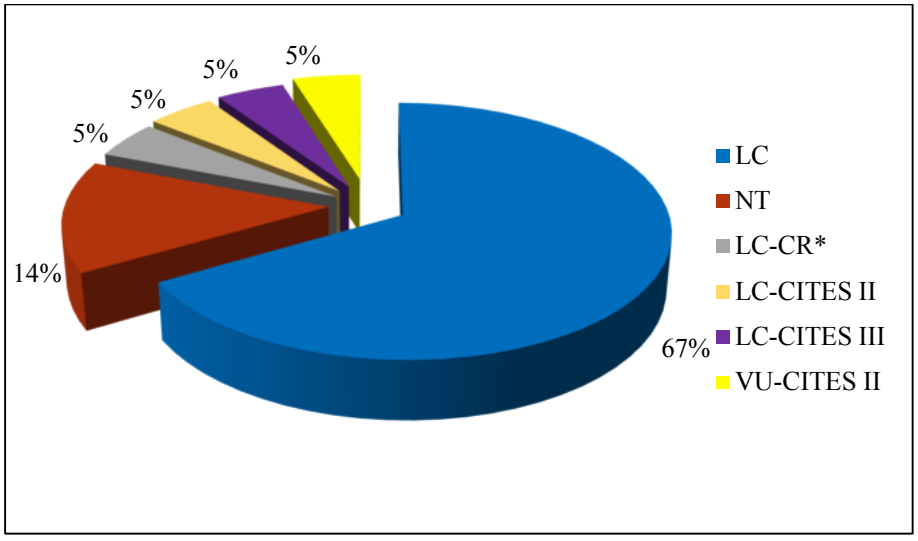


Figura 189. *Distribución Porcentual de las Especies de Mamíferos Presentes en Bosque Muy Seco tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Anfibios

- Riqueza

En el Bosque Muy Seco Tropical se registró 1 orden, 3 familias y 7 especies de anfibios. Se destaca la familia Craugastoridae como la más representativa con un 71% e incluye a 5 especies las cuales son: *Hypodactylus brunneus, Pristimantis achatinus, Pristimantis curtipes, Pristimantis lanthanites* y *Pristimantis myersi.*

Por su parte, las familias Hemiphractidae *Gastrotheca argenteovirens* y Bufonidae *Rhinella marina* están representadas por una sola especie (*Tabla 360*).

Tabla 360. *Ordenes, Familias y Especies de Anfibios de la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T)*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	%Especies
Anura	Hemiphractidae	Gastrotheca argenteovirens	100%	14%
	Craugastoridae	Hypodactylus brunneus		71%
		Pristimantis achatinus		
		Pristimantis curtipes		
		Pristimantis lanthanites		
		Pristimantis myersi		
	Bufonidae	Rhinella marina		14%
Total Órdenes	1		100%	100%
Total Familias	3			
Total Especies	7			

- Sensibilidad

Para la zona de vida de bms-T, del total de especies de anfibios potenciales, según la IUCN, se encontró que el 86% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o Preocupación Menor), mientras que el 14% se ubican en la categoría EN (Endangered o En Peligro) (*Figura 190*).

Entre las especies que se encuentran en la categoría LC están *Gastrotheca argenteovirens, Pristimantis achatinus, Pristimantis lanthanites* y *Rhinella marina* (*Tabla 361*).

Tabla 361. *Especies de Anfibios Presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Anura	Hemiphractidae	Gastrotheca argenteovirens	LC
	Craugastoridae	Hypodactylus brunneus	EN
		Pristimantis achatinus	LC
		Pristimantis curtipes	LC
		Pristimantis lanthanites	LC
		Pristimantis myersi	LC
	Bufonidae	Rhinella marina	LC

Se destaca a la especie *Hypodactylus brunneus* por encontrarse en la categoría En Peligro de extinción.

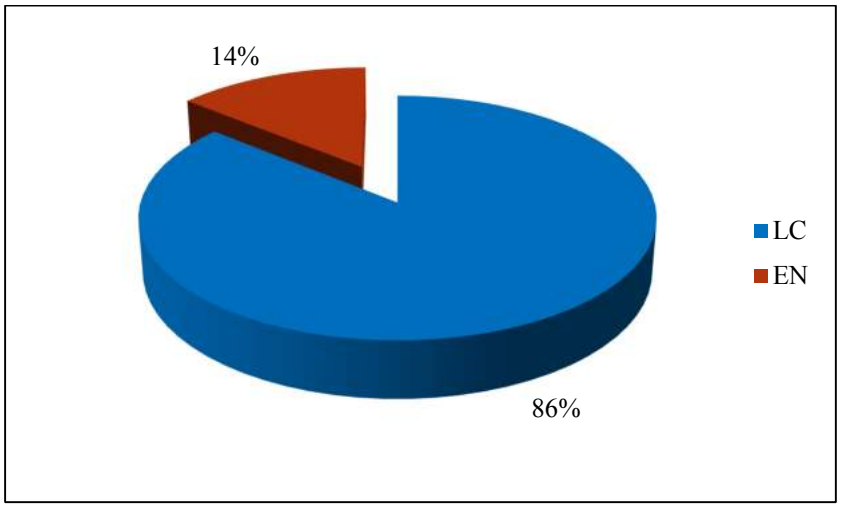


Figura 190. *Distribución Porcentual de las Especies de Anfibios Presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Reptiles

- Riqueza

Para la zona de vida bms-T, se registró que los reptiles están estructurados en 1 orden que incluye a 5 Familias y 8 especies. La familia Tropiduridae fue la más representativa con 38% e incluye a

3 especies las cuales son *Atractus sp., Erythrolamprus cff vitti* y *Stenocercus cff angel*. Le sigue la familia Gekkonidae (25%) con 2 especies: *Hemidactylus frenatus* y *Hemidactylus mabouia* (*Tabla 362*).

Tabla 362. *Ordenes, Familias y Especies de Reptiles de la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T)*

Orden	Familia	Nombre Científico	%Familias	%Especies
Squamata	Gymnophthalmidae	Cercosaura vertebralis	100%	13%
	Tropiduridae	Atractus sp.		38%
		Erythrolamprus cff vitti		
		Stenocercus cff angel		
	Teiidae	Cnemidophorus lemniscatus		13%
	Gekkonidae	Hemidactylus frenatus		25%
		Hemidactylus mabouia		
	Boidae	Boa constrictor		13%
Total Órdenes	1		100%	100%
Total Familias	5			
Total Especies	8			

- Sensibilidad

Teniendo en cuanta las especies de reptiles potenciales y según la IUCN, se encontró para el bms-T que el 50% de las especies están catalogadas como LC (Low Concern o Preocupación Menor), mientras que el 50% restante se ubica en la categoría NT (Near threatened o Casi Amenazado) (*Figura 191*)

Tabla 363. *Especies de Reptiles presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

Orden	Familia	Nombre Científico	Categoría UICN
Squamata	Tropiduridae	Stenocercus cff angel	NT
	Gekkonidae	Hemidactylus frenatus	LC

La especie que se encuentran en la categoría LC es *Hemidactylus frenatus* y en la categoría NT se tiene a la especie *Stenocercus cff angel* (*Tabla 363*).

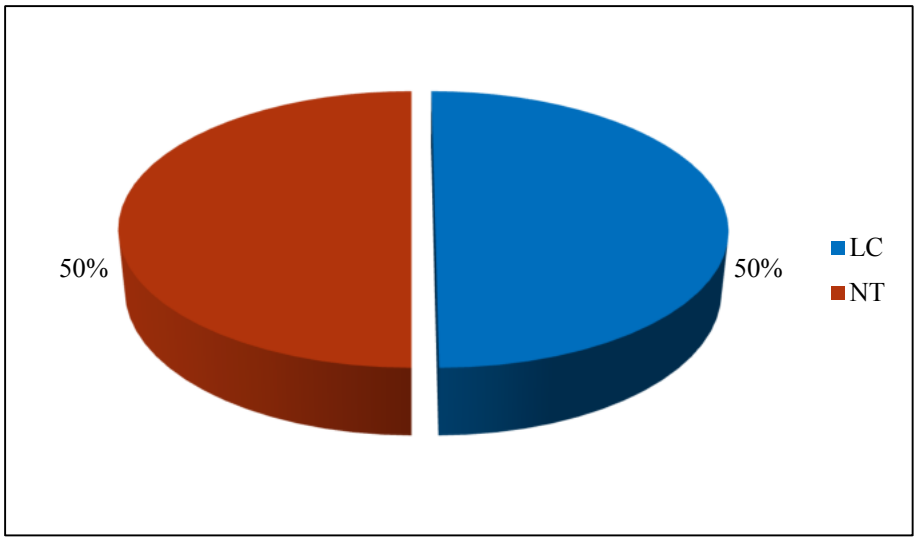


Figura 191. *Distribución Porcentual de las Especies de Anfibios Presentes en Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) Ubicadas en Alguna Categoría UICN 2017*

- Temporalidad

En el Bosque Muy Seco Tropical por sus características especiales en cuanto a paisaje, clima y biodiversidad, permite encontrar una alta disponibilidad de recursos (alimenticios, espacios de descanso y reproducción) para el estableciento y la permanencia de las especies silvestres de aves, mamíferos, anfibios y reptiles en un lugar o hábitat determinado

En la *Figura 192* se observa que la fauna silvestre presente en enta zona de vida, en un 63% se puede observar durante todo el año, mientras que 10% lo hacen por temporadas. Las poblaciones locales manifiestan que hace más de 25 años era común observar los animales silvestres, dada la disponibilidad de cobertura vegetal en la zona, sin embargo a causa de la intervención antrópica esto ha cambiado los últimos 5 años, dando un total de 7% de los reportes sea de observaciones ocasionales o que algunas especies no se vean hace mucho tiempo.

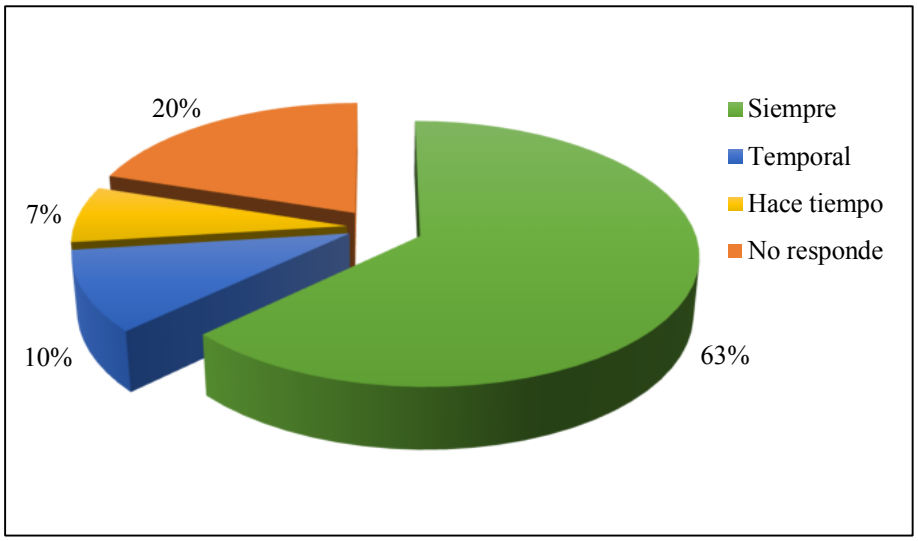


Figura 192. *Especies de Fauna Observados por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) de Acuerdo a la Temporalidad*

- Abundancia

De acuerdo con la información suministrada por la población local de la zona de vida de Bosque Muy Seco Tropical (bms-T), se encontró que la fauna silvestre se ha visto ampliamente afectada por factores como la deforestación, la actividad minera y otras actividades antrópicas que han degradado los ecosistemas y como resultado se ha afectado a la vida silvestre.

Se reporta que el 64% de la población local manifiestan que en la zona de bosque seco se puede observar muchos animales silvestres, especialmente aves, en contraste el 12% reporta que son pocos los animales silvestres que se observan y que esto sucede frecuentemente en las zonas donde se han implememtado cultivos como cultivos (maíz, fríjol, plátano, cítricos, aguacate, tomate de árbol, lulo y mora), repoblaciones forestales, implantación de pastizales, entre otros (*Figura 193*)

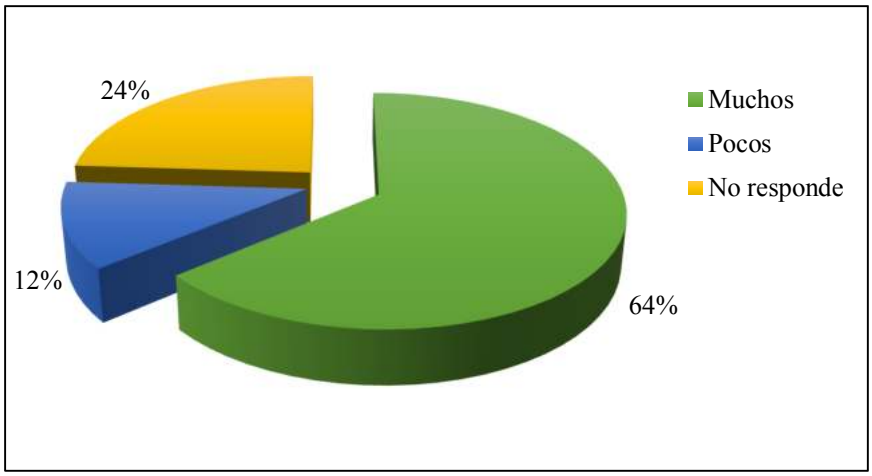


Figura 193. *Especies de Fauna Observados por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) de acuerdo a la Abundancia*

- Aprecio/Uso

En cuento al Aprecio/Uso de la fauna silvestre presente en el Bosque Muy Seco Tropical, el 65% de la población local manifiestan que no le dan uso a la fauna silvestre, sin embargo el 11% manifiesta que usa o ha usado estas especies en algún momento como mascotas, alimento o medicina (curar enfermedades como el reumatismo, acné o sangrados) (*Figura 194*).

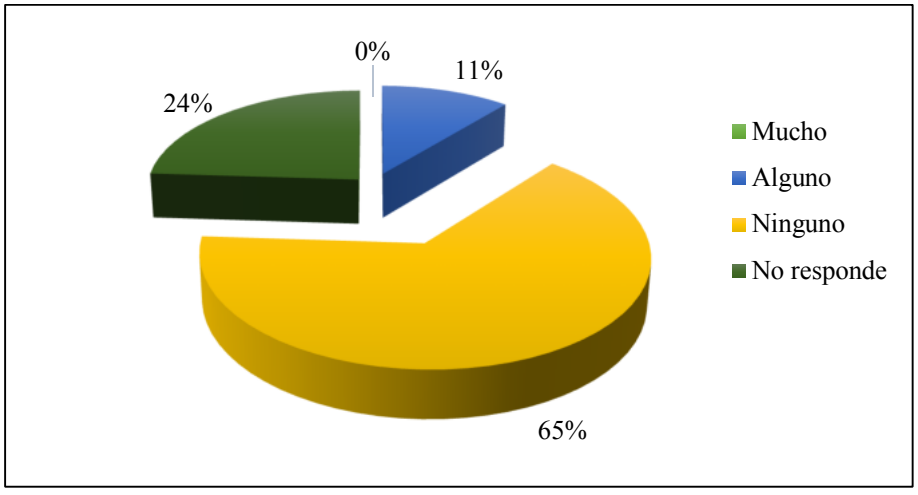


Figura 194. *Especies de Fauna observados por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) de acuerdo al Aprecio/Uso*

Según Nóbrega-Alves (2009), los animales representan una significativa fuente de remedios usados en sistemas médicos tradicionales, sin embargo, surge la preocupación por la

conservación de animales de interés etnomedicinal muchas de estas especies se encuentran amenazados de extinción y están en las listadas de libros rojos, de animales raros o amenazados según la UICN y CITES (Apéndice I, II y III), además de las caterogías nacionales y locales.

Diversos estudios han reportado que la utilización de animales para propósitos medicinales provoca una fuerte presión extractiva sobre las poblaciones naturales, según Almeida y Albuquerque (2002), esto es debido a la gran aceptación de las prácticas médicas tradicionales. En algunos casos, dicha presión ha contribuido al declive de poblaciones silvestres de especies que han estado en alguna categoría de amenaza.

El saber tradicional está muy asociado al uso de la fauna y en general de los recursos biológicos, y es menester para su conservación y sustentabilidad, siendo necesario conocer la relación entre las poblaciones humanas y su ambiente.

- Afectación

Teniendo en cuenta la Afectación que puede ocasionar la fauna silvestre a las áreas cultivadas o a los animales domésticos, la población local manifiesta que en un 66% esta afectación es Casual, mientras que el 10% reporta que es Intencional (*Figura 195*)

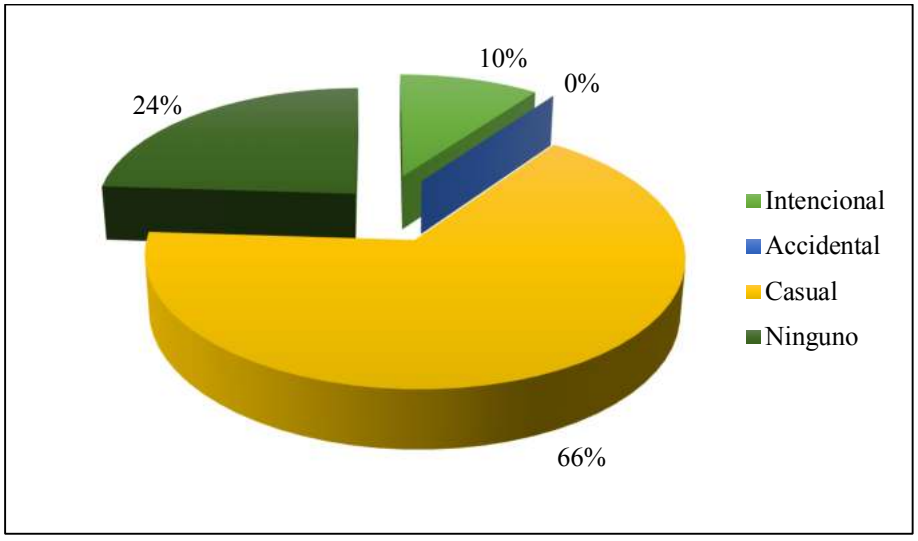


Figura 195. *Especies de Fauna observados por los Encuestados en la Zona de Vida Bosque Muy Seco Tropical (bms-T) de acuerdo con la Afectación*

Algunos pobladores manifiestan que las aves rapaces como es el caso de *Rupornis magnirostris*, consumen animales de granja como polluelos, gallinas y conejos, ocasionándoles grandes pérdidas económicas, además de consumir los cultivos como maíz y algunos frutales.

2.2.12.7. Fauna Silvestre Ictica

2.2.12.7.1. Caracterizacion de la Fauna Silvestre Ictica. La cuenca mayo tiene escasos estudios sobre la fauna silvestre acuática, lo que ha demostrado la inexistencia de inventarios ictiológicos que proporcionen información tendiente a establecer estrategias para su conservación, manejo y repoblamiento.

Algunas referencias de especies de peces nativos acuáticos de la cuenca mayo, se encuentran reportadas por Burgos et al (2009) en la *Tabla 364*, así mismo Mojica et al (2012) mencionan algunas de ellas en el libro rojo de peces dulciacuícolas de Colombia. De lo anterior se puede corroborar algunas especies nombradas por Burgos et al, (2009), mediante una encuesta que tuvo como objeto caracterizar la fauna silvestre acuática en diferentes zonas del rio mayo (Parte alta, media y baja del rio).

Tabla 364. *Listado de la Fauna Ictica de la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo*

N°	Nombre científico	Fuente de Información	
		Burgos et al (2009)*	Este Estudio
1	Chaetostoma patiae	x	x
3	Brycon henni	x	x
3	Brycon moorei	x	
4	Brycon colombianus	x	
5	Bryconamericus caucanus	x	x
6	Trichomycterus striatus	x	x

Fuente: Este Estudio 2017

*Identificación de las especies hidrobiológicas nativas continentales como estrategias para el repoblamiento de los cuerpos de agua en los ríos Mayo y Guiza, 2009

Se elaboró la encuesta de acuerdo con información secundaria encontrada sobre fauna acuática silvestre de la cuenca mayo y lo observado en campo; y dio como resultados y análisis a las siguientes preguntas (*Figura 196*).

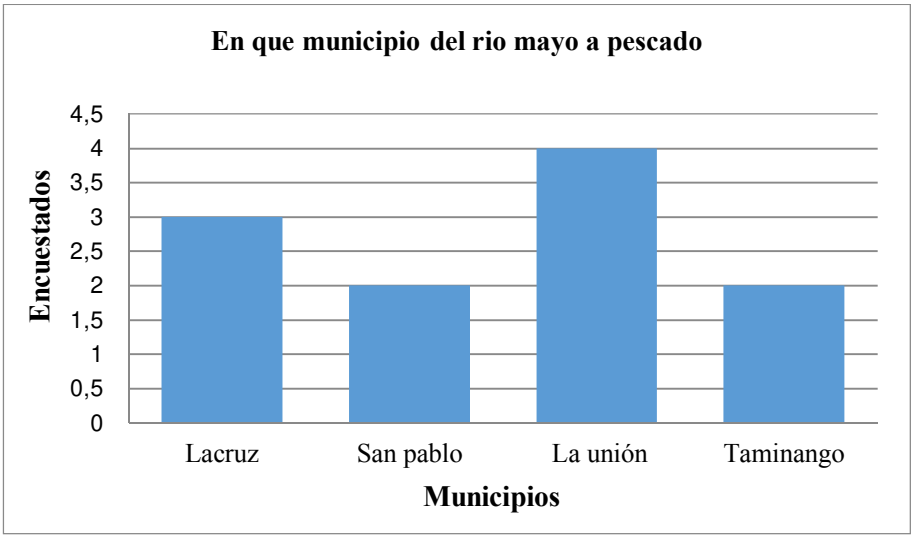


Figura 196. *Resultados sobre el municipio donde los encuestados han pescado*

De acuerdo a la pregunta N°2 en que sitio del rio mayo han pescado, Se deduce que el rio mayo tiene especies tanto en la parte baja, como en la parte media y alta, aludiendo que entre los encuestados, hay personas que han pescado en el municipio de la cruz que viene siendo la parte alta, en el municipio de san pablo y al unión que viene siendo una parte intermedia y como parte baja el municipio de Taminango (*Figura 197*)

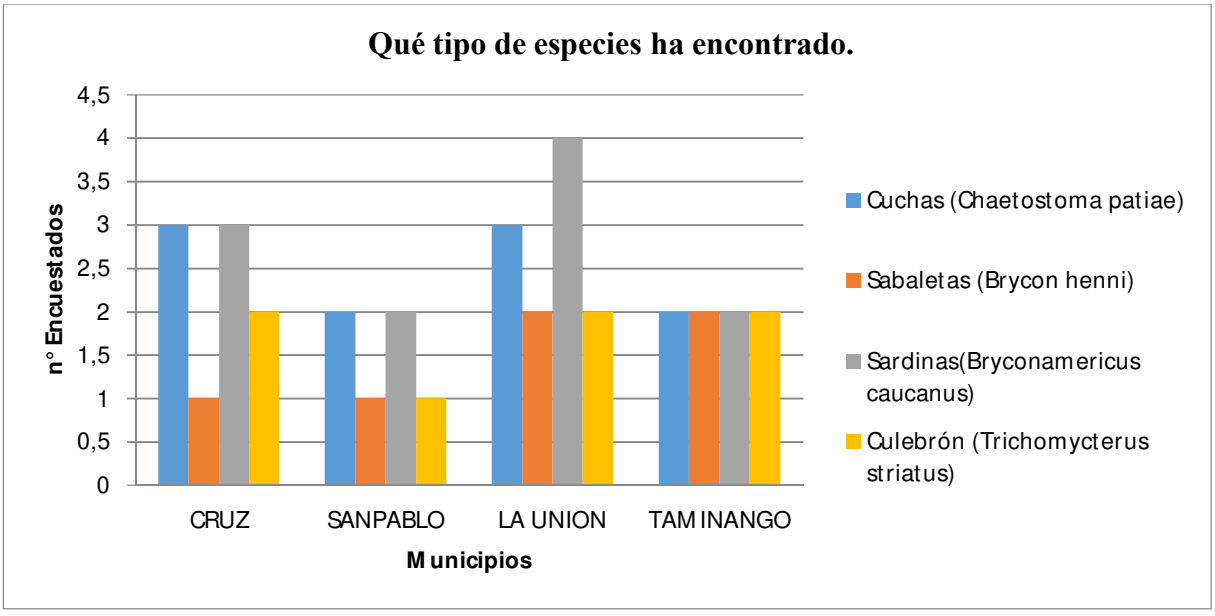


Figura 197. *Especies encuntradas en los municipios según las encuestas aplicadas*

Con respecto a la pregunta N°3, en el municipio de la cruz los encuestados han encontrado más que todo, la especie cuchas denominada científicamente *Chaetostoma patiae* y sardinas que tiene como nombre científico *Bryconamericus caucanus*, seguido del pez culebrón *Trichomycterus striatus* y en menor proporción la sabaleta *Brycon henni*, asi mismo pasa con el municipio de san Pablo; en el municipio de la unión la especie sardina la han capturado la mayoría de los encuestados, seguida por las cuchas y por último el pez culebrón; en el municipio de taminango los 2 encuestados han capturado las 4 especies (*Figura 197*)

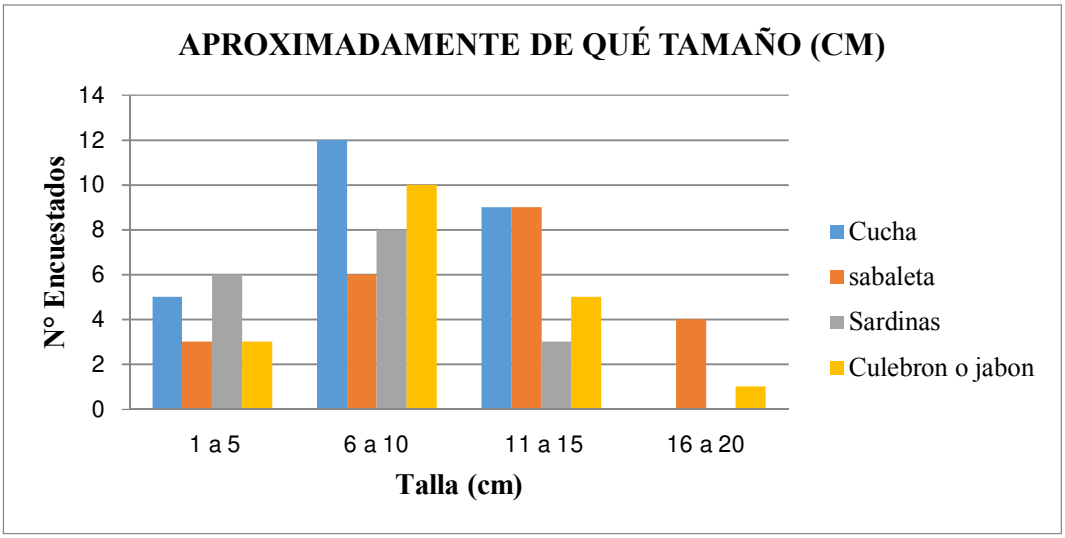


Figura 198. *Tamaño aproximado de los peces*

De acuerdo a esta pregunta N°4, los encuestados realizan una aproximación de talla de los peces que han capturado, aludiendo que el tamaño varía entre 1cm 20cm, de las cueles la sabaleta y el pez culebron son las especies que han encontrado de mayor tamaño y las demás especies como la cucha y la sardina las han capturado con tallas inferiores a 15cm (*Figura 198*)

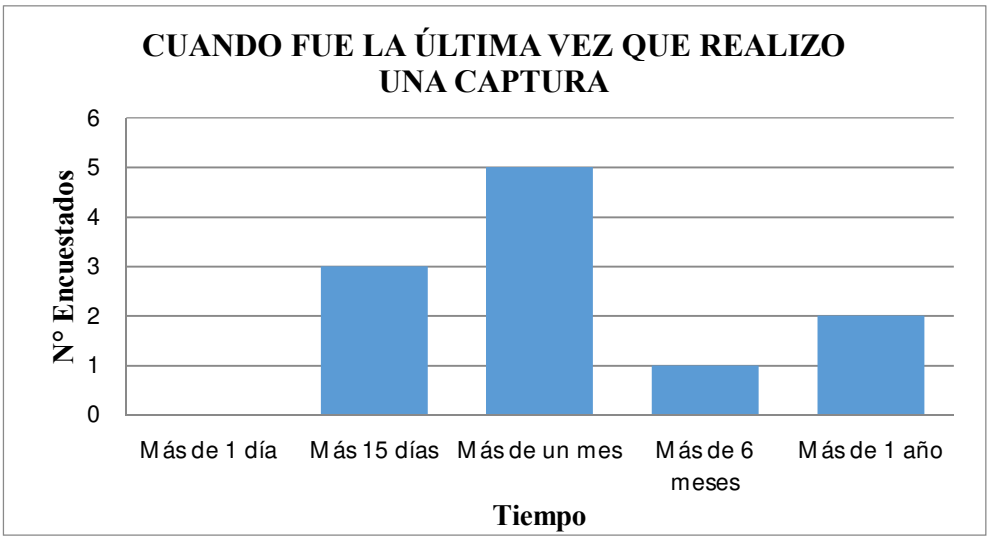


Figura 199. *Cual fue la última vez que realizo una captura*

Con referencia a la pregunta N° 5, de las personas encuestadas 5 infirieron que la última vez que pescaron fue hace más de un mes, 3 personas más de 15 días, 2 personas más de un año y una persona más de 6 meses aproximadamente (*Figura 199*)

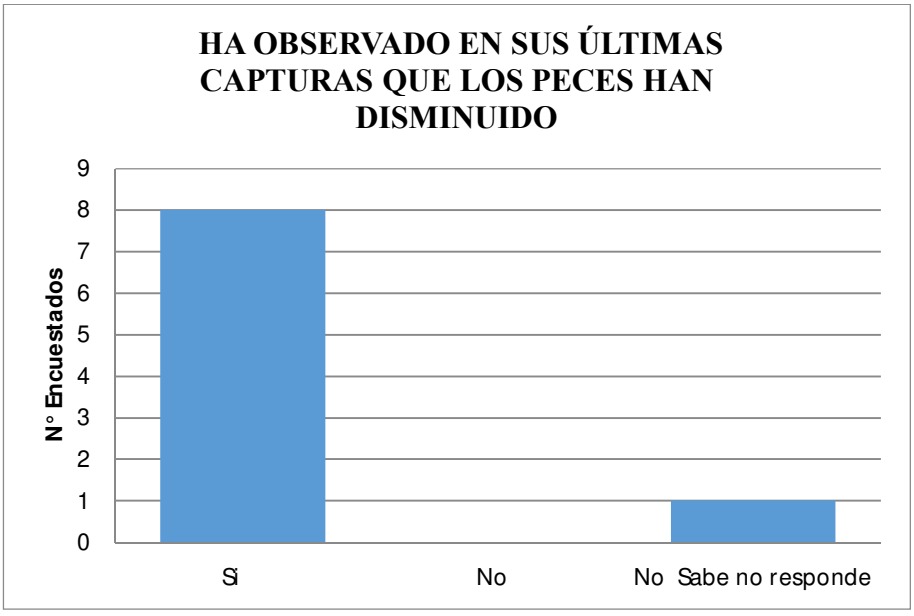


Figura 200. *Ha observado en sus últimas capturas que los peces han disminuido.*

A respecto a la pregunta N° 6, La mayoría de los encuestados han mencionado que en el rio mayo las especies si han disminuido en gran proporción debido a la contaminación antrópica, aludiendo, la gran contaminación que genera las curtiembres del municipio de Belén

(procesamiento del cuero), las aguas residuales que son vertidas directamente al cauce del rio sin ningún tipo de tratamiento en los municipios que compone la cuenca mayo; otras actividades contaminantes son el excesivo uso de agroquímicos y la construcción de vías.

Con respecto a lo anterior, se puede confirmar la contaminación con los estudios de análisis físico-químicos y microbiológicos realizados por el laboratorio de INGELAB, arrojando valores químicos y microbiológicos clasificados a nivel de riesgo alto para los peces, tales como el amonio, el fosforo, la turbiedad, coliformes fecales. Observar en el anexo mensionado anteriormente. Caracterización fisicoquímica y microbiológica del rio mayo (*Figura 200*)

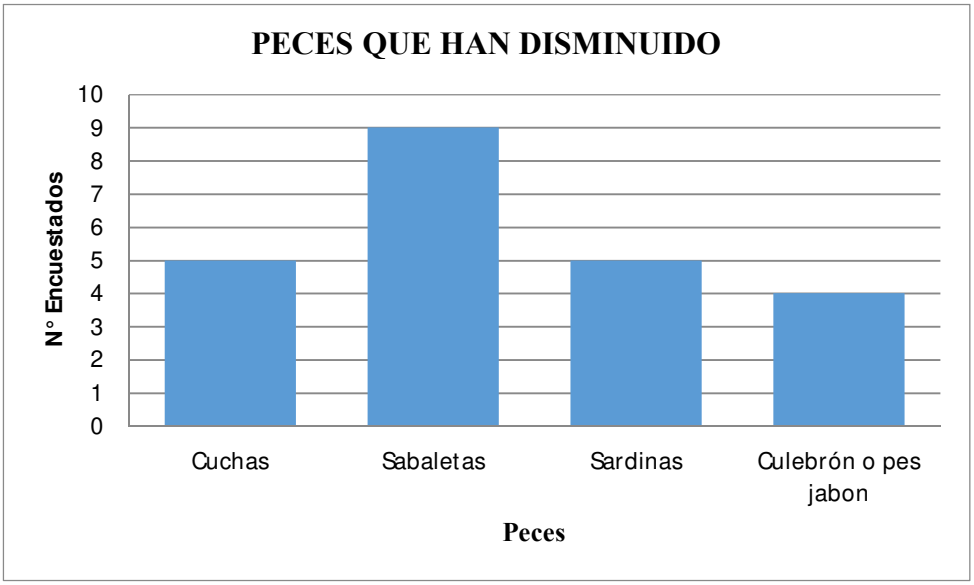


Figura 201. *Peces que han disminuido en las fuentes hídricas de la Cuenca del Río Mayo*

Todos los encuestados coinciden que la sabaleta es la especie que ha disminuido en gran proporción, seguido por las cuchas y las sardinas y por último el pez culebrón.

Cabe resaltar que de las especies que se encuentran en el rio mayo, dos especies están en grado de extinción a nivel nacional; la especie *Brycon moreii* se encuentra en categoría de vulnerable de extinción (alta probabilidad de convertirse en especie de peligro de extinción) y la especie *Trichomycterus* se encuentra en categoría de preocupación menor (Mojica et al, 2012).

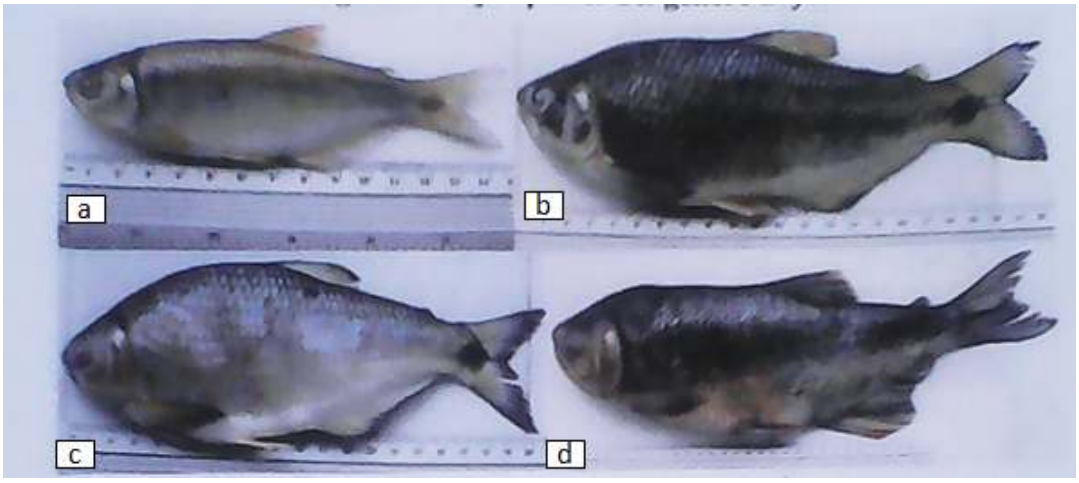
2.2.12.7.2. Características de los géneros. Genero Chaetostoma: estas especies prefieren aguas rápidas de buena calidad de los ríos donde el substrato está constituido por grabas y rocas en donde se alimentan, es posible de encontrarlas en aguas quietas con substratos duros con acumulación de perifiton.

Se consideran sensibles a las perturbaciones principalmente por perturbación excesiva, la cual afecta el perifiton, se consideran especies herbívoras, poseen hábitos nocturnos permaneciendo ocultas en cuevas o debajo de troncos durante el día.



Fotografía 59. *Ejemplar del genero Chaetostoma*
Vista lateral izquierda de un ejemplar de *Chaetostoma patiae*
Fuente: Burgos, et al 2009

Genero Brycon: Son especies en su mayoría omnívoras, consumen material vegetal como flores, frutos, hojas e insectos terrestres que caen al agua; son consideradas especies sensibles a la contaminación y además a las bajas concentraciones de oxígeno, también requiere vegetación marginal ya que es su principal fuente de alimento.



Fotografía 60. *Ejemplares del genero Brycon.*

Fuente: Burgos, et al 2009

a: ejemplar de Brycon henni. b. ejemplar de Brycon moorei. C: ejemplar de Brycon colombianus. D: ejemplar de Brycon caucanus

Genero Trichomycteridae: son especies de hábitos nocturnos que permanecen ocultas durante el día entre la vegeacion sumergida, restos vegetales y rocas. Prefieren pequeñas quebradas y ríos medianos con baja corriente, aunque es posible encontrarlas en sitios corrientosos entre las piedras; son especies activamente predadoras de insectos y peces pequeños, además toleran algún grado de contaminación de las aguas.



Fotografía 61. *Ejemplar del genero Trichomycterus*

a:Vista lateral izquierda. b: vista corporal superior.
Fuente: Burgos, et al 2009

2.2.13. Identificación de áreas y ecosistemas estratégicos

2.2.13.1. Áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas, públicas o privadas. Un área protegida es un espacio dado que de acuerdo con las diversas y particulares condiciones que presente como sus ecosistemas estratégicos, hábitats vulnerables, la singularidad de sus especies de flora y fauna, (en extinción, veda, nativas o endémicas), las riquezas en bienes y servicios o el patrimonio cultural, entre otras, es resguardado legalmente por el estado para que no se lo intervenga de ninguna manera que atente directamente contra su estado y conservación.

Según el decreto 2372 de 2010 del Ministerio de medio ambiente, un área protegida es un "área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación. A su vez este mismo decreto determina a la conservación como "la conservación *in situ* de los ecosistemas y habitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en su entorno natural y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas. La conservación *in situ* hace referencia a la preservación, restauración, uso sostenible y conocimiento de la biodiversidad".

En este orden de ideas y debido a su importancia, a continuación, se relacionan las áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas públicas o privadas que se presentan en la cuenca, a partir de la información obtenida en el POMCA del Rio Mayo, el SINAP y el Sistema de información de alertas tempranas.

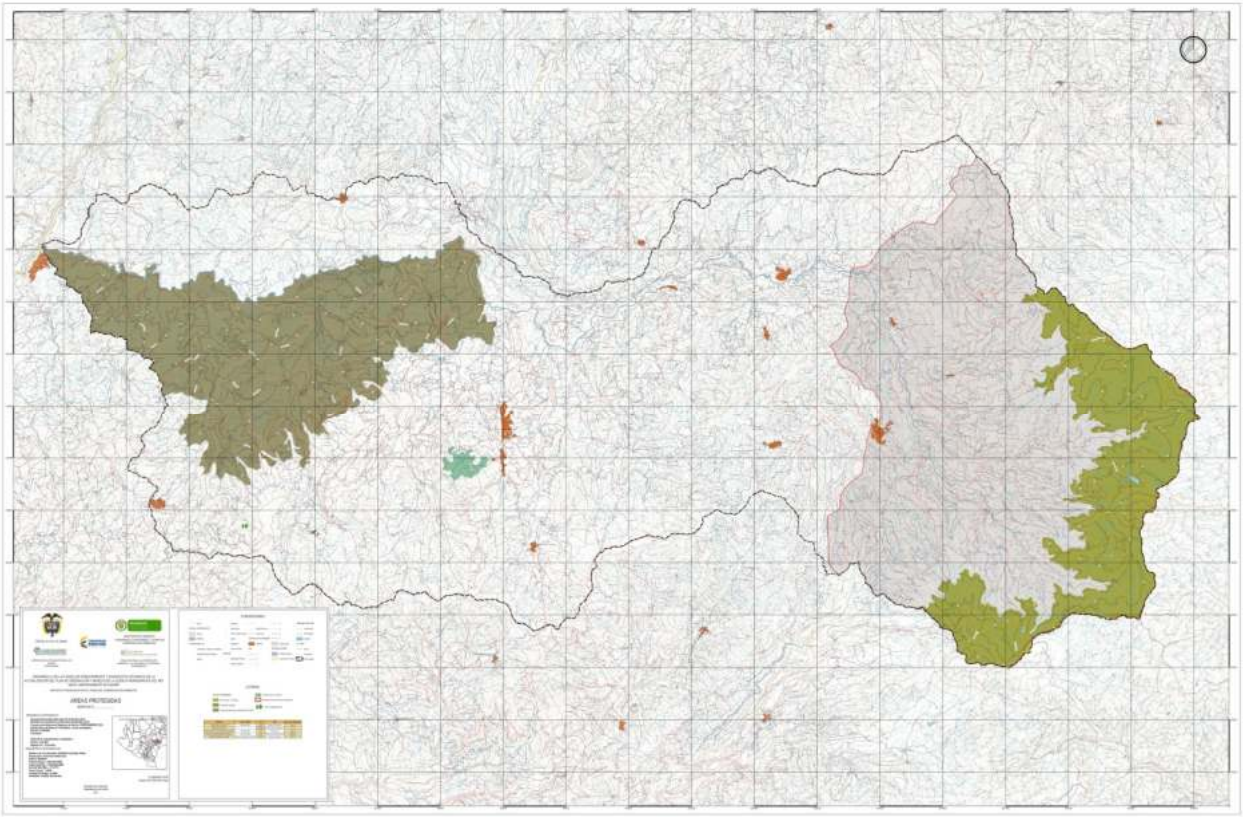


Figura 202*. Mapa de áreas protegidas de orden nacional y regional*
(Ver Anexo Cartográfico 30)

2.2.13.1.1. Áreas protegidas de orden nacional

- Parque Nacional Natural Complejo Volcanico Doña Juana – Cascabel

Según el POMCA del Rio Mayo, en el departamento de Nariño se ha identificado y manejado áreas de páramo y subparamo, contando actualmente con el Parque Nacional Natural Complejo

Volcánico Doña Juana-Cascabel considerada como un área protegida del orden nacional según Declaratoria del 23 de marzo del 2007.



Fotografía 62. *PNN Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel*
Fuente: Parques Nacionales Naturales

De acuerdo con el Plan de Manejo el PNNCVDJC, se localiza entre el sudeste del departamento del Cauca y nordeste del departamento de Nariño en la cordillera central, en la cuenca del Patía conformada por los ríos Mayo, Juanambú y San Jorge, que nacen en el Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel en los volcanes de Doña Juana, Animas y Petacas. Cuenta con varios complejos lagunares que contribuyen a la regulación hídrica y a mantener las condiciones microclimáticas del área que ofrecen condiciones especiales para el albergue de especies de flora y fauna endémicas y/o en peligro de extinción, además contribuyen a mantener las poblaciones migratorias de aves que tienen su paso del norte hacia el sur del continente

Se presentan las unidades de uso agroecositemas, zonas agrícolas y vegetación secundaria que están por fuera del parque, que incluye zonas agrícolas con sobreuso, es decir, actividades agrícolas realizadas en terrenos que no las pueden soportar debido a las altas pendientes y suelos de baja fertilidad y profundidad. Zonas de cultivos mixtos y misceláneos con vegetación secundaria que son categorizados como no adecuados, en espacial por las características topográficas del terreno en estas zonas y por qué el crecimiento de la frontera agrícola se incrementa especialmente en las zonas altas de las áreas con algún grado de fertilidad.

- **Porcentaje y área (ha) de Áreas protegidas del SINAP**

Representa la participación en porcentaje de las áreas protegidas **i** dentro de un área de interés **h.** Para el cálculo de este índice se requiere el mapa de áreas protegidas del SINAP.

Ecuación 57. *Porcentaje de áreas protegidas del SINAP*

$$\boldsymbol{PAPih} = \frac{ATEih}{Ah} x\ 100\ (h = 1,2,3 \ldots . r)$$

Donde

PAPih = porcentaje de áreas protegidas i en un área de interés h

ATEi h = superficie total de las áreas protegidas i (ha) en un área de interés h

Ah = superficie total del área de interés h (ha)

r = número de áreas de interés

el rango para este porcentaje 0<PAPih<100 Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente **i** casi no existe en el área de interés **h**, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés**.** Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%

En cuanto a las áreas protegidas que hacen parte el SINAP en la cuenca del rio Mayo se cuenta únicamente con el PNN- Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel en el municipio de La Cruz, el cual cuenta con un área de 4.694.38 Hectáreas, representando el 7.13 % del área total de la cuenca del Mayo, lo cual indica que el área del PNN casi no existe en el área.



Fotografía 63. *PNN – Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel*
Fuente: Parques Nacionales Naturales

2.2.13.1.2 Áreas protegidas de orden regional. Según el POMCA del Rio Mayo, dentro de las Áreas Protegidas declaradas en la cuenca del rio Mayo se encuentran

- **Cerro la Jacoba**

En el municipio de La Unión el que cuenta con una extensión de 4.000 ha, hace parte de las veredas la Jacoba, el Diviso, Chaguarurco y Pradera A y B, se localiza entre los pisos térmicos templado y frio, con temperaturas que oscilan entre los 12°C a 24°C. Presenta aproximadamente 1.800 especies de plantas, 200 especies de animales y es considerada estrella hídrica abastecedora de acueductos veredales de la zona cafetera del municipio de La Unión. De acuerdo con el Plan de Acción en Biodiversidad (DELGADO, RUIZ, ARÉVALO, CASTILLO, & VILES, 2008), se encuentra declarada como Área protegida del orden municipal según el Acuerdo No. 39 del Consejo Municipal de La Unión del 12 de diciembre de 1995. Sin embargo, la conservación del cerro no ha sido respetada y en el momento esta área se encuentra fuertemente presionada.

- **Reserva Alto Dalmacia**

(Los Pastales y Salsipuedes), localizada en el municipio de San Lorenzo sobre la cuenca baja del río Mayo específicamente en la microcuenca las Tinas, presenta una extensión de 86,5 Ha. con un ecosistema de bosque andino. Presenta vegetación de árboles y arbustos con aproximadamente 39 familias, 54 géneros y 69 especies. El ecosistema boscoso exhibe madurez biológica, alta densidad de árboles y una composición florística que lo hace destacarse en toda la región de los ríos Juanambú y Mayo. De acuerdo con el Plan de Acción en Biodiversidad, se encuentra declarada como Área protegida del orden municipal según el Acta 001 de febrero 14 de 1991 por Incora (DELGADO, RUIZ, ARÉVALO, CASTILLO, & VILES, 2008).

- **Parque Natural Regional "Esperanza del Mayo"**

Según Parques Nacionales Naturales (PNN, 2015) fue declarado como área protegida según el Acuerdo No.0018 del 19 de diciembre de 2014. Tiene un área total de 161 ha, de las cuales tan solo 3,59 hacen parte de la cuenca del Rio Mayo. Se encuentra en la zona del valle del Patía el cual corresponde a Bosque Seco Tropical, el cual es considerado como uno de los ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocidos, y su grado de amenaza se debe a que aporta una amplia gama de beneficios económicos, sociales y ambientales, que han sido explotados de manera intensiva (CORPONARIÑO, 2009). Por lo anterior personas interesadas en su conservación en conjunto con el Instituto Alexander Von Humboldt, lograron su declaración.

2.2.13.2. Áreas complementarias para la conservación. Las áreas por evaluar en este grupo son aquellas que presentan una figura de protección o conservación no incluida en las áreas definidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

2.2.13.2.1. Áreas de Distinción Internacional. En la cuenca del Rio Mayo, de acuerdo con la información recopilada, actualmente no se presentan áreas complementarias para la conservación de distinción internacional como RAMSAR, AICAS, PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD, entre otros.

2.2.13.2.2. Áreas de Distinción Nacional. Corresponde a las áreas con categorías de protección y manejo de los recursos naturales renovables reguladas por la Ley 2 de 1959. También se incluyen otras áreas regionales para la conservación que no hacen parte del SINAP, metropolitanas, departamentales, distritales y municipales.

Sin embargo, en cuanto a áreas complementarias para la conservación de distinción nacional, según el Plan De Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río, la información suministrada a partir de la plataforma Tremarctos 3.0, entre otros, se encuentran las siguientes áreas:

- **Reservas de la Ley 2ª de 1959**

De acuerdo a la Ley 2a de 1959 sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables, para el departamento de Nariño se presentan las Zonas de Reserva Forestal del Pacifico y Central, que encuentra en términos generales en los siguientes límites una zona de 15 Kilómetros hacia el lado Oeste, y otra, 15 kilómetros hacia el Este del divorcio de aguas de la Cordillera Central, desde el cerro Bordoncillo, aproximadamente a 20 Kilómetros al Este de Pasto, hasta el cerro de Los Prados al Norte de Sonsón. Para la cuenca del Rio Mayo comprende los municipios de La Cruz con un Área de Reserva Forestal de 11.368 Ha y San Pablo con un Área de Reserva Forestal de 1.654 Ha (CORPONARIÑO, 2009).

- **Áreas Municipales de importancia**

Reserva Natural Santa Helena, se ubica en el flanco occidental del volcán Doña Juana la cual hace parte de las cabeceras de las microcuencas El Carrizal y El Regadío, entre los 2.900 y 3.800 msnm, aledaña a la microcuenca los Cuaicanes y ubicado geográficamente en las coordenadas: 1º 34' 23,1" de Latitud Norte y 76º 53' 15.5" de longitud W. No se incluye dentro del Sistema de Áreas protegidas de carácter Municipal, pero es propiedad de la Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO. Esta reserva es considerada como una zona de transición o franja superior del bosque altoandino que limita con el páramo. Estas franjas constituyen zonas transicionales de vegetación y en ellas se interdigitan elementos del bosque y de las unidades vegetacionales inferior y superior del mismo (CORPONARIÑO, 2009).

2.2.13.2.3. Suelos de protección de los planes de ordenamiento territorial. De acuerdo con el reporte de 2010 a 2015 por parte de la Corporación Autónoma Regional de Nariño-CORPONARIÑO sobre la declaración de los municipios en la compra de predios adquiridos para protección y reforestación, muestra que se han adquirido 709,33 hectáreas en el área de la cuenca del rio mayo, sin embargo, muchas de estas no tienen registros suficientes para ser georeferenciados. Lo anterior ocurre debido a que los municipios no reportan oportunamente la información de los predios a la autoridad ambiental. En la Tabla 365 y la Figura 203 se presentan los resultados:

Tabla 365. *Predios adquiridos por los municipios para conservación 2010- 2015*

Municipio	Nombre del predio	Ha	m2	Cod. Predial/ Cedula catastral	Ubicación (Vereda)	Ubicación (Corregimiento	Año adquisición
Colón Génova	Inmueble Rural	1	5000	Sin Información	El Rincón	Génova	1990
Colón Génova	Piedra Negra	6		Registro Catastral 40055	El Rincón	Génova	1992
Colón Génova	Las Mesitas	4	6200	Código Predial No. 70003	La Victoria	Génova	1996
Colón Génova	Las Piedras o El Placer	1	5000	Código Predial No. 0180074	Loma del Ganado	Villanueva	1997
Colón Génova	El Guarangal		3260	Código Predial No. 110112	San Carlos	San Carlos	1997
Colón Génova	El Alto	11	8700	Código Predial No. 20199	Bordo Alto	Génova	2000
Colón Génova	El Alto		3000	Código Predial No. 020021	Bordo Alto	Génova	2002
Colón Génova	El Alto	8	7139	Código Predial No. 40008	Bordo Alto	Génova	2003
Colón Génova	El Macal	7		Matricula Inmobiliaria No. 246-00003151	Loma del Ganado	Villanueva	2003
Colón Génova	El Guabo	3		Código Predial No. 0220006	El Guabo	San Carlos	2003

Municipio	Nombre del predio	Ha	m2	Cod. Predial/ Cedula catastral	Ubicación (Vereda)	Ubicación (Corregimiento	Año adquisición
Colón Génova	Pictórico	2	7500	Código Predial No. 020208	Bordo Alto	Génova	2005
Colón Génova	Las Cenas	9		Código Predial No. 0150054	Loma del Ganado	Villanueva	2005
Colón Génova	El Plan	3		Código Predial No. 020335	Sánchez	Génova	2006
Colón Génova	El Cerro		5900	Código Predial No. 70098	La Victoria	Génova	2006
Colón Génova	La Parroquia	5	2500	Código Predial No. 150020	Loma del Ganado	Villanueva	2006
Colón Génova	San Cristóbal	24	6720	Código Predial No. 80135	Loma del Ganado	Villanueva	2006
Colón Génova	La Montañita	5	4010	Código Predial No. 0150027	Loma del Ganado	Villanueva	2006
Colón Génova	Las Mesitas	2	724	Código Predial No. 70078	La Victoria	Génova	2007
Colón Génova	La Montaña	1	624	Código Predial No. 0899169	Guaitarilla	Villanueva	2007
Colón Génova	Las Casitas	1	5000	Código Predial No. 020157	Bordo Alto	Génova	2009
Colón Génova	El Alto	9		Código Predial No. 0200033	Alto de Villanueva	Villanueva	2009
Colón Génova	El Alto y Casitas	12	3120	Código Predial No. 020144020176	Bordo Alto	Génova	2010
Colón Génova	La Estrella	1	457	Código Predial No. 200111000	Loma del Ganado	Villanueva	2010
Colón Génova	La Loma del Ratón		4213	Código Predial No. 0220110000	El Guabo	San Carlos	2010
Colón Génova	El Guarangal	4	2042	Código Predial No. 0110101000	San Carlos	San Carlos	2010

Municipio	Nombre del predio	Ha	m2	Cod. Predial/ Cedula catastral	Ubicación (Vereda)	Ubicación (Corregimiento	Año adquisición
Colón Génova	El Purutillo 1	2	4079	Código Predial No. 0110108000	San Carlos	San Carlos	2011
Colón Génova	El Purutillo 2	4	1158	Código Predial No. 0110108000	San Carlos	San Carlos	2011
Colón Génova	El Regalo		Sin información	Código Predial No. 000000040116000	Génova	El Rincón	28/01/2014
La Cruz			165900	Código Predial No. 000100210094000	Sin Información	Tajumbina	30/01/2003
La Cruz			2450	Código Predial No. 000100200024000	El Púlpito	Sin Información	30/07/2003
La Cruz			2400	Código Predial No. 000100270014000	Parte urbana	Sin Información	20/05/2004
La Cruz		5		Código Predial No. 000100210077000	La Palma	Sin Información	25/08/2004
La Cruz		51		Código Predial No. 000100240002000	Loma Larga	Sin Información	01/03/2005
La Cruz		95		Código Predial No. 000100200080235000	Escandoy	Sin Información	08/08/2005
La Cruz		8		Código Predial No. 000100200080235000	Las Animas	Sin Información	01/11/2005
La Cruz		130		Código Predial No.	La Palma	Sin Información	06/09/2006

Municipio	Nombre del predio	Ha	m2	Cod. Predial/ Cedula catastral	Ubicación (Vereda)	Ubicación (Corregimiento	Año adquisición
				000100210043000			
La Cruz		49	5000	Código Predial No. 200080131000-00200040052000	Las Animas-Palma	Sin Información	24/08/2007
La Cruz	El Chilco	15		Código Predial No.000200040198	El Carmen	Sin Información	29/11/2007
La Cruz	El Hueco	30	3000	Código Predial No.000200080245000-000200080246000	Las Animas	Sin Información	13/06/2008
La Cruz	La Esperanza	30		Matricula Inmobiliaria No. 246-002129	El Cajón	Sin Información	13/06/2008
La Cruz	El Chilco	18		Código Predial No. 00020040203	El Carmen	Sin Información	11/05/2009
La Cruz	Honda Flor del Vale	18		Código Predial No. 00020005013	La Palma	Sin Información	19/05/2009
La Cruz		20		Código Predial No. 000200080245000	Las Animas-La Loma	Sin Información	02/06/2010
La Cruz	La Esperanza-El Cajón	10		Código Predial No. 000200080307000	La Palma	Sin Información	08/05/2011
La Cruz	El Totoral	20		Código Predial No. 0000100220125000	La Ciénaga	Sin Información	08/08/2012

Municipio	Nombre del predio	Ha	m2	Cod. Predial/ Cedula catastral	Ubicación (Vereda)	Ubicación (Corregimiento	Año adquisición
Taminango	Alto Tablón	1		Escritura No. 92	Majuando	Sin Información	07/05/1993
Taminango	Palo de Monte	2			Turbambilla	Sin Información	28/08/1997
Taminango	Salcipuedes	13		Matricula Inmoviliaria No. 24800010088	La Honda	Sin Información	23/03/2000
Taminango	El Ramal	7		Matricula Inmoviliaria No. 2480021793	Valparaiso	Sin Información	15/02/2004
Taminango	La Cuchilla			Matricula Inmoviliaria No. 2480017237	Panoya	Sin Información	16/11/2005
Taminango	El Helechal	6		Matricula Inmoviliaria No. 2480009329	San Lorenzo	Sin Información	28/12/2008
Taminango	Providencia	9		Matricula Inmoviliaria No. 2480020721	Páramo	Sin Información	11/12/2010
Taminango	El Hueco	8		Matricula Inmoviliaria No. 2480006293	San Lorenzo	Sin Información	22/12/2010
Taminango	El Hueco	4		Matricula Inmoviliaria No. 2480006293	San Lorenzo	Sin Información	28/07/2011
Taminango	El Cajón			Matricula Inmoviliaria No. 2480010654	Páramo	Sin Información	20/10/2011
Taminango	La Piedra de la Guala	6		Sin Información	Tablón Panamericano	Sin Información	2012

Municipio	Nombre del predio	Ha	m2	Cod. Predial/ Cedula catastral	Ubicación (Vereda)	Ubicación (Corregimiento	Año adquisición
Tamiango	Palo de monte	2		Sin Información	Turbambilla	Sin Información	2012
Belén	PEÑA ÑEGRA	3,5		Código Predial No. 00661111	PEÑA ÑEGRA	PEÑA ÑEGRA	13/07/2006
Belén	POTRERITO	8,3		Código Predial No. 000000033071	POTRERITO	POTRERITO	25/11/2013
San Pablo	Betania	0,4		Cedula Catastral 200020311000	Betania	Betania	18/06/2015
San Pablo		13	8921	Cedula Catastral 200070163000	El tablon	Briseño	28/06/2014
San Pablo		4	4643	Cedula Catastral 100020297000	La Chorrera	La Chorrera	04/02/2014
La Unión			2645	Cedula Catastral 24827277	PALO VERDE	PALO VERDE	05/07/2012

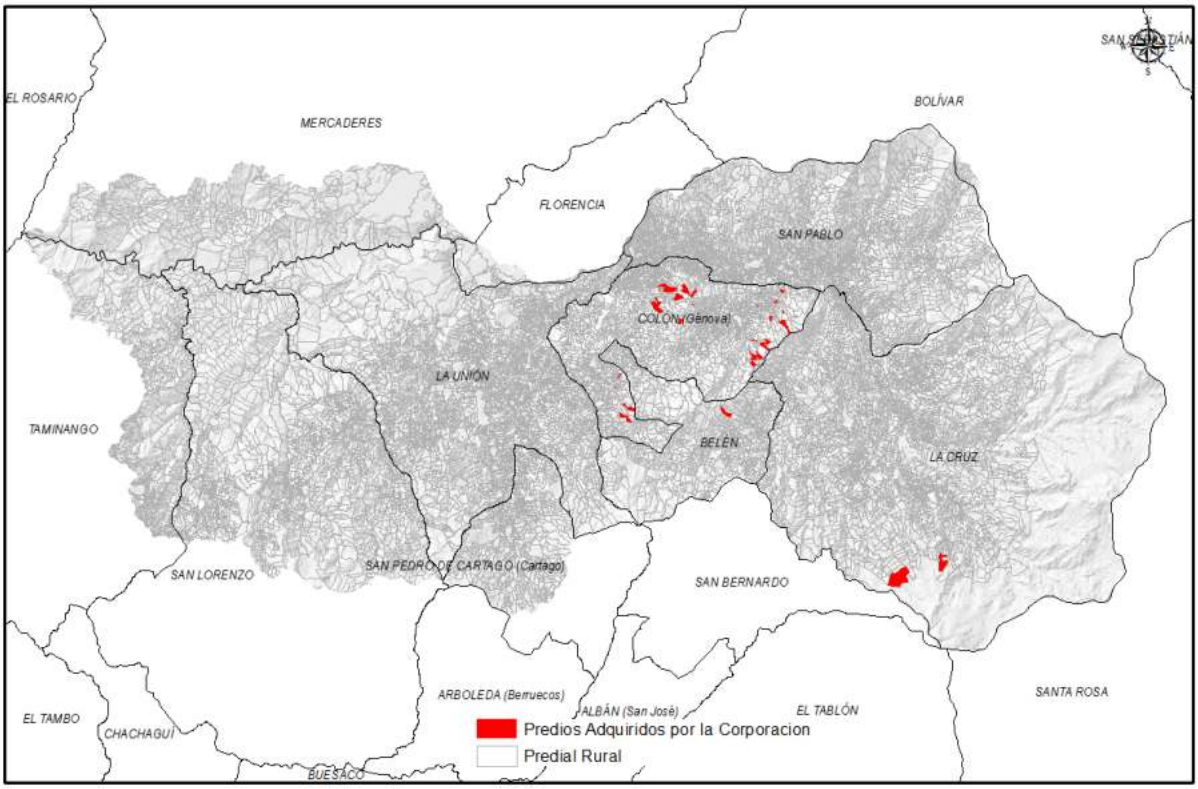


Figura 203. *Mapa predios adquiridos por los municipios en el área de la cuenca del Rio Mayo para protección*

(Ver Anexo Cartográfico 31)

En la figura anterior no se representa la totalidad de los predios, puesto que no se cuenta con la información completa a cerca de los mismos, sin embargo, en la tabla se mencionan la mayoría de estos. Estos predios tienen una importancia estrategia, puesto que, aunque no se consideran como tales áreas protegidas, son designados bien sea para la ampliación de áreas protegidas o como zonas de restauración, amortiguamiento, protección de fuentes hídricas o uso sostenible de la biodiversidad de acuerdo con su localización y área.

2.2.13.3. Áreas de Importancia Ambiental

2.2.13.3.1. Ecosistemas Estratégicos (paramos, humedales, manglares, bosque seco, etc). La cuenca del Rio Mayo, abarca diversidad de pisos térmicos y zonas de vida, encontrándose ecosistemas estratégicos como son el Páramo, Bosques Andinos y el Bosque muy seco Tropical (subxerofítico). El sistema más importante para proteger in situ la biodiversidad, es el de ampliar los biotopos bajo el esquema de *"Áreas Naturales Protegidas"* que integran el "Sistema de Parques Nacionales Naturales. En la Cuenca del Rio Mayo, existen áreas con alguna categoría de Conservación, una como Parque Nacional Natural, dos como reservas municipales y 13 áreas propuestas para conservación. A continuación se presenta el mapa de ecosistemas estratégicos de la cuenca.

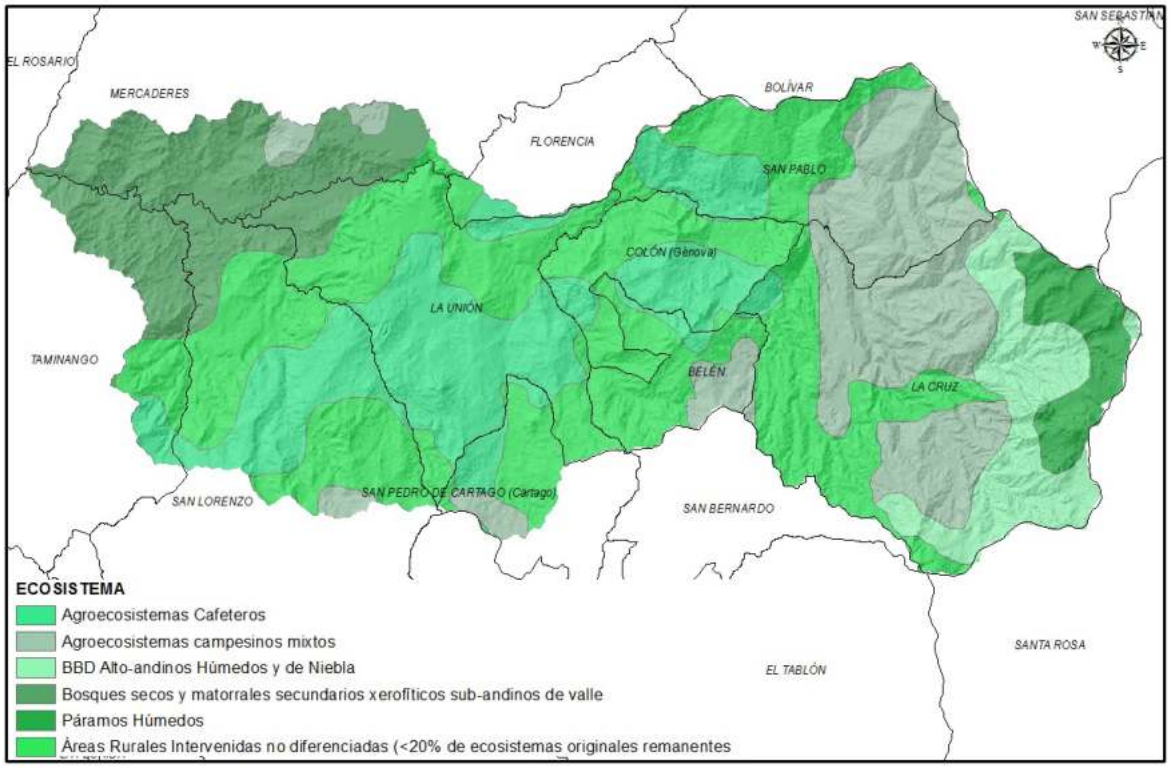


Figura 204. *Mapa de ecosistemas estratégicos cuenca rio Mayo*
(Ver)

- **Porcentaje de Área de Ecosistemas Estratégicos Presentes**

Este porcentaje cuantifica la proporción de la abundancia de cada ecosistema en un área de interés. Es una medida de la composición del paisaje y permite comparar diferencias en tamaño entre los ecosistemas (Min. Ambiente, 2014). Se basa en el mapa de ecosistemas estratégicos y

otras áreas de importancia del nivel regional y local, de acuerdo con la siguiente formula:

Ecuación 58. *Porcentaje de área de ecosistemas estratégicos*

$$\boldsymbol{PEih} = \frac{ATEi\ h}{Ah} x\ 100\ (h = 1,2,3\ldots.r)$$

donde,

ATEi h = superficie total del ecosistema i (ha) en un área de interés h

Ah = superficie total del área de interés h (ha)

r = número de áreas de interés

Rango: 0<PEih<100 Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente **i** casi no existe en el área de interés **h**, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés

Tabla 366. *Porcentaje de ecosistemas estratégicos presentes en la cuenca del rio Mayo.*

Ecosistema estratégico	Área Ecosistema	% Área
Áreas Rurales Intervenidas no diferenciadas	32.371,90	37,07021628
Bosques secos y matorrales secundarios xerofíticos sub-andinos de valle	11.933,60	13,66559062
Agroecosistemas campesinos Mixtos	16.295,91	18,66102382
Agroecosistemas cafeteros	17.330,88	19,84620828
BBD Alto- andinos, Húmedos y de niebla	6.281,94	7,193673355
Paramos húmedos	3.091,15	3,53978602
Superficie total de la cuenca	87.325,90	

Los ecosistemas estratégicos como las Áreas Rurales Intervenidas no diferenciadas, Agroecosistemas campesinos Mixtos y Agroecosistemas cafeteros garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país, puesto que proveen el alimento para las poblaciones y generan empleo en los territorios.

De acuerdo con sus funciones, y teniendo como referencia la biodiversidad y los bienes y servicios ecosistémicos que prestan, los ecosistemas de mayor importancia para el país definidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible son los siguientes: páramos, humedales, manglares, nacimientos de agua, zonas de recarga, zonas secas, entre otros. Los bosques secos

y matorrales secundarios xerofíticos sub-andinos de valle, los bosques Alto- andinos, húmedos y de niebla y los Paramos húmedos son los ecosistemas que menos tienen presencia en la cuenca y son de gran importancia, por lo cual son vulnerables y de vital importancia.

Estos ecosistemas se caracterizan por mantener el equilibrio y los procesos ecológicos básicos tales como la regulación del clima, del agua, realizar la función de depuradores del aire, agua y suelos; así como la conservación de la biodiversidad.

En la cuenca del Rio Mayo, existe una importante representación del ecosistema de Bosque Seco Tropical (Bs –T). Según Parques Nacionales Naturales (PNN, 2015), el enclave subxerofítico del río Patía es una prioridad ecosistémica identificada en la escala nacional. En la actualidad el Bosque seco Tropical se constituye en uno de los ecosistemas más amenazados en el Neotrópico (Janzen 1983). En Colombia el Bosque seco Tropical es considerado entre los tres ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocidos; algunos estimativos señalan que de bosques secos a subhúmedos en nuestro país solo existe cerca del 1.5% de su cobertura original de 80.000 km2 (Etter, 1993), en otras palabras, el 98,5% de los bosques secos tropicales ha desaparecido y los pocos remanentes existentes están dispersos en pequeños parches desconectados entre sí.

Estos ecosistemas revisten importancia en términos de la generación de bienes y servicios ecosistémicos, que soportan el desarrollo de actividades vitales para la población, adicional por su estado actual de amenaza y degradación. Presentan una alta diversidad de especies (mucha de ella aún desconocida) y endemismos, al tiempo que son fuente de importantes especies de uso antrópico (alimento, maderas, materiales de construcción, combustibles, leña, fibras, plantas ornamentales y toda una serie de compuestos químicos secundarios como resinas, alcaloides, aceites esenciales, látex y fármacos) y desempeñan actividades de regulación ecológica. Otro aspecto interesante de los bosques secos y su ubicación dentro de mosaicos de paisaje dominados por zonas agrícolas y ganaderas es la posibilidad de mantener especies de insectos que contribuyan al control de plagas y vectores de enfermedades (IaVH, 1998). A partir de los diferentes análisis se ha determinado que son ecosistemas insuficientemente representados en el SINAP, por lo tanto, actualmente se encuentra en proceso de declaratoria, amparado por la Resolución 1628 de 2015 del MADS, “por la cual se declaran y delimitan unas zonas de protección y desarrollo de recursos naturales renovables y del medio ambiente y se toman otras disposiciones” (PNN, 2015).

2.2.13.2.2. Otras áreas identificadas de interés para conservación de la cuenca. Como resultado del análisis del estado actual de las coberturas naturales de la tierra, las áreas de importancia estratégica para conservación del recurso hídrico se identifican como una opción para la sostenibilidad de los territorios y sus necesidades por ejemplo el abastecimiento de agua a los acueductos municipales y distritales, protección de áreas con especies endémicas y en peligro de extinción, restauración de áreas degradadas, etc.

Según el POMCA del Rio Mayo (2009) y el Plan de Acción en Biodiversidad (DELGADO, RUIZ, ARÉVALO, CASTILLO, & VILES, 2008), existen algunas zonas que ameritan ser declaradas como áreas de conservación del orden departamental y municipal, como son:

- **Municipio Belén**

  - ✓ Dentro de las áreas propuestas encontramos en el municipio de Belén el Sector La Laguna o Cujacal ubicado al Nororiente de la cabecera municipal a una altitud de 2162 m.s.n.m. se incluye dentro de la zona de vida de Bosque húmedo Montano Bajo Bh-MB.

  - ✓ Sector La Chorrera ubicado al Nororiente de la cabecera municipal de Belén, en jurisdicción de la Vereda Sebastiancillo El sotobosque es escaso menor a 50 % y altura del dosel bajo con valor de 8 m.

- **Municipio San Pablo**

  - ✓ En el municipio de San Pablo se encuentra la Vereda Alto Llano en la cuchilla de bateros al noroccidente del casco urbano, en límites con el Municipio de Florencia (Cauca), presenta alta importancia en la oferta de bienes y servicios ambientales, para el municipio de San Pablo como para el municipio de Florencia, principalmente en el abastecimiento de recurso Hídrico a los centros urbanos de estos municipios.

  - ✓ El Almorzadero que abastece de agua a algunas veredas del Municipio de San Pablo. Colinda con la reserva La Laguna en la cual nacen otras microcuencas que así mismo abastecen de agua a San Pablo (E.U. & CORPONARIÑO Subdirección de Intervención Para La Calidad Ambiental, 2009).

- ✓ Vereda Bateros, situado sobre la cuchilla de Bateros, ubicada al norte del casco urbano en la línea divisoria entre Cauca y Nariño, limita con el municipio de Bolívar y se encuentra a una altura de 2456 msnm, limita con un predio de la corporación Autónoma Regional de Nariño, presenta una pendiente de unos 30º aproximadamente. Pertenece a la zona de vida de Bosque húmedo montano bajo Bh-MB (Holdridge) con presencia de un importante bosque primario asociado a matorrales y herbazales, en la Montaña de bateros que presenta el nacimiento de agua de la Microcuenca Bateros (E.U. & CORPONARIÑO Subdirección de Intervención Para La Calidad Ambiental, 2009).

- ✓ Cerro de La Campana o Puja Guando, ubicado sobre jurisdicción de las veredas El Agrado, Francia Pradito, el Diviso, comprende aproximadamente 3500 Has., está localizada al Noreste de la cabecera municipal, a una distancia aproximada de 9 kms, siendo el nacimiento del río blanco y otras quebradas como La Florida, La Astilla, Pujaguando y esta a su vez por doce nacimientos, que abastecen a veredas del municipio de San Pablo, además comprende un área de influencia de cinco microcuencas abastecedoras de diez acueductos del municipio de Florencia. Es un sitio con una alta diversidad florística y faunística.

- **Municipio Colon Génova**

- ✓ En el municipio de Colon Génova se encuentra el Cerro El Veneno, ubicado hacia el sur de la cabecera municipal en jurisdicción de las veredas El Rincón y David Alto, a una altitud aproximada de 2400 m. con una topografía quebrada superior al 75 %, pertenece a la zona de vida de bosque húmedo Montano bajo Bh – MB, según Holdridge. Se observa un grado de intervención antrópica drástica y un nivel de fragilidad o vulnerabilidad alto (E.U. & CORPONARIÑO Subdirección de Intervención Para La Calidad Ambiental, 2009).

- ✓ El Cerro San Cristóbal, ubicado hacia el nororiente de la cabecera municipal en jurisdicción de las veredas David Alto, la victoria, Alto Villanueva y Loma del ganado a una altitud aproximada de 2200 msnm. Con una topografía quebrada pendientes superiores al 75 %, de acuerdo a Holdridge pertenece a la zona de vida de bosque húmedo Montano bajo Bh – MB. Se presenta explotación ganadera extensiva y en la vereda loma del ganado la cobertura vegetal está parcialmente enmalezada y cubierta (E.U. & CORPONARIÑO Subdirección de Intervención Para La Calidad Ambiental, 2009).

- ✓ El Cerro El Pulpito se encuentra ubicado hacia el sur de la cabecera municipal en jurisdicción de las veredas Bordo Alto, El paraíso, Sánchez, el acceso se hace por carretera partiendo desde Génova hacia la vereda Bordo alto, a una altitud aproximada de 2200msnm. Con una topografía quebrada pendientes superiores al 75 %, pertenece a la zona de vida de Bosque húmedo Montano bajo bh – MB, de acuerdo a Holdridge. Se presentan suelos parcialmente enmalezados y cubiertos, existen franjas de bosque con vegetación nativa por la que animales pueden moverse hacia otros bosques naturales. Hay rondas y cañadas interrumpidas, poco amplias, fuentes de agua parcialmente interrumpidas por vegetación natural, con acceso de animales domésticos en algunos sitios. Se observa la presencia de algunas aves como Chlorostibon mellisugus (colibrí) y mamíferos Sciurus sp (ardillas).

- **Municipio La Unión**

En el municipio de la Unión se encuentra el Cerro la Jacoba: cuenta con una extensión de 4.000 Ha., hace parte de las veredas la Jacoba, el Diviso, Chaguarurco y Pradera A y B, se localiza entre los pisos térmicos templado y frio, con temperaturas que oscilan entre los 12°C a 24°C. Presenta aproximadamente 1.800 especies de plantas como encino, amarillo, laurel, romerillo, cucharo, caucho, palma, higuerón y arrayan entre otros. 200 especies de animales dentro de las que se incluyen el conejo de monte, gato de monte, ratón de monte, raposa y armadillo. Y es considerada estrella hídrica abastecedora de acueductos veredales de la zona cafetera del municipio de La Unión (E.U. & CORPONARIÑO Subdirección de Intervención Para La Calidad Ambiental, 2009).

- **Municipio San Pedro Cartago**

En el Municipio de San Pedro de Cartago se encuentra el Cerro de chimayoy, ubicado en el corregimiento de Cusillos y hace parte de las veredas Bella Vista y las Palmas. Estos bosques se encuentran situados entre los 2000 y 3100 metros sobre el nivel del mar respectivamente. Considerado la estrella fluvial del norte por los afluentes que alimentan acueductos veredales y municipales (La Unión-Belén-San Pedro de Cartago y San José de Albán), igualmente se trata de una reserva forestal para cinco municipios del Norte de Nariño.

Las coordenadas geográficas son 1º33”43” Norte-77º05”10,6” occidente, actualmente posee un 40% en bosque primario, relieve ondulado y pendientes de 30 y 40%. 82 Las principales microcuencas que nacen o tienen influencia sobre este cerro en la Microcuenca Cusillos que hace parte del corregimiento de Cusillos, su cauce principal y afluentes pasan por las veredas de Rincón Cusillos, Cusillo Bajo y Alto y las Palmas, esta microcuenca ocupa un área 6.53 Km2. El cauce principal se denomina Cusillos y desemboca en la quebrada Cusillos que sirve de límite geográfico con el municipio de Génova. Se presentan especies forestales como matarratón, quillotocto, sazafrán, nacedero, guarango, higuerón, hortiguillo, pichuelo, yarumo y balso. Especies presionadas por el uso maderable y dendrológico como carbonero, guamo, mestizo, guayacán, arrayán, jigua, pendo y vainillo.

Esta quebrada es de gran importancia para el municipio de La Unión pues es la que abastece de agua el acueducto de la cabecera municipal que toma el agua de la fuente los Molinos (DELGADO, RUIZ, ARÉVALO, CASTILLO, & VILES, 2008).

- ✓ Cerro El salado se encuentra ubicado al suroccidente del casco urbano de Cartago, a una altitud aproximada de 2500 m., se incluye en la zona de vida de bosque húmedo Montano bajo – Bh-MB, con pendientes pronunciadas entre el 40 y 50 %, con una extensión aproximada de 300 a 400 ha. Se presentan formaciones vegetales de bosque, relictos de bosque, arbustales y herbazales, con un grado de intervención drástico. Se encuentran especies de roble, laurel, motilón dulce, motilón silvestre, caspi colorado, sauco, guanábano. Entre la biodiversidad asociada se presentan especies de torcazas, collarejos, mirlas, paletones, pavas, águilas, pericos; mamíferos como venados, tigrillos, rapozas, comadreja, ardilla, conejos, erizo, perro de monte (DELGADO, RUIZ, ARÉVALO, CASTILLO, & VILES, 2008).

- ✓ Cerro El Arenal en él se presentan franjas de árboles sembrados para extraer madera, por la que algunos animales pueden moverse hacia el bosque natural; las fuentes de agua evaluadas tienen protección con vegetación nativa, conformada por bosques ribereños continuos y amplios. Con relación a la flora se encuentran especies como roble, guarango, laurel de cera, morochillo, cedro, encino, sauco, hortiguillo, guácimo. La biodiversidad asociada a esta microcuenca se encuentra en mediana representatividad constituida por aves como mirlas, curillos, gorriones, torcazas, paletones, muchireros, refrenas, mamíferos como ardillas armadillos y raposas.

- **Municipio San Lorenzo**

En el Municipio de San Lorenzo se encuentra la Reserva Monte Oscuro ubicada en el corregimiento de Santa Cecilia a una distancia de 2 kilómetros del corregimiento, presenta una extensión aproximada de 10 hectáreas, a una altura de 2300 m. Se encuentra en la Microcuenca el Molino la cual abastece las veredas de Santa Helena, Salinas, Tablón del Guabo y la cabecera municipal del municipio de Taminango. Esta zona se encuentran en proceso de restauración gracias a la participación de la comunidad quienes han sembrado plántulas en zonas donde se presentó tala de árboles. Confluyen tres quebradas importantes para sus pobladores la Quebrada la Laguna, Quebrada la Hoya y Quebrada el Molino. Estas fuentes de agua se encuentran parcialmente protegidas por vegetación natural y se presenta el acceso de animales domésticos. Se presentan franjas de árboles sembrados para extraer madera, por lo que algunos animales pueden moverse hacia bosque natural (DELGADO, RUIZ, ARÉVALO, CASTILLO, & VILES, 2008).

- ✓ La Cabaña ubicada en el corregimiento de Santa Cecilia a 1 kilómetro de la Reserva Monte Oscuro, presenta una extensión aproximada de 8 hectáreas, a una altura de 2350 m, teniendo en cuenta el sistema de Holdridge adaptado a las condiciones climáticas de Colombia, se clasifica este sitio como bosque húmedo montano bajo – Bh-MB. Se constituye un importante nacimiento de fuentes hídricas encontrándose humedales y ciénagas que dan lugar a la formación de lagunas de donde surgen cuerpos de agua como la Quebrada la Hoya o Chiquita.

- **Municipio Taminango**

En el Municipio de Taminango se encuentra el Cerro Curiquingue ubicado en la vereda el Páramo a cuarenta minutos de la cabecera municipal de Taminango a una altura aproximada de 1980 metros, con temperatura que oscila entre los 10 a 12°C y un área aproximada de 15 hectáreas. Presenta suelos completamente cubiertos con coberturas vivas y acolchados verdes; el uso que se le da es principalmente agrícola. Se observó la presencia de franjas de bosque con vegetación nativa por la que animales pueden moverse entre otros bosques naturales; el sistema silvopastoril es de baja densidad y mediana diversidad de árboles y arbustos.

- ✓ El Jardín es un área importante por presentar nacimientos de agua y por la presencia de bosque, aves y mamíferos. Se ubica en la vereda Tumbadilla a hora y media del Municipio de Taminango a una altura aproximada a los 1650-1700 msnm, con temperatura promedio 15 y 18°C. En esta zona los suelos se observan completamente cubiertos con vegetación acompañante y acolchados verdes; existen franjas de bosque con vegetación nativa por la que animales pueden moverse entre otros bosques, el sistema silvopastoril es de baja densidad y mediana diversidad de árboles y arbustos.

- **Municipio La Cruz**

- ✓ En el municipio de la Cruz se encuentra el Cerro Negro ubicado entre las veredas El Palmal y Escandoy, ubicadas al Nororiente del Casco Urbano del Municipio de La Cruz, a una altura aproximada de 2800 msnm. Se caracteriza por ser un lugar estratégico de conservación de fauna y flora y de conservación de la quebrada Mochingoy. Los bosques presentan vegetación nativa formándose corredores biológicos donde la fauna puede trasladarse hacia otros bosques aledaños. Se observan cañadas interrumpidas y poco amplias, que protegen parcialmente las fuentes de agua y se observa el acceso de animales domésticos como el ganado en algunos lugares. Está formado por bosques altoandinos con matorrales y herbazales e influencia de vegetación paramuna, ubicados entre los 2800 a 3500 msnm, que cumplen con su funcionalidad biótica, siendo corredores ecológicos, refugios de fauna, centro de dispersión de especies y franjas de transición de muchas especies. Se considera regulador hídrico y regulador del microclima local, su grado de intervención es moderado, debido a la alta presencia de ganado, presentando un alto grado de fragilidad o vulnerabilidad.

- ✓ En el municipio de la Cruz se encuentra la Microcuenca los Cuaicanes, ubicada entre las veredas La Palma y Tajumbina, situadas al Nororiente del casco urbano del Municipio de La Cruz, se encuentra conformada por varios predios que aún no han sido adquiridos por el municipio. Abastece las Veredas de Alto de Ledezmas, Tajumbina, Llanogrande y Cofradia. Estos predios se encuentran a una altura entre los 2800 a 3500 m., contiguos al predio Santa Helena y adyacentes, pertenecientes a Corponariño. Se presentan bosques altoandinos con áreas ecológicamente sensibles que se encuentran protegidos y en proceso de restauración, se observan suelos completamente cubiertos con manejo de plantas acompañantes, coberturas vivas y acolchados verdes. Se tiene en cuenta el

gran potencial hidrobiológico del Páramo que se encuentra en el volcán Doña Juana junto con los volcanes Ánimas y Petacas, y los cinturones montañosos que conforman una región de alta montaña (DELGADO, RUIZ, ARÉVALO, CASTILLO, & VILES, 2008).

2.2.13.4. Áreas de Reglamentación Especial. Las áreas de reglamentación especial incluyen los territorios étnicos y áreas de patrimonio cultural e interés arqueológico. Como territorios étnicos se identifican los territorios colectivos de comunidades negras, resguardos y reservas indígenas, que cuentan con titulación, o se encuentran en el proceso de adquirirla. El Patrimonio Cultural de la Nación (Ley 1185 de 2008) está constituido entre otros, por todos los bienes materiales, las manifestaciones inmateriales, los productos y las representaciones de la cultura que son expresión de la nacionalidad colombiana.

Para determinar las áreas de reglamentación especial, se recopilo la información disponible en las bases de datos del Ministerio del Interior, el SIAC, el Sistema de Información de Alertas Tempranas y el Atlas Arqueológico de Colombia (SIGARE) disponible en el ICANH. Adicionalmente se adelantó la solicitud de las certificaciones correspondientes y se realizó la verificación en campo con apoyo del grupo social.

2.2.13.4.1. Territorios étnicos. Para la identificación de territorios étnicos se recurrió a fuentes secundarias y primarias como la información disponible en el Sistema de Información de Alertas Tempranas *(Sistema de Informacion de alertas tempranas Tremarctos 3.0, s.f.)*, el SIAC y documentos relacionados con la cuenca del rio Mayo donde se determinó que en la actualidad no existen reportes a cerca de presencia de comunidades étnicas.

Adicionalmente como fuente de verificación primaria, se envió una solicitud de certificación de presencia de comunidades étnicas en el área del proyecto al Ministerio del Interior, el cual según certificación no. 0429 del 02 de mayo de 2017, afirmo que "*no se registra presencia de comunidades indígenas, étnicas, minorías y ROM en la cuenca hidrográfica del Rio Mayo*"; además certifica que "*no se registra presencia de comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras en el área de la cuenca*".

Cabe resaltar que de acuerdo con la información recopilada en campo y las intervenciones en los diferentes talleres realizados en los municipios, se encontró que actualmente se viene adelantando la conformación y legalización del primer territorio campesino agroalimentario del

norte de Nariño y sur del cauca, el cual busca constituirse como tal, o en su defecto como zona de reserva campesina (ZRC). En este proceso se encuentran inmersos líderes comunitarios de múltiples indoles. Quienes si llegasen a constituirse podrían entrar en esta denominación.

2.2.13.4.2. Áreas de patrimonio cultural. Respecto al patrimonio cultural de acuerdo al a información recopilada a través del Sistema de alertas tempranas *(Sistema de Informacion de alertas tempranas Tremarctos 3.0, s.f.)*, el SIAC y fuentes de información secundaria, en la cuenca del río Mayo no se reportan areas de patrimonio cultural.

Sin embargo, según el Sistema Nacional de Información Cultural (SINIC), si bien no se cuenta con un área como tal, se cuenta con un patrimonio que es general en el departamento de Nariño como el Vocabulario, el Vestuario, la Gastronomía, la población, entre otros. Adicionalmente de manera particular en la cuenca hidrográfica del rio Mayo se cuenta con un patrimonio cultural en la categoría de personaje representativo que es **Aurelio Arturo**, un poeta de gran trayectoria nacido el 22 de febrero de 1906, en el municipio de La Unión, Nariño.

2.2.13.4.3. Áreas de interés arqueológico. El patrimonio arqueológico, según Ley 1185 de 2008, comprende aquellos vestigios producto de la actividad humana y aquellos restos orgánicos e inorgánicos que, mediante los métodos y técnicas propios de la arqueología y otras ciencias afines, permiten reconstruir y dar a conocer los orígenes y las trayectorias socioculturales pasadas y garantizan su conservación y restauración.

Según la información disponible en el Sistema de Información de Alertas Tempranas Tremarctos, el SIAC y diferentes fuentes de consulta de datos, en la actualidad no existen reportes a cerca de áreas de interés arqueológico.

Igualmente, de acuerdo con la información existente en el Atlas arqueológico de Colombia (ICANH, s.f.), no se presentan áreas de patrimonio cultural ni bienes de interés arqueológico de orden nacional.

Sin embargo, en cuanto a bienes arqueológicos de interés municipal, el Atlas arqueologico de Colombia (ICANH, s.f.), reporta bienes arqueológicos resultado de excavaciones el en el sitio arqueológico de Tajumbina “Tajumbina - Zona 1”, “Tajumbina - Zona 2” y “Tajumbina - Zona 3”, el cual fue reportado por Cadavid y Ordoñez en el año 1992.

2.3. Caracterización Socioeconómica y Cultural

En el presente análisis social se tiene en cuenta la información de diferentes fuentes secundarias e información primaria para caracterizar las condiciones sociales, económicas, políticas, demográficas y culturales de la cuenca y de los municipios que la conforman; específicamente, se utilizaron datos oficiales del Departamento Nacional de Estadísticas DANE, Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y Planes de Desarrollo municipal, que se convirtieron en insumos oportunos y relevantes para apoyar la realización del diagnóstico.

2.3.1. Dinámica Poblacional. La estructura demográfica refleja las principales características de una población en grupos determinados y según determinados criterios; para este análisis se realizará en primer lugar la clasificación poblacional por edad, sexo y sector rural/urbano a nivel municipal y posteriormente se realizara una síntesis de la caracterización poblacional más específica, considerando los sectores censales establecidos por el DANE, con el fin de obtener una aproximación más pertinente a la dinámica poblacional que tiene influencia sobre la cuenca .

2.3.1.1. Distribución de la población en los municipios de la cuenca. De acuerdo con la Tabla 367. ***Población por zonas según censo 2005 con proyección 2017.***, los municipios relacionados con la cuenca registran 152.531 habitantes, según el Censo 2005 con proyección a 2017.

Tabla 367. *Población por zonas según censo 2005 con proyección 2017.*

Población Municipal	Año	Total	Cabecera	%	Resto	%
	Proyección DANE 2017	152,531	41,630	27.3	110,901	72.7

Fuente: DANE Proyección 2017.

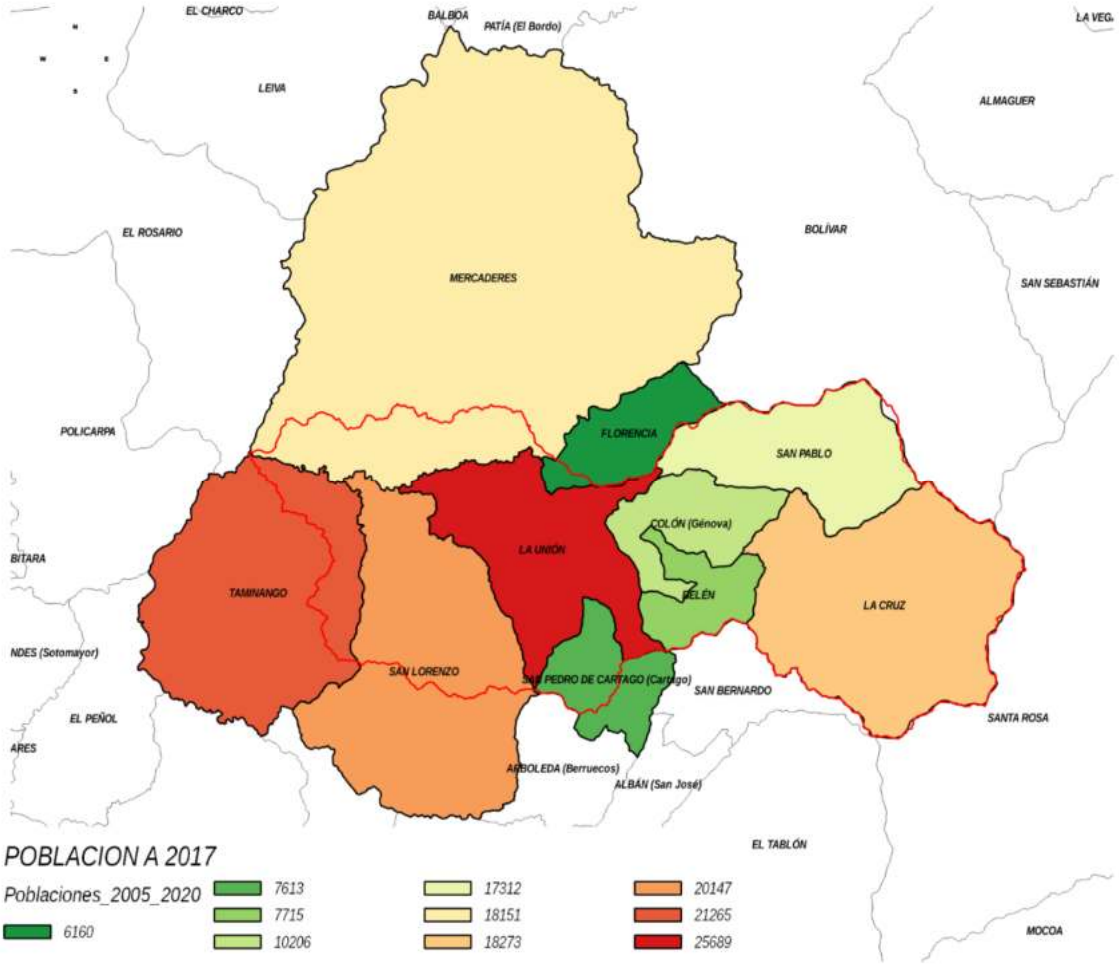


Figura 205. *Mapa Población por municipios a 2017*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

En términos generales, se evidencia la elevada concentración de la población en los municipios de La Unión y Taminango con respecto al resto de municipios de la cuenca; identificando en este sentido, la importancia de estos en la dinámica y presión ambiental y socioeconómica sobre el territorio para el año 2017, según las proyecciones del DANE.

2.3.1.2. Distribución de la población por sector. Por otra parte, en la siguiente figura se visualiza la evolución de la población por zonas, donde se destaca que, pese a la concentración en el sector rural, ésta ha venido disminuyendo levemente y la urbana ha ganado una mayor participación. La cuenca se ha caracterizado por contar con una población eminentemente rural que representa el 72,7% (110.901 habitantes) y la población urbana que representó el 27,3% (41.630 habitantes).

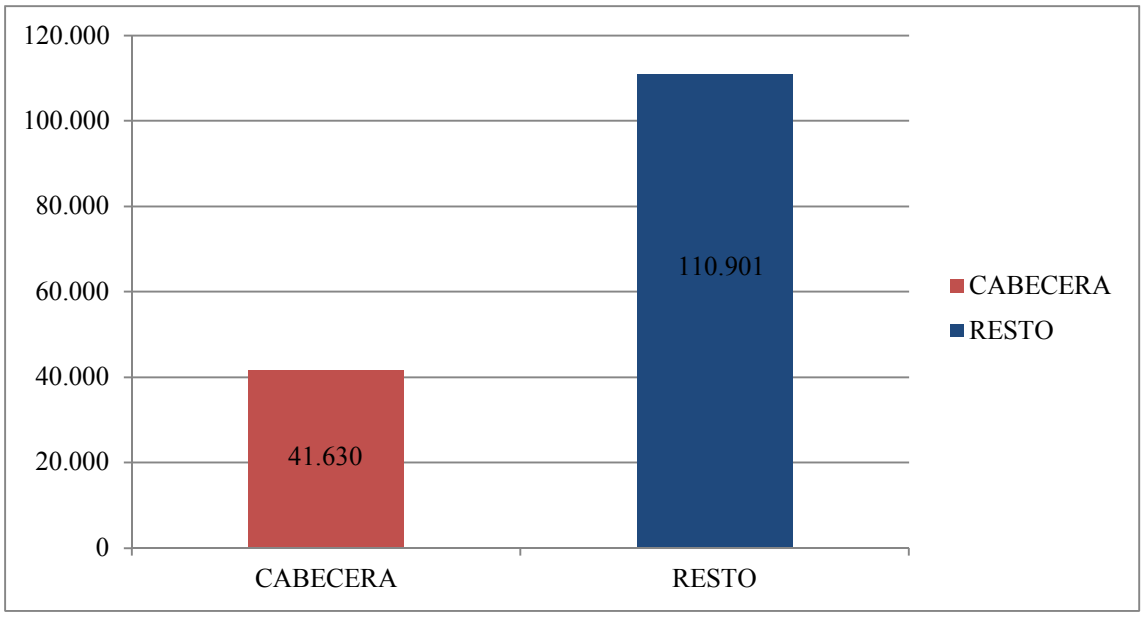


Figura 206. *Población por zonas según censo 2005 (Proyección 2017)*

Fuente: DANE Proyección 2017

De igual manera, se debe tener en cuenta el crecimiento poblacional como factor determinante en la dinámica de los municipios, para lo cual la *Figura 207.* Tasa de crecimiento poblacional evidencia el comportamiento tendencial de dicho indicador en los municipios que tienen influencia sobre la cuenca. A partir de lo cual (y según los cálculos presentados por el DANE) es posible observar que La Unión y San Pablo tienen tasas de crecimiento negativas. Este aspecto puede ser explicado por el aumento de la migración de los habitantes en estos municipios; en contraste, Belén y Taminango, presentan las proporciones más altas de crecimiento demográfico.

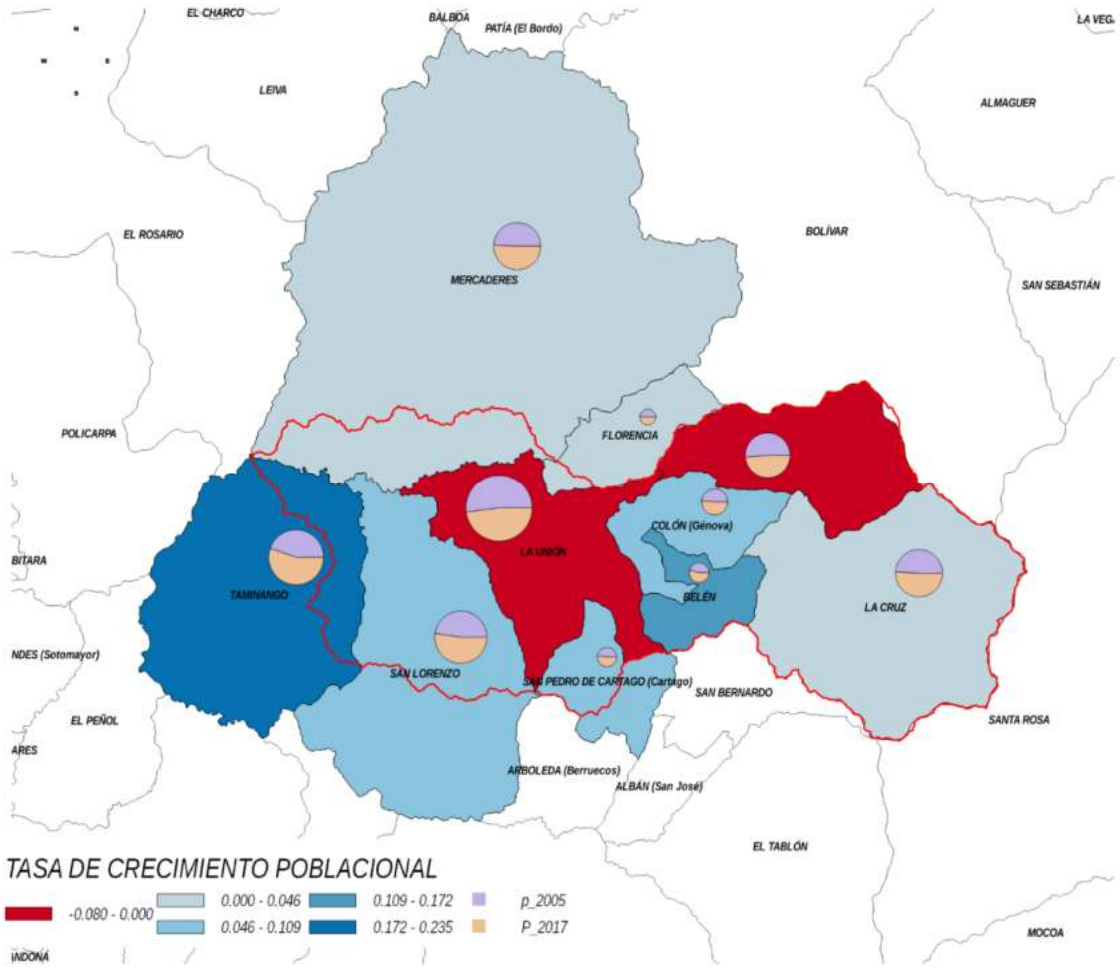


Figura 207. *Tasa de crecimiento poblacional*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

De acuerdo con las proyecciones realizadas por el DANE para el 2017, el número de habitantes de los municipios que integran la cuenca es de 152.531 habitantes, de los cuales el 16.9%, se asientan en el municipio de la Unión, el cual representa el principal centro urbano de la región. No obstante, considerando las veredas y zonas que tienen influencia directa sobre la cuenca (a partir de la aproximación realizada mediante el establecimiento de las zonas censales) se obtuvo que el número de personas que habitan el sector de la cuenca es de 106.585 para el 2017.



Figura 208. *Número de habitantes por cabecera municipal*
Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

Con el fin de realizar una contextualización del área de estudio, se observa a partir de la gráfica anterior, que la cabecera municipal que posee mayor número de habitantes corresponde a La Unión, seguido de San Pablo, Taminango y La Cruz, Belén y Colon Génova, en el orden correspondiente. San Pedro de Cartago, es la cabecera municipal que posee menor número de habitantes respecto a los demás municipios que pertenecen a la cuenca.

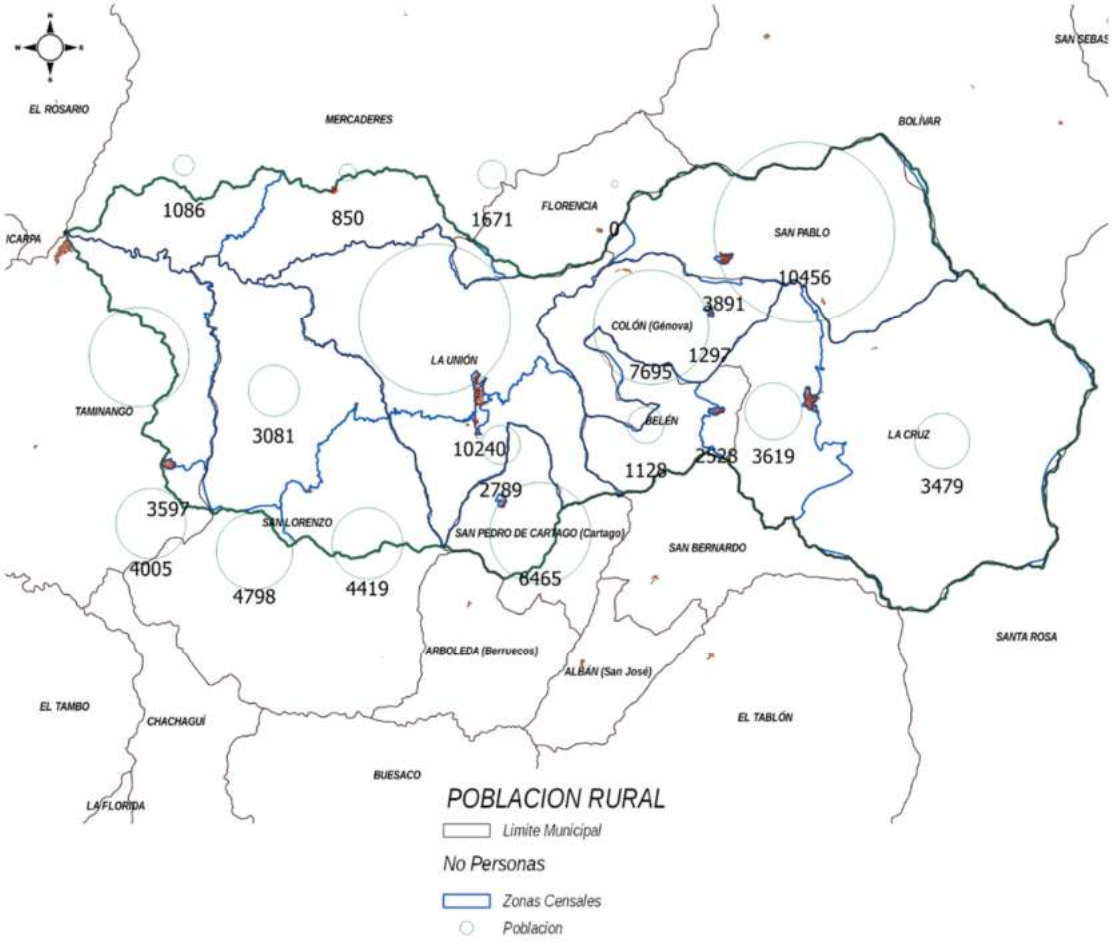


Figura 209. *Número de habitantes por sector rural municipal*
Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

Por otra parte, los municipios que cuentan con mayor número de habitantes en el sector rural son La Unión y San Lorenzo, con 17.139 y 15.070 respectivamente. En contraste, los municipios con menor población rural que influye sobre la cuenca son Florencia, Mercaderes y Belén con 4.696, 3.607, 1.128 habitantes respectivamente.

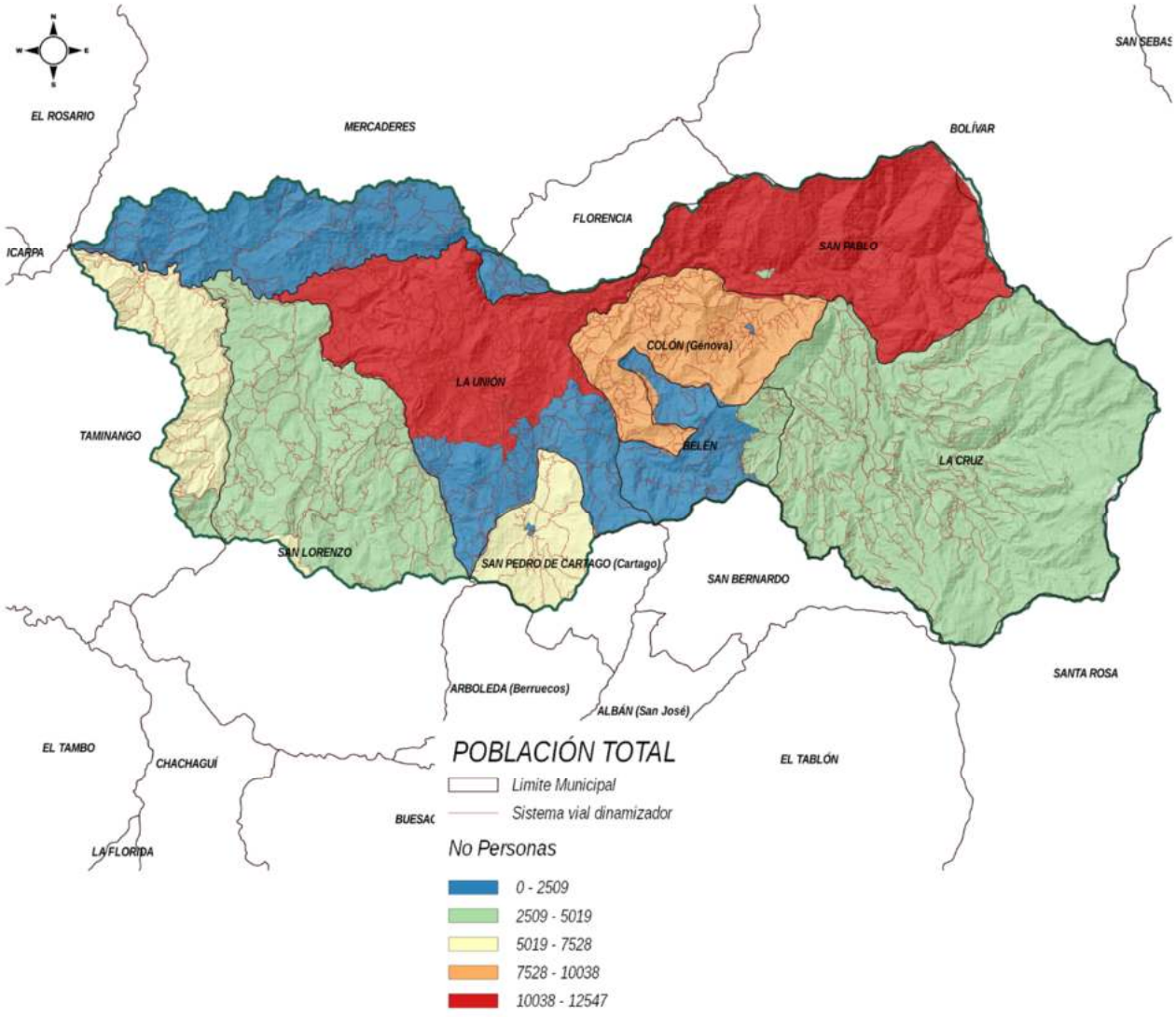


Figura 210. *Mapa Población total por municipios pertenecientes a la cuenca*
Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE
(Ver Anexo Cartográfico 33)

Como se puede observar, los municipios de La Unión y San Pablo, concentran la mayor parte de pobladores que tienen influencia sobre la cuenca Mayo, seguidos de Colón Génova. Mientras que San Pedro de Cartago, tiene una menor participación, debido a que su tamaño es reducido, en comparación con los demás.

La Cruz, al pertenecer a una zona de conservación en el límite con la cuenca, posee menos influencia poblacional, al igual que las áreas que pertenecen a los municipios de San Lorenzo y Taminango, territorios que, por su localización en ecosistemas secos, limitan las actividades

productivas y el emplazamiento de la producción. Florencia, Mercaderes y Belén, presentan menor proporción de personas con relación directa con la Cuenca Mayo, en comparación con los demás municipios del territorio analizado.

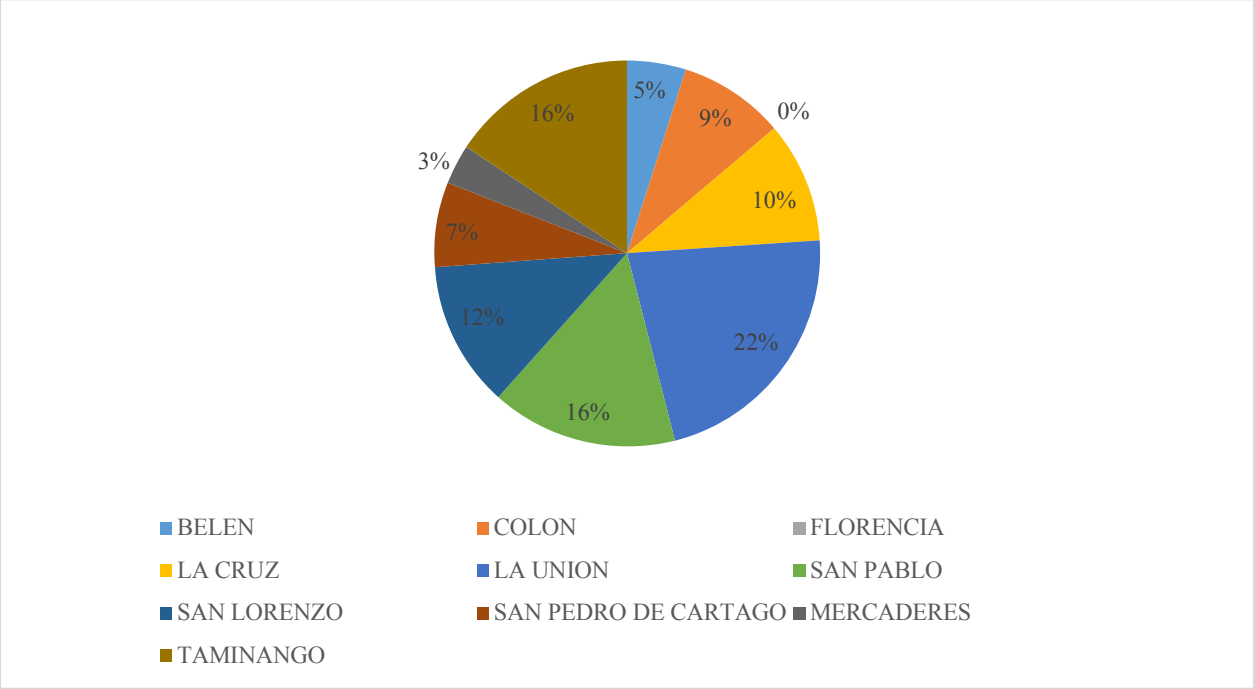


Figura 211. *Porcentaje de la población existente por municipios de la cuenca Rio Mayo 2017.*
Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

2.3.1.3. Distribución de la población por sexo

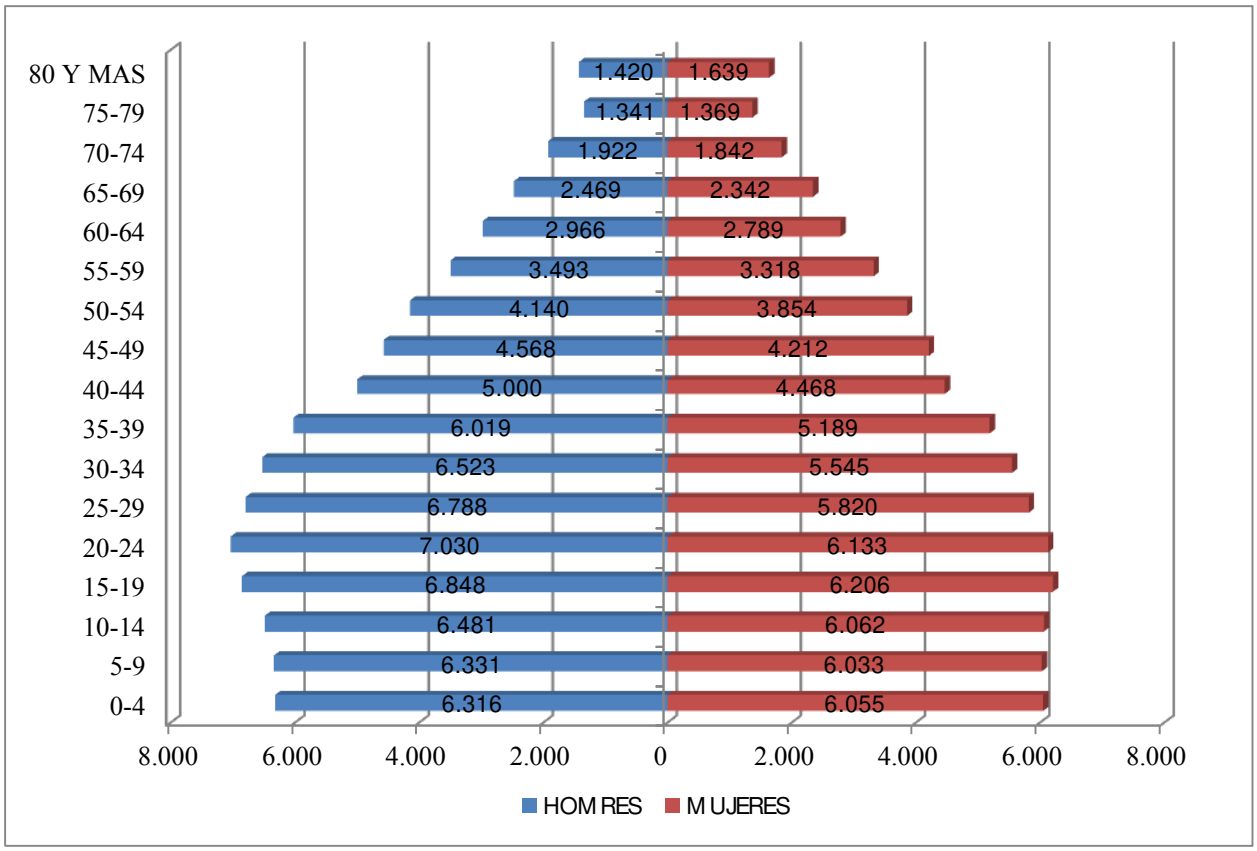


Figura 212. *Pirámide poblacional de los municipios de la cuenca 2017*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

El género con mayor población para los municipios de la cuenca en general es el masculino con el 52,2%, mientras que el género femenino representa el 47,8% correspondiente a 72.876 mujeres (ver *Figura 212*). En cuanto a la variación poblacional por género existe para el 2017 una relación de 0,914 hombres por cada mujer.

En contraste con la información anterior, se presenta a continuación la pirámide poblacional correspondiente a los sectores censales (establecidos por el DANE) que tienen influencia directa sobre la cuenca, además de otros indicadores demográficos que permiten evidenciar algunas de las características de la dinámica de la población en este territorio.

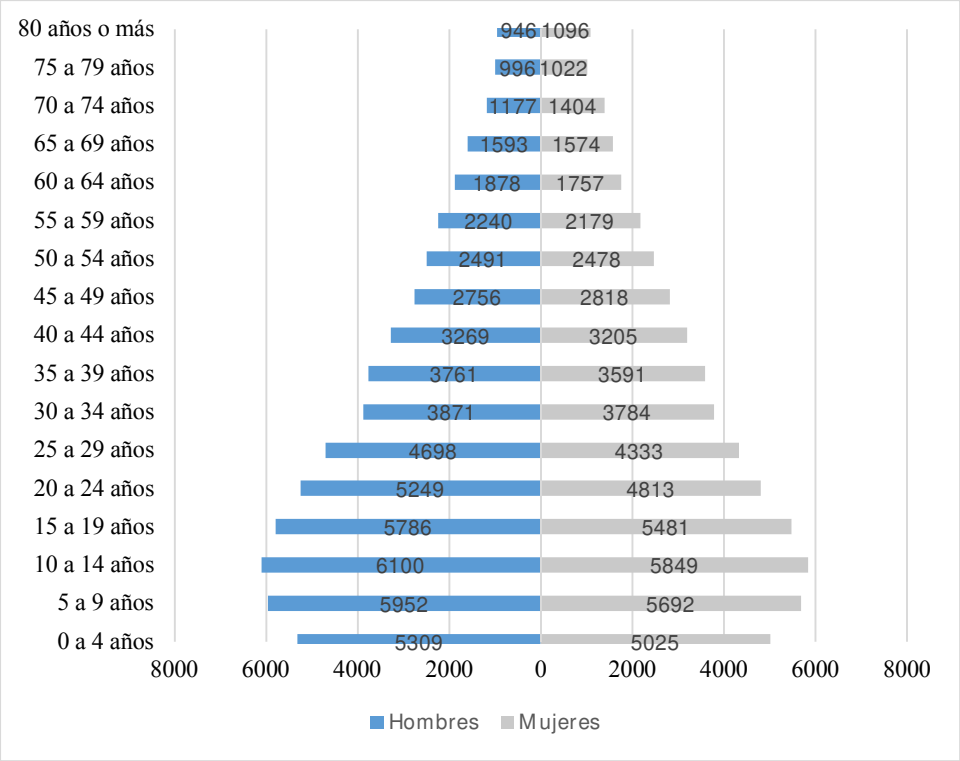


Figura 213. *Pirámide poblacional de la cuenca 2017*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

El segmento de pobladores que habitan en áreas de influencia a la cuenca pertenece predominantemente a grupos poblacionales entre 5 y 25 años, cabe anotar que la proporción entre hombres y mujeres no difiere en gran medida para cada rango de edad. Los habitantes de sexo femenino y masculino que pertenecen a la tercera edad representan comparativamente la menor participación poblacional.

Al considerar la variable sexo necesaria para el análisis, se presenta en la siguiente tabla la población en términos absolutos para cada municipio y el porcentaje de participación correspondiente al total de habitantes con los que cuenta la cuenca Mayo, observando que, tanto en términos numéricos, como porcentuales La Unión, es el municipio de mayor representatividad.

Tabla 368. *Consolidado de la Población por sexo según municipios de la cuenca.*

Municipio	Hombres	Porcentaje	Mujeres	Porcentaje
Belén	2.564	2,41%	2.642	2,48%

Colon	4.914	4,61%	4.582	4,30%
Florencia	-	0,00%	-	0,00%
La Cruz	8.342	7,83%	2.436	2,29%
La Unión	12.828	12,04%	10.775	10,11%
San Pablo	8.222	7,71%	8.372	7,86%
San Lorenzo	5.391	5,06%	7.645	7,17%
San Pedro De Cartago	3.925	3,68%	3.667	3,44%
Mercaderes	1.890	1,77%	1.681	1,58%
Taminango	8.488	7,96%	8.223	7,72%
TOTAL	56.562	53,07%	50.023	46,93%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

En la tabla anterior, se observa que la mayor proporción de la población pertenece a La Unión, ya que representa el 10% de la población, mientras que el sector del municipio de Florencia que tiene contacto directo con la cuenca, no registra ningún habitante, debido a que el área es muy pequeña y en ella se reporta la existencia de bosques.

En el análisis poblacional, es determinante identificar la proporción existente entre hombres y mujeres para establecer algunas condiciones de la dinámica poblacional, a partir de lo cual se obtuvo la siguiente figura, en la cual se visualiza que para la mayoría de los puntos analizados, existe una tendencia a igualarse entre la proporción entre hombres y mujeres, a excepción de La Cruz, zona norte de La Unión, donde la población es predominantemente masculina, y zona norte de San Pablo, donde por el contrario existe mayor concentración de mujeres.

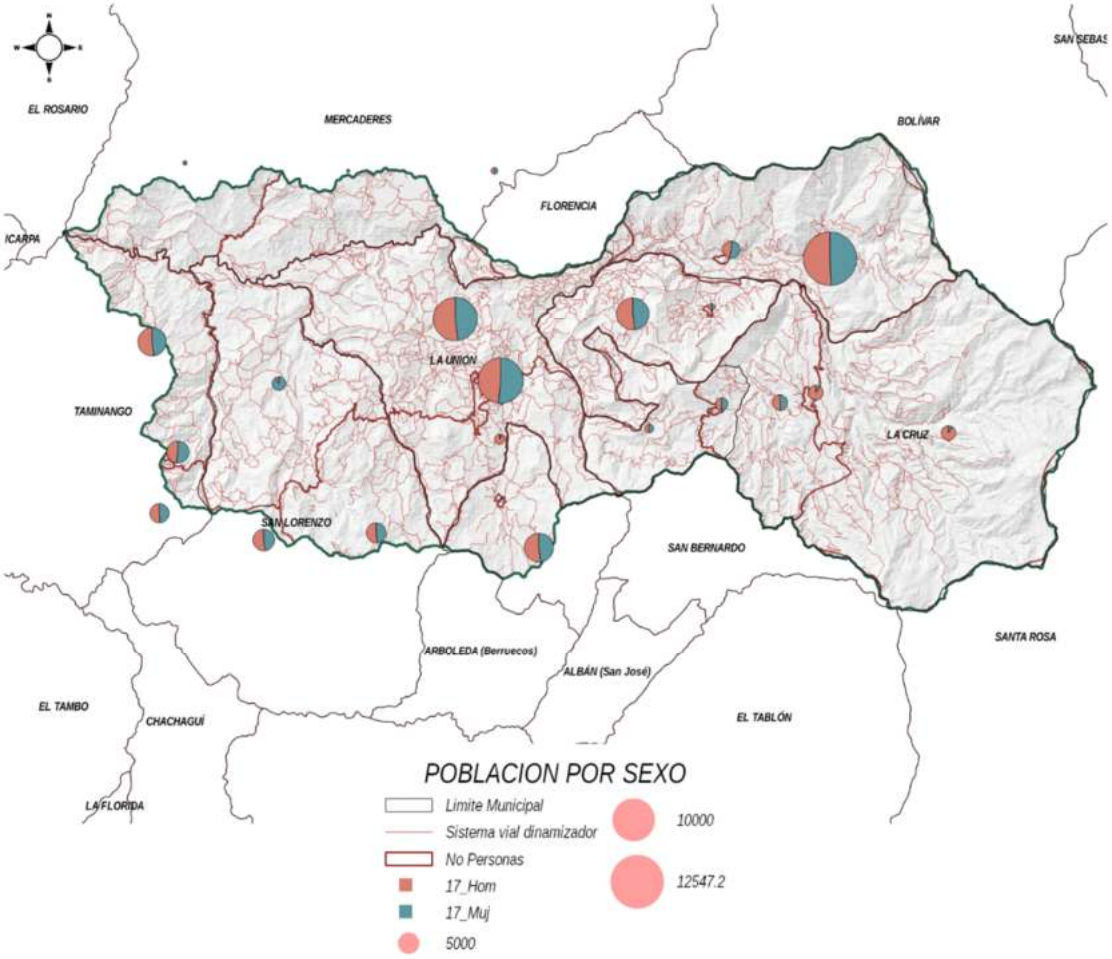


Figura 214. *Población por sexo en la cuenca*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

Considerando la participación de la población de La Unión y San Pablo que influye directamente sobre la cuenca, se establece que, de manera proporcional, en la zona norte de este municipio se concentra el mayor número de mujeres y hombres en el territorio analizado al igual que en San Pablo. En segundo lugar, se ubica Colon Génova, seguido de San Pedro de Cartago, Taminango y una proporción mayoritaria del municipio de San Lorenzo. La menor participación de hombres y mujeres se encuentra en La Cruz, Belén, Mercaderes y Florencia, tal como se evidencia a continuación (ver *Figura 215* y *Figura 216*)

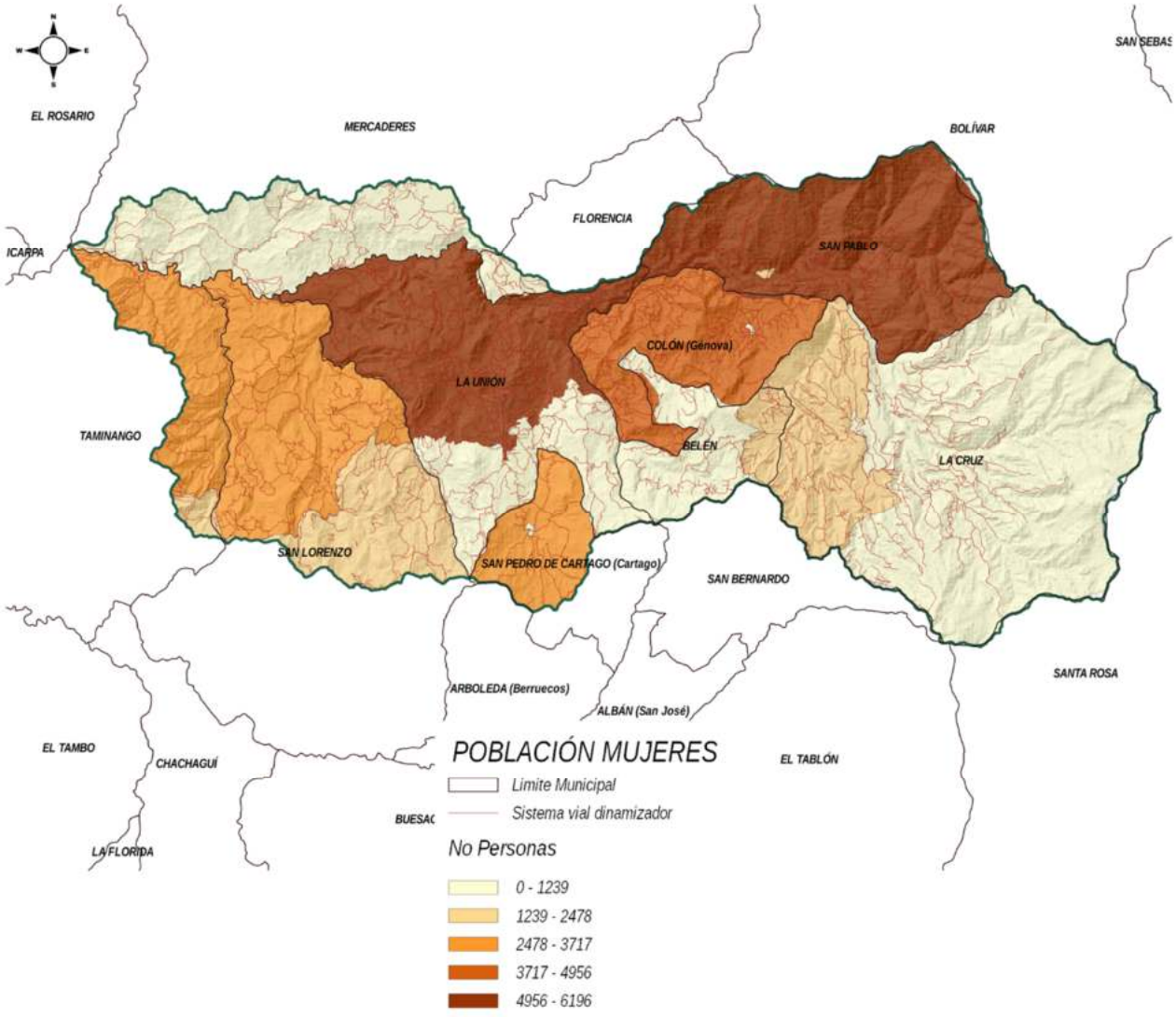


Figura 215. *Mapa Población femenina por sección censal de la cuenca*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

(Ver Anexo Cartográfico 34)

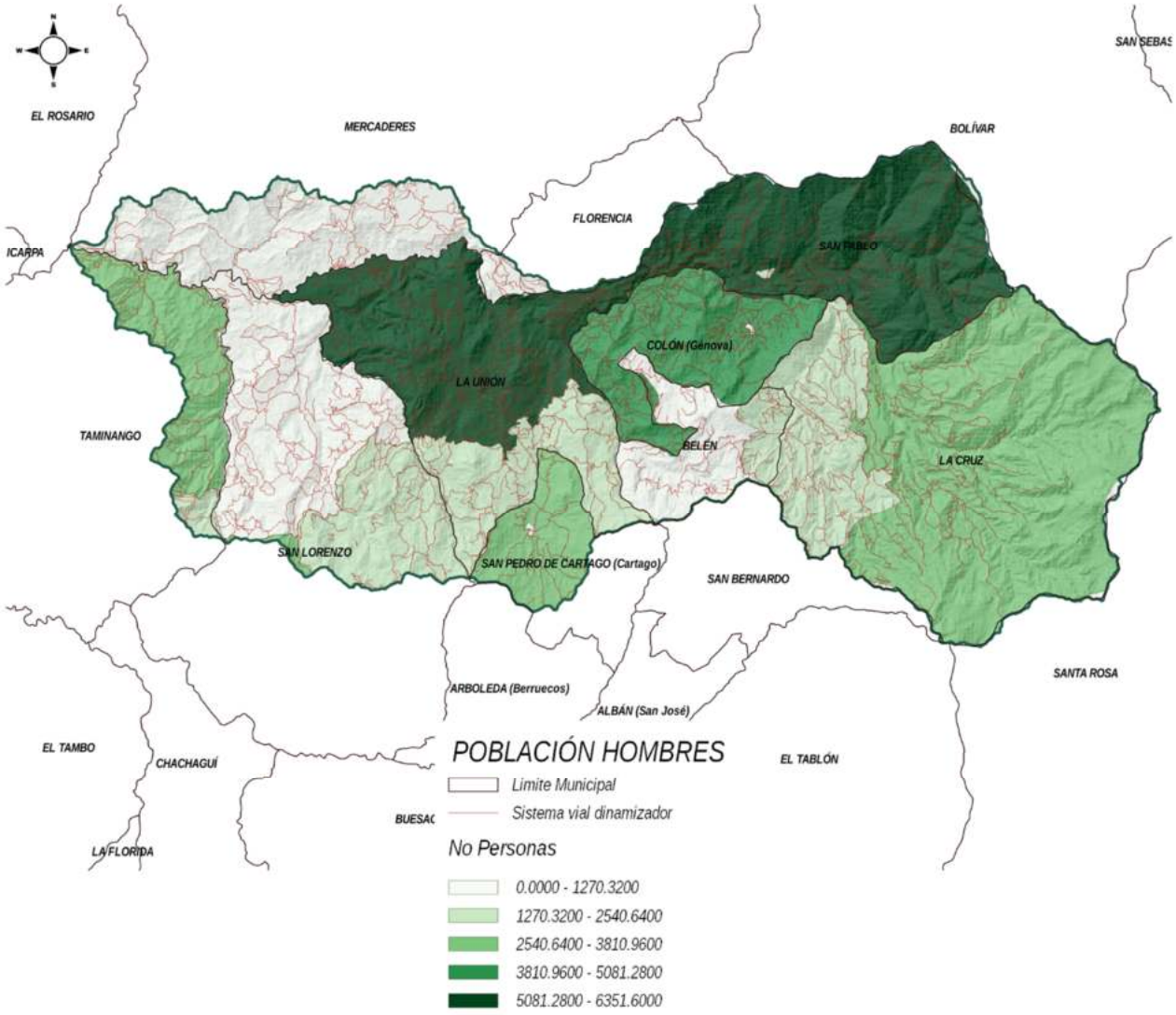


Figura 216. *Mapa Población masculina por sección censal de la cuenca*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

(Ver Anexo Cartográfico 35)

2.3.1.4. Distribución de la población por edad. Se presenta a continuación, una figura, en la cual se refleja la estructura poblacional de los municipios de la cuenca respecto a la edad de sus habitantes, observando que en la mayoría de los municipios se presenta para el año 2017 una tendencia de crecimiento poblacional de los niños y jóvenes entre cero y catorce años. Por otra parte, en Mercaderes y Taminango, existen grupos poblacionales de menor proporción, pertenecientes a grupos de personas entre 20-29 y 50-59 años respectivamente.

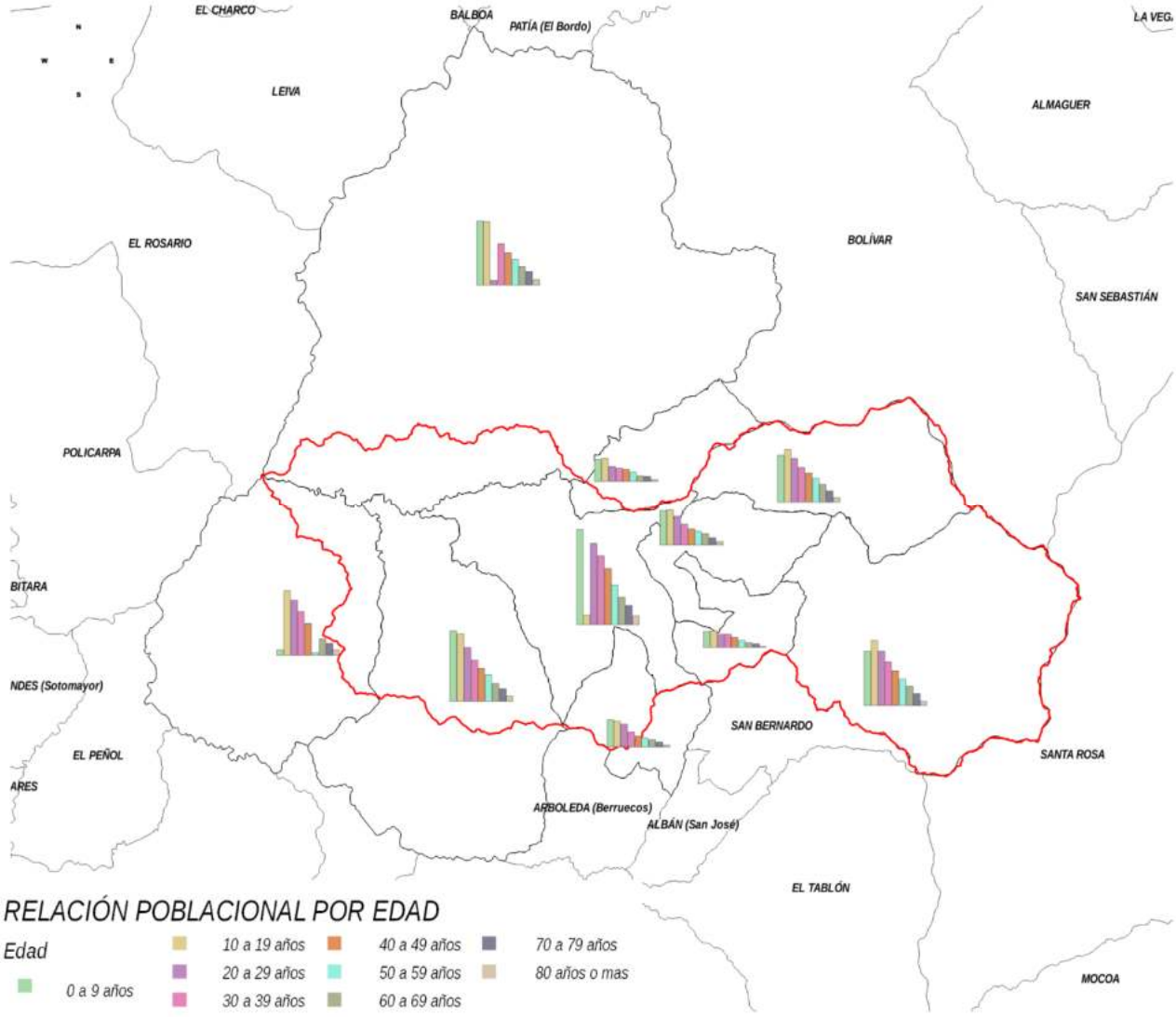


Figura 217. *Relación de población según rangos de edad*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

Tabla 369. *Distribución porcentual de la Población según rangos de edad cuenca*

Edades	Hombres	Porcentaje	Mujeres	Porcentaje	Total
0 a 4 años	5309	4,65%	5025	4,40%	10334
5 a 9 años	5952	5,21%	5692	4,99%	11644
10 a 14 años	6100	5,34%	5849	5,12%	11949
15 a 19 años	5786	5,07%	5481	4,80%	11267
20 a 24 años	5249	4,60%	4813	4,22%	10062
25 a 29 años	4698	4,11%	4333	3,80%	9031

30 a 34 años	3871	3,39%	3784	3,31%	7655
35 a 39 años	3761	3,29%	3591	3,15%	7352
40 a 44 años	3269	2,86%	3205	2,81%	6474
45 a 49 años	2756	2,41%	2818	2,47%	5574
50 a 54 años	2491	2,18%	2478	2,17%	4969
55 a 59 años	2240	1,96%	2179	1,91%	4419
60 a 64 años	1878	1,64%	1757	1,54%	3635
65 a 69 años	1593	1,40%	1574	1,38%	3167
70 a 74 años	1177	1,03%	1404	1,23%	2581
75 a 79 años	996	0,87%	1022	0,90%	2018
80 años o más	946	0,83%	1096	0,96%	2042
total	58072	51%	56.101	49%	114173

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

De acuerdo con la *Tabla 369. Distribución porcentual de la Población según rangos de edad cuenca*, el total de niños y niñas (entre 0 y 5 años) que habitan en la cuenca son 10.334, de los cuales 5.309 son niños (51.3%) y 5.025 corresponden a niñas que representa el 48.6%. De este grupo poblacional, los niños representan el 9% de la población total de la cuenca.

Con respecto a la población escolar, a la cual pertenecen los niños y jóvenes entre 5 y 14 años, se obtuvo que, este segmento de la población representa el 20,6% de la población de la cuenca, que en términos absolutos representan 23.593 niños y jóvenes se encuentran en edad escolar (PEE). Cabe resaltar, que este segmento poblacional está compuesto mayoritariamente por hombres, tal como se indica en la siguiente figura.

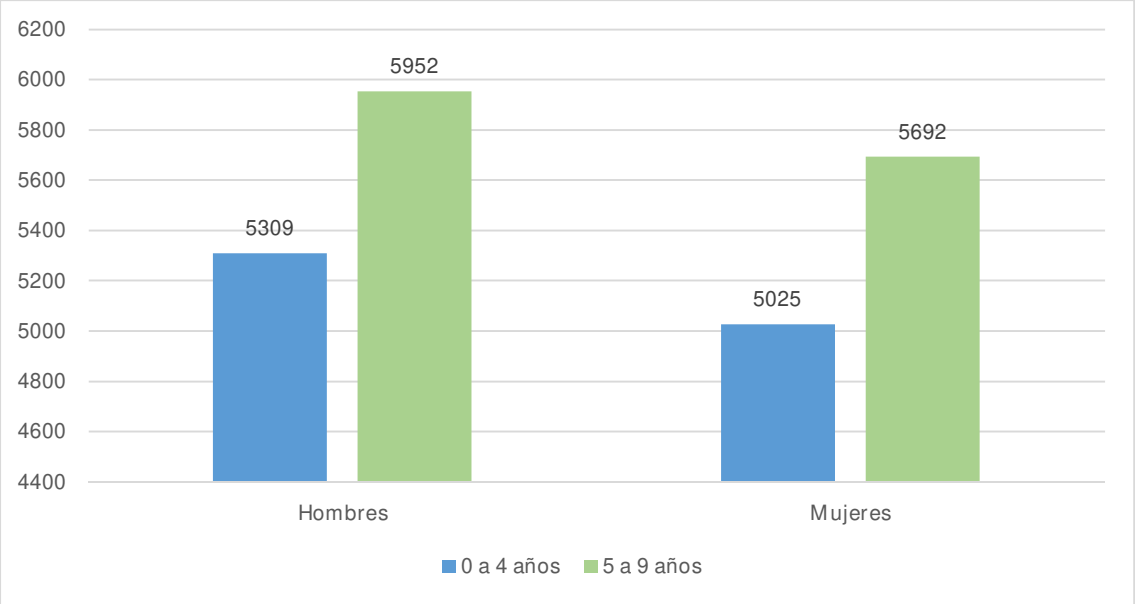


Figura 218. *Población en edad escolar en la cuenca 2017*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

En segunda instancia se analiza la composición de la Población Económicamente Activa, es decir cómo se encuentran distribuidas las personas en Edad de Trabajar (PET), que están laborando o buscan trabajo. En la cuenca, se cuenta dentro de la PET a todas aquellas personas mayores de 15 años que habitan en las zonas rurales y urbanas.

En la cuenca, se registran 35.999 hombres que representan el 31.5% del total de la cuenca y 34.439 mujeres que representa el 30,1% del total de la población de la cuenca, para un total de 59.171 personas en edad de trabajar. Además, se puede observar que los rangos entre 20 a 49 años la población masculina es mayor a la femenina.

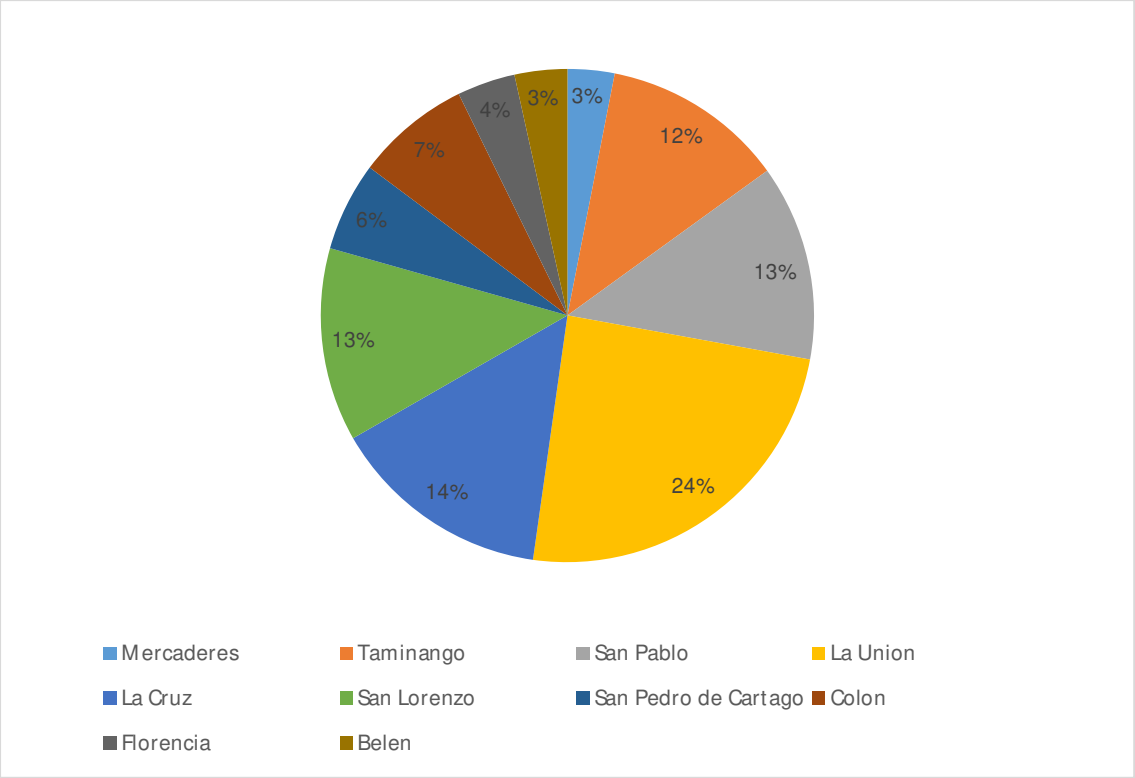


Figura 219. *Porcentaje de la población en edad de trabajar por municipio 2017*
Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

En cuanto a la población en edad de trabajar de la cuenca, se puede evidenciar de acuerdo con la *Figura 219.* Porcentaje de la población en edad de trabajar por municipio 2017*Figura 220.* Población en edad de trabajar según rangos de edad y genero cuenca 2017, que en el municipio de La Unión reside el 24% de dicho segmento (14.405 personas), seguido del municipio de La Cruz (14%), San Pablo y San Lorenzo con el 13%, Taminango con el 12%, y el resto de municipios constituyen con porcentajes inferiores el 37% de la población en edad de trabajar. Adicionalmente, cabe mencionar que para la mayoría de grupos poblacionales por rangos de edad existe predominancia de hombres en cuanto a la cantidad de habitantes (ver Figura 220)*Figura 220.* Población en edad de trabajar según rangos de edad y genero cuenca 2017

Es de anotar que, en la cuenca, esta población desarrolla actividades relacionadas en su mayoría con el trabajo informal, manifiesto en actividad agrícola, pecuaria y los negocios informales tanto de comercialización y transporte en la cuenca.

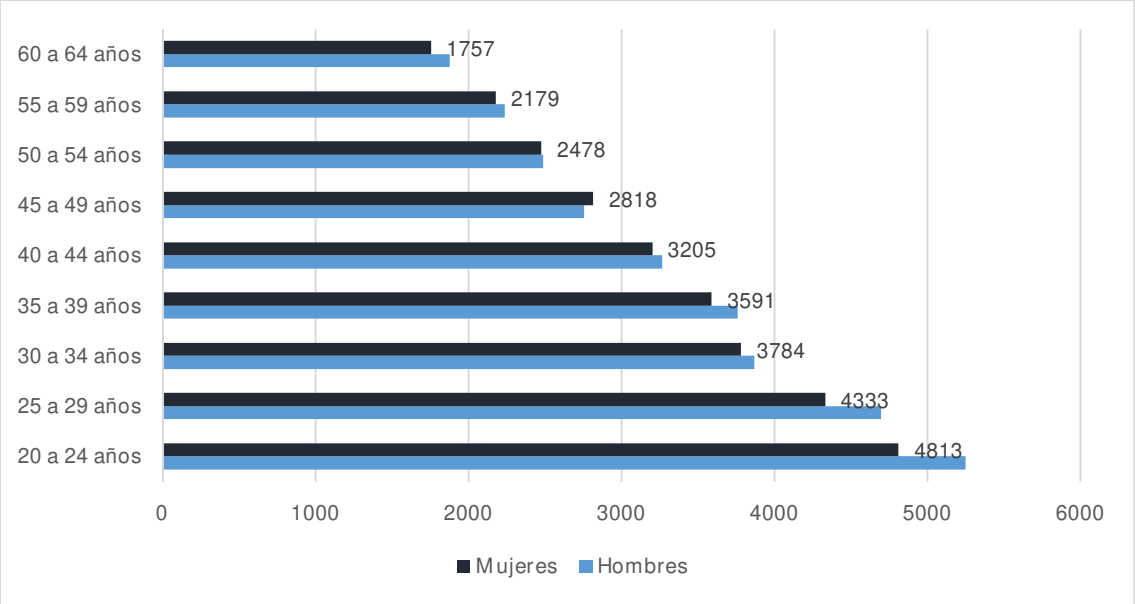


Figura 220. *Población en edad de trabajar según rangos de edad y genero cuenca 2017*
Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

En el segmento de población que pertenece a la clasificación de adulto mayor, se consideran a las personas que pertenecen al grupo etario que comprende personas que tienen más de 65 años.

En la cuenca, las personas mayores de 65 años suman un total de 9.808 personas, predominando el sexo femenino con el 4.46% del total de la cuenca (5.095 mujeres) y el 4,13% representa el sexo masculino de la población adulta es decir 4.712 hombres.

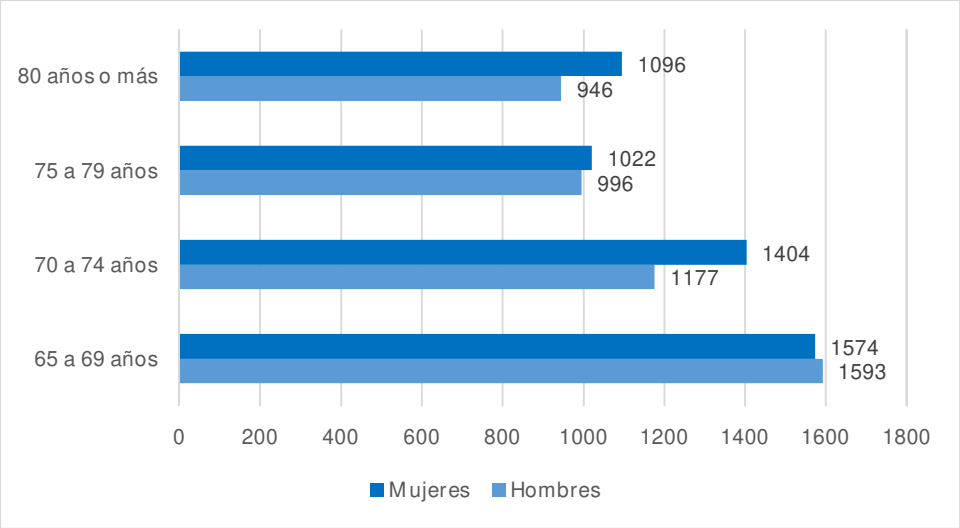


Figura 221. *Población adulta mayor según rango de edad y genero cuenca 2017*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del DANE

La mayor proporción de la población adulta mayor se encuentra en el rango de 65 a 69 años con 3.635 personas, seguido de quienes tienen entre 70 y 74 años con 2.581 personas. En tercer lugar, se ubica el grupo poblacional que tiene 80 años de vida o más, es decir 3.059 personas. La proporción de menos representatividad corresponde a la población que tiene entre 75 y 79 años.

2.3.2. Indicadores demográficos

Tabla 370. *Crecimiento poblacional DANE Proyección 2020*

Municipio	2017	2020	r	r *100%
Belén	7,715	7,894	0.0163	1.63%
Colon	10,206	10,269	0.0044	0.44%
La Cruz	18,273	18,305	0.0011	0.11%
La Unión	25,689	25,270	-0.0126	-1.26%
San Lorenzo	20,147	20,403	0.0096	0.96%
San Pablo	17,312	17,109	-0.0092	-0.92%
Cartago	7,613	7,689	0.0073	0.73%
Taminango	21,265	21,985	0.0248	2.48%
Florencia	6,160	6,190	0.0037	0.37%
Mercaderes	18,151	18,247	0.0040	0.40%
TOTAL	152,531	153,361		

Fuente: DANE (2005). Proyección de población 2020, Ajustado cuenca Rio Mayo.

Tabla 371. *Nacimientos por Área, Según Municipio de residencia de la Madre y Tasa de Reproducción Nacional*

Municipio	Nacimientos Por Área	Tasas De Reproducción (Por Mujer) 2010 - 2015	
	AÑO 2016 P	Bruta	Neta
Belén	52	1.05	1.03
Colon	82		
La Cruz	166		
La Unión	329		
San Lorenzo	171		
San Pablo	135		
Cartago	90		
Taminango	151		
Florencia	71		
Mercaderes	150		

Fuente: DANE (2016P). Nacimientos por Área Municipios, tasa de reproducción (2010). Tasa nacional.

Tabla 372. *Tasa de mortalidad infantil por municipio y Esperanza de vida Nacional*

Municipio	Tasa De Mortalidad Infantil	Esperanza de vida al nacer 2010 - 2015		
	2014	Hombres	Mujeres	Total
Belén	20.25	72.17	77.75	74.89
Colon	17.70			
La Cruz	19.20			
La Unión	16.98			
San Lorenzo	19.83			
San Pablo	15.10			
Cartago	18.95			
Taminango	19.79			
Florencia	13.13			
Mercaderes	19.02			

Fuente: DANE (2014). Defunciones de Menores de Un Año por 1.000 Nacidos Vivos Municipios, Esperanza de vida nacional.

2.3.2.1. Dinámica Familiar. La población de los municipios que pertenecen a la Cuenca está distribuida en 27.086 hogares, con un promedio de 3.2 miembros por cada núcleo familiar.

Tabla 373. *Número de hogares por municipio*

Municipio	Número de hogares
Belén	1039
Colon	2104
Florencia	0
La Cruz	4645
La Unión	6690
Mercaderes	922
San Lorenzo	3347
San Pablo	3535
San Pedro De Cartago	1568
Taminango	3236

Fuente: Redatam DANE

Las condiciones en las que se desempeñan los habitantes que actualmente ocupan la Cuenca del Río Mayo son resultado de un proceso de poblamiento dado por el flujo de colonos que llegaron a la región, atraídos por las riquezas naturales, posteriormente este proceso se fortaleció por oleadas de inmigrantes originados por el impacto de la guerra, violencia política, búsqueda de actividades de sustento a zonas vecinas, etc.

Durante la etapa prehispánica, el territorio que hoy ocupan los departamentos de Nariño y Cauca estaba habitado por numerosas tribus indígenas, entre ellas Quillacingas, Paquinangos, Sindaguas, Patías y Chapanchicas. Una vez conquistaron el imperio Inca, los españoles incursionaron en el suroccidente del territorio colombiano, impusieron, practicas económicas, políticas, sociales y estructurales sobre los pueblos indígenas; también nuevas formas de producción, organización y trabajo, respaldadas por instituciones económicas como la mita, la encomienda, el resguardo, la esclavitud, el monopolio del comercio y establecieron el régimen tributario.

2.3.2.2. Dinámicas de Apropiación y Ocupación del Territorio. Las condiciones sociales de la cuenca del Río Mayo se establecen según variables: históricas, demográficas, servicios sociales básicos, equipamiento territorial y presencia institucional. Específicamente, el proceso de poblamiento estuvo determinado por la llegada de colonos a mediados del siglo XIX atraídos por la explotación de oro y piedras preciosas. Hacia 1948, la violencia política presentada por la disputa entre liberales y conservadores, marco una tendencia en la forma de propiedad de la tierra, la cual se parceló y se entregó a los colonos y campesinos.

Por otra parte, cabe destacar que el proceso de poblamiento estuvo determinado por pautas y patrones de producción y asociación adoptadas por los indígenas, que, para el territorio de análisis se establecieron en zonas de clima templado.

Los complejos característicos del territorio como elementos físicos, (topografía, el clima, hidrografía) económicos, sociales, políticos y culturales, entre otros, a lo largo de la historia han determinado la ubicación espacial de la población. En este sentido, se hace necesario observar las formas heterogéneas de vinculación con el medio y la interacción que determinan las estructuras sociales, culturales y de riqueza material.

Cabe resaltar, que desde mediados del siglo pasado, Colombia ha entrado en un proceso de continua urbanización, pasando de altas concentraciones rurales, ya que según el IGAC (2014) 75 de cada 100 habitantes viven en las cabeceras municipales, cabe resaltar que Nariño, es un municipio, en el cual este proceso ha sido un poco menos dinamizado en comparación con el nivel municipal, es decir que la población que habita en la zona rural de los municipios es más del doble, por tanto, el territorio de análisis no ha percibido las modificaciones a nivel de distribución de la población que se ha dado en la mayoría del país, que paso de ser rural a predominantemente urbano.

Los municipios de la Cuenca siguen siendo eminentemente rurales, considerando los vínculos económicos y sociales de las cabeceras municipales, que están asociadas con las actividades agropecuarias. Por otra parte, en algunos centros poblados se ha visto incrementada la población debido a la dinámica comercial, por ejemplo, el Remolino, que conecta al municipio de Taminango y San Pedro de Cartago con Policarpa y Leiva, además de dar paso al departamento del Cauca.

2.3.3. Sitios de esparcimiento y recreación. En la actualidad, se presentan en los municipios de la cuenca diferentes lugares de esparcimiento, recreación y deporte, tales como canchas de baloncesto, microfútbol, futbol, chaza y polideportivos donde se realizan eventos escolares, culturales, educativos y organizacionales de comunidades para actividades que demandan gran cantidad de público.

Se reconocen a nivel regional algunos sitios de interés turístico que se presentan a continuación:

Tabla 374. *Lugares de ecoturismo*

MUNICIPIO	ECOTURISMO
Belén	Complejo Volcánico Doña Juana
	Truchas las palmitas
	Cerro Chimayoy
Colón	Cascada la palma
	Reserva natural los venados
	Senderos ecológicos cerros El Pulpito, San Cristóbal
	Parador Turístico oasis
	Túneles del oro
La Cruz	Complejo Volcánico Doña Juana
	Cascada y termales de Tajumbina
La Unión	Cerro La Jacoba
	Quebrada La Fragua
	Balnearios de Quiroz
San Lorenzo	Reserva Alto Dalmacia
	La Laguna
	Laguna La Marucha
	Cerro Las Palmas
	Cañón de Juanambu
	Microcuenca el molino
San Pablo	Represa Rio Mayo
	Cerro la campana
	Complejo Volcánico Doña Juana
San Pedro de Cartago	Piscina natural El Concio
	Reserva natural del cerro Chimayoy
Taminango	Complejo turístico Tierra del sol
	Laguna Taminanguito
	Balnearios en Remolino

Fuente: Elaboración propia a partir de Gobernación de Nariño. Portal de datos abiertos GANA

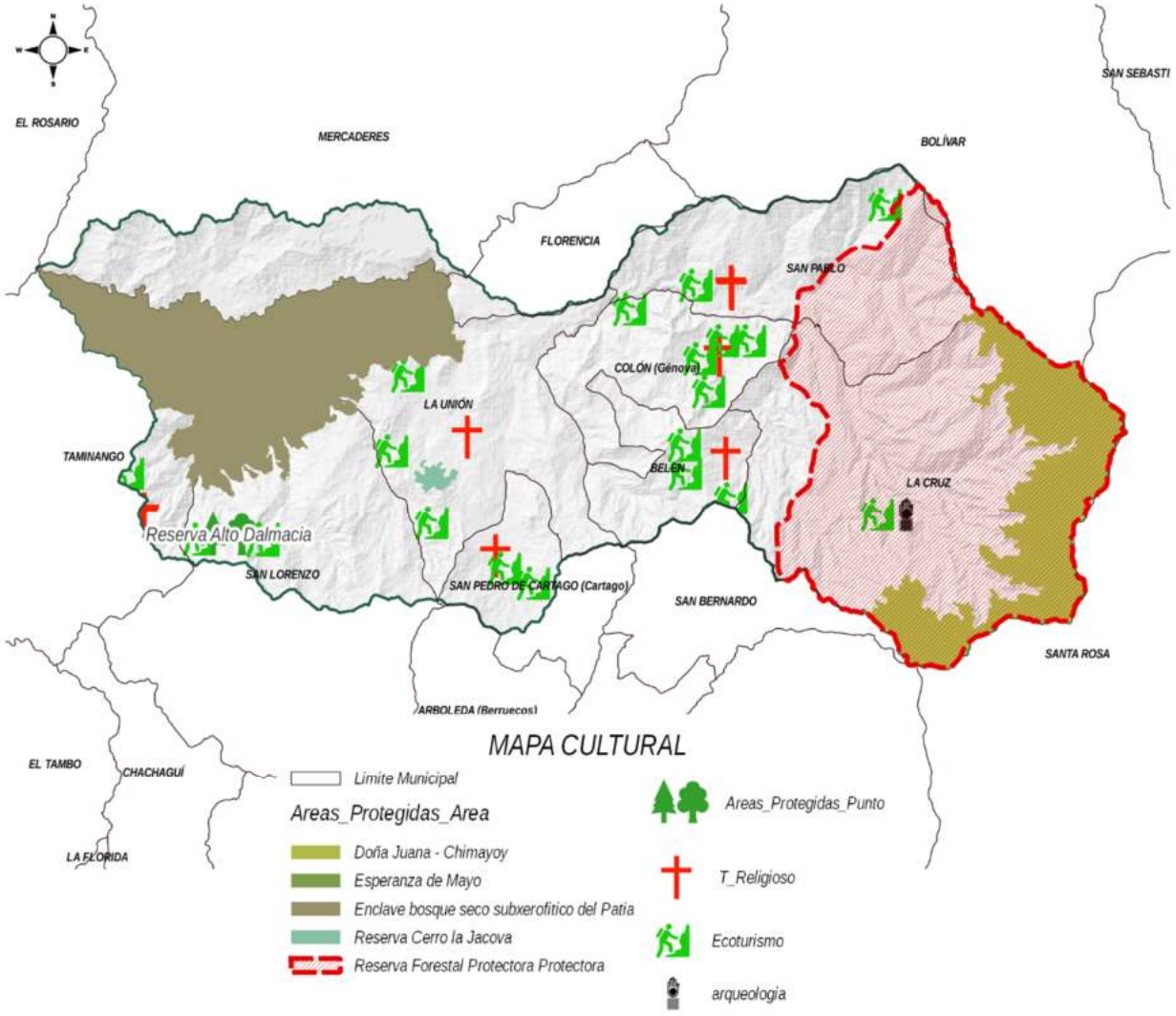


Figura 222. *Mapa Turismo ecológico y religioso*

Fuente: Elaboración propia a partir de Gobernación de Nariño. Portal de datos abiertos GANA

(Ver Anexo Cartográfico 36)

2.3.4. Servicios Sociales Básicos. El eje estratégico social de los municipios de la cuenca se centra en los sectores: educación, salud, vivienda y cultura.

2.3.4.1. El Sistema Educativo. Con la educación se incrementa la calidad de vida, por tanto, se consolida como un derecho que permite en cierta medida asegurar integridad personal, crecimiento profesional y mejorar la convivencia, pues gracias a ella adquiere las condiciones y capacidades necesarias para vivir en sociedad.

En la cuenca, existen 336 establecimientos educativos, de los cuales se entrega en listado detallado en el Anexo 20, que se dividen en sedes principales y sub sedes, las cuales se distribuyen por municipio de la siguiente manera:

Tabla 375. *Establecimientos educativos*

Municipio	Número de establecimientos educativos	Matriculados por municipio
Belén	13	1.119
Colon	27	1.502
La Cruz	40	3.115
La Unión	38	5.332
San Lorenzo	53	3.335
San Pablo	36	2.594
San Pedro de Cartago	19	1.094
Taminango	42	3.176
Florencia	16	1.223
Mercaderes	52	3.229

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de la Secretaria de Educación Nariño (2017), Secretaria de Educación Cauca (2017). Oficina de Cobertura

Con base a lo anterior, se establece que existe una cobertura educativa de 25.719 estudiantes pertenecientes a la cuenca del rio Mayo.

Tabla 376. *Tasa de cobertura educación en los municipios de la cuenca Rio Mayo*

Municipio	Población Edad Escolar 5-17	Total Matriculados	Tasa Cobertura Bruta	Tasa Cobertura Neta	Tasa Deserción
Belén	1.406	1.019	96.48%	64.30%	3.55%

Colon	2.299	1.502	82.08%	52.06%	5.59%
La Cruz	3.820	3.115	140.02%	61.70%	2.14%
La Unión	5.443	5.332	131.82%	76.64%	1.28%
S. Lorenzo	4.464	3.335	82.12%	60.04%	2.70%
S. Pablo	3.620	2.594	93.50%	53.08%	6.65%
Cartago	1.854	1.094	81.24%	51.26%	5.79%
Taminango	4.245	3.176	89.76%	62.58%	3.42%
Florencia	1.352	1.223	107.06%	68.92%	1.55%
Mercaderes	4.194	3.229	84.80%	53.20%	3.38%
Total	32.697	25.619	98.89%	60.38%	3.61%

Fuente: Elaboración propia a partir de P.E.E DANE Proyección 2017 – Cobertura MEN 2017, Secretaria de Educación de los departamentos de Nariño y Cauca.

Según la *Tabla 375.* Establecimientos educativos, del total de la población en edad escolar (32.647) solamente se matricularon 25.619 estudiantes; además, la tasa de deserción es de 3.61%, la cobertura bruta de 98.89% y la cobertura neta de 60.38%.

Una vez considerados estos indicadores educativos, se presenta a continuación en análisis del analfabetismo para cada uno de los municipios que pertenecen a la cuenca.

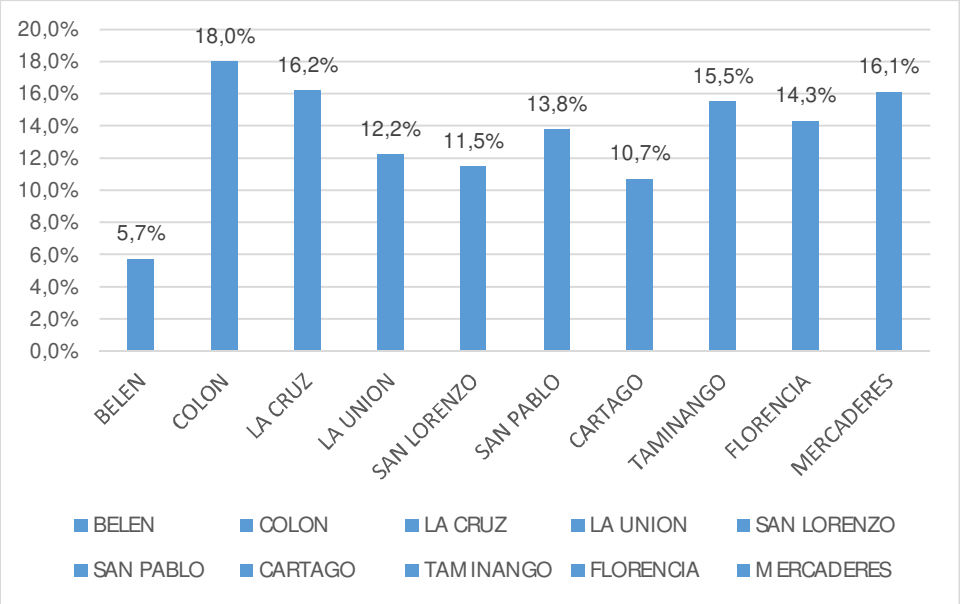


Figura 223. *Tasa de analfabetismo en la cuenca en los municipios de la cuenca*

Fuente: P.E.E DANE (2005) Proyección 2017 – Cobertura MEN 2017, (Secretaria de Educación de Nariño, Secretaria de Educación del Cauca).

El municipio de la cuenca con mayor tasa de analfabetismo es Colon con el 18,0%, él municipio con menor analfabetismo es Belén con el 5,7%, sin embargo, se considera que en general existen tasas representativas de analfabetismo, por ende, se deben promover esfuerzos a fin de reducir esta situación.

Tabla 377. *Tasa de Analfabetismo en la cuenca del rio Mayo*

Municipio	Población 15 años o mas	Tasa Analfabetismo mayores a 15 años
Belén	6,141	5.7%
Colon	7,646	18.0%
La Cruz	14,039	16.2%
La Unión	19,570	12.2%
San Lorenzo	14,914	11.5%
San Pablo	13,303	13.8%
Cartago	5,448	10.7%
Taminango	16,386	15.5%
Florencia	4,575	14.3%
Mercaderes	13,231	16.1%
Total	115,253	13.4%

Fuente: P.E.E DANE Proyección 2.017 – Cobertura MEN, Secretaria de Educación del departamento de Nariño y Cauca.

Considerando el grupo poblacional de personas mayores de 15 años en la cuenca (115.253) se estableció que la tasa de analfabetismo en los municipios de la cuenca del rio Mayo es de 13,4%. En este sentido, se resalta que el alto índice de analfabetismo puede generar una alta vulnerabilidad a delitos ambientales (talas, contaminación, quemas, etc), aparte de difundir problemas sociales.

2.3.4.2. Sistema de Salud. El Ministerio de Salud en conjunto con las direcciones departamentales de Salud y Territoriales han establecido la red de servicios, esta tiene el propósito de asegurar la operatividad funcional, sistémica y equilibrada de la Red Prestadora de Servicios de Salud, a fin de garantizar el derecho a la salud de la población ubicada en su área de influencia en forma equitativa, oportuna integral y humanizada.

Los Prestadores de Servicios de Salud deben habilitar sus servicios e implementar el componente de auditoria para el mejoramiento de la calidad de la atención. En la siguiente tabla se relaciona la cantidad de instituciones por municipio en el área con influencia directa sobre la cuenca del rio Mayo. Se entrega el Anexo 21 donde se amplia la información de EPS.

Tabla 378. *Número de empresas prestadoras de servicios de salud*

Municipio	Número de empresas privadas	Número de empresas publicas
Belén	1	1
Colón	1	4
La Cruz	11	9
La Unión	19	7
San Lorenzo	1	2
San Pablo	4	3
Cartago	1	1
Taminango	10	7
Mercaderes	4	5
Florencia	0	1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de MinSalud (2017). Prestadores Habilitados municipios.

En Nariño los municipios de la cuenca hacen parte de la red Norte, que está integrada por instituciones de diferentes niveles de complejidad, a continuación, se especifica el nombre de algunas instituciones con áreas de influencia representativa:

- ESE Hospital San Carlos Tipo 1 D, ubicada en el municipio de San Pablo y con radio de acción a los municipios de San Pablo y Colón.

- ESE Hospital El Buen Samaritano, Tipo 1 D, ubicada en el municipio de La Cruz y radio de acción a los municipios de La Cruz, Belén y San Bernardo.

- ESE El Remolino, Tipo 1 C, ubicada en el Corregimiento del Remolino, municipio de Taminango, con radio de acción a los municipios de Leiva, El Rosario, Policarpa, Cumbitara y Taminango.

- ESE Hospital Eduardo Santos, con sede en la localidad de la Unión y radio de acción a los municipios de: La Unión, Arboleda, San Lorenzo, San Pedro de Cartago, Colón, Belén, San Bernardo, Taminango para servicios Tipo D; y de mediana complejidad para todos los municipios de esta subregión, excepto los municipios de cordillera occidental que refieren a Pasto.

Los municipios del departamento del Cauca: Florencia y Mercaderes cuenta cada municipio con un Centro de Salud Municipal de primer nivel, pertenecen a la red Cauca, la referencia de sus pacientes la realizan al Bordo y Popayán, estos municipios en algunos casos utilizan los servicios que ofrece la red norte de Nariño por su cercanía en la zona.

Los servicios de salud que se prestan en la red de servicios corresponden a: servicios asistenciales, servicios de ayuda diagnóstica, servicios con soporte terapéutico, programas de control de enfermedades de interés para la salud pública, servicios de consulta externa, urgencias, hospitalización, primeros auxilios, laboratorio clínico, odontología, maternidad, pediatría, farmacia, enfermería y servicios extramurales como brigadas de salud en promoción y prevención, estos últimos se agrupan en tres componentes:

1. Detección Temprana.
2. Protección Específica.
3. Control y tratamiento de Enfermedades de Interés Público.

La problemática reflejada por la comunidad y agentes institucionales, muestra que la falta de cubrimiento de servicios con calidad y la contaminación ambiental agudiza la incidencia en los casos de Enfermedad Diarreica Aguda – EDA e Infección Respiratoria Aguda – IRA, así como los casos de riesgo ambiental (consumo de agua no potable), malnutrición, problemas de violencia intrafamiliar, problemas derivados del maltrato infantil, entre otros. Las patologías son más evidentes en los sectores más vulnerables de la población por un ineficiente control epidemiológico que no garantiza la vigilancia y control permanente de las enfermedades.

Tabla 379. *Mortalidad y vacunación.*

Municipio	Tasa De Mortalidad Infantil- Fallecidos Por Mil Nacidos Vivos	Cobertura Vacunación DTP
La Cruz	19.3	100
La Unión	18.9	100
San Pablo	15.1	92.1
Cartago	19.1	97.6
Taminango	18.5	81
S. Lorenzo	20.1	90.6
Belén	20.3	85.3
Colon	19.2	81.3
Florencia	13.4	81.4
Mercaderes	19.7	88.4

Fuente: DNP (2016). Fichas De Caracterización Territorial 2016

La principal estrategia del Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) para lograr el acceso a la prestación de los servicios de salud incluidos en el Plan Obligatorio de Beneficiosos servicios de salud POS; bajo el principio de universalización al Sistema ha venido incrementando progresivamente y actualmente la cobertura del aseguramiento se encuentra aproximadamente en el 95%.

Según archivos de las Direcciones Locales de Salud de los municipios de la cuenca, la mayor parte de la población de la cuenca, pertenece al régimen subsidiado, y una mínima proporción se encuentra afiliada al régimen contributivo, tal como se muestra en la siguiente gráfica:

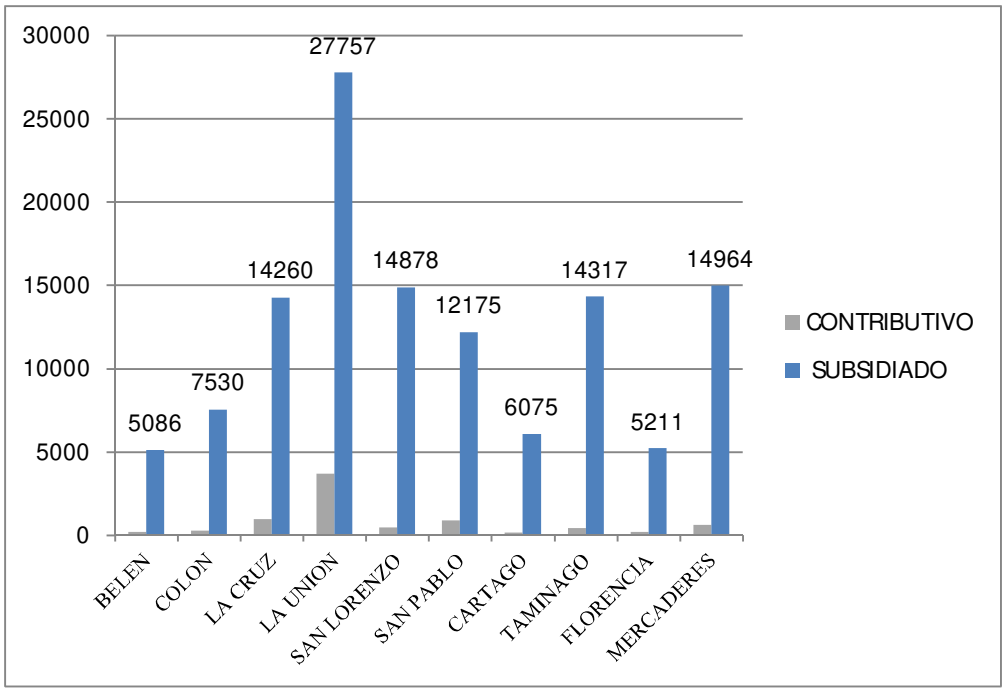


Figura 224. *Régimen de salud según número de afiliados, 2017*

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de DNP (2017). Ficha Municipal DDTS – DNP

En la gráfica se evidencia que el 95.3% de pobladores de la cuenca pertenecen al régimen subsidiado (122.253), mientras que solo el 4.7% se encuentran afiliados al contributivo (7.715 usuarios). Las principales empresas prestadoras de los servicios de salud del régimen subsidiado, que prestan sus servicios en los municipios de la cuenca son: la E.P.S Asmet Salud, Emssanar, Mallamas y Comfamiliar.

Tabla 380. *Número de afiliados según régimen de salud*

Municipio	Total Afiliados	Contributivo	%	Subsidiado	%
Belén	5,272	186	3.5	5,086	96.5
Colon	7,777	247	3.2	7,530	96.8
La Cruz	15,229	969	6.4	14,260	93.6
La Unión	31,425	3,668	11.7	27,757	88.3
S. Lorenzo	15,320	442	2.9	14,878	97.1
San Pablo	13,035	860	6.6	12,175	93.4

Cartago	6,216	141	2.3	6,075	97.7
Taminago	14,720	403	2.7	14,317	97.3
Florencia	5,412	201	3.7	5,211	96.3
Mercaderes	15,562	598	3.8	14,964	96.2
Total	129,968	7,715	4.7	122,253	95.3

Fuente: DNP (2017). Ficha Municipal DDTS – DNP

2.3.4.3. Vivienda. El acceso a la vivienda es un derecho social, económico, cultural y ambiental, por lo cual, se consolida como un elemento vital para dignificar las condiciones de vida de los habitantes, ya que en medio de las concepciones culturales se considera como una necesidad que requiere ser satisfecha para lograr el adecuado desarrollo de la integridad de las personas.

Según el Artículo 51 de la Constitución Política de Colombia: "Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda." Por tanto, el acceso a una vivienda digna es un derecho humano inalienable, ya que un techo inadecuado, atenta de forma directa contra la salud física y mental.

En cuanto al tipo de viviendas en la cuenca, se puede observar que el 93% de las viviendas de los municipios que la conforman son "tipo casa" (31.498 unidades de vivienda), seguida por "tipo cuarto" con el 4.1% de representatividad y en menor medida las personas habitan en unidades de apartamento u otro tipo. (ver Tabla 381. Vivienda según el tipo cuenca Rio Mayo)

Tabla 381. *Vivienda según el tipo cuenca Rio Mayo*

Municipio	Viviendas	Casa	Apartamento	Cuarto	Otro Tipo
Belén	1,083	1,012	19	51	1
Colon	2,142	2,092	13	30	7
La Cruz	4,330	3,647	147	521	15
La Unión	6,700	5,819	453	404	24
S, Lorenzo	3,781	3,674	66	38	3
San Pablo	3,624	3,448	82	90	4
Cartago	1,665	1,634	20	10	1
Taminango	4,319	4,102	49	149	19
Florencia	1,671	1,633	9	27	2
Mercaderes	4,540	4,437	31	61	11

Total	33,855	31,498	889	1,381	87

Fuente: Base DANE

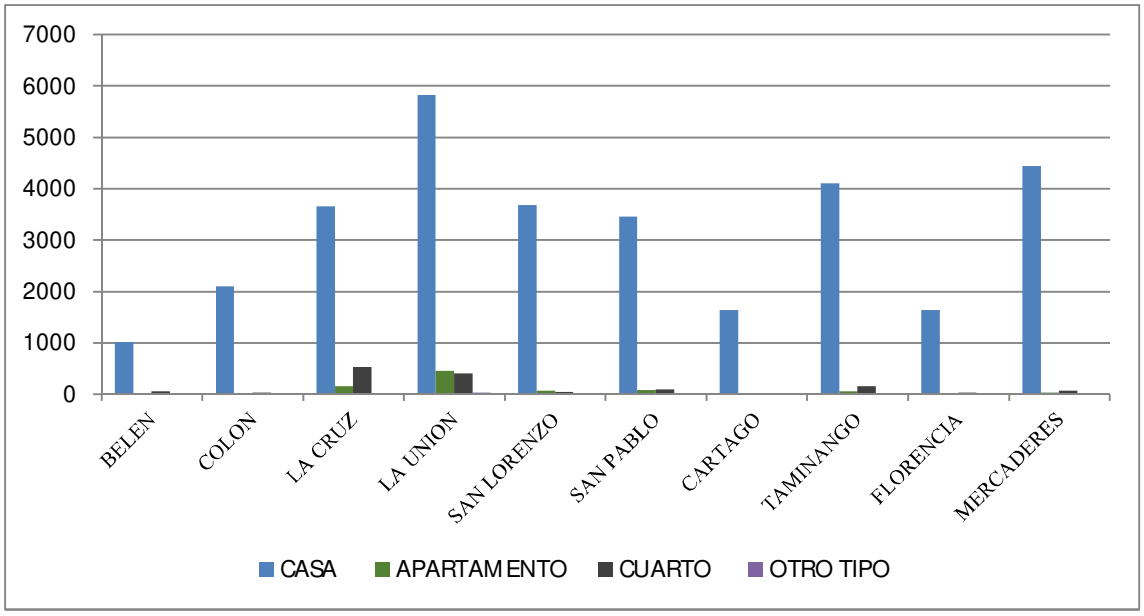


Figura 225. Vivienda según el tipo por municipios de la cuenca

Fuente: Base DANE

En cuanto a los materiales con que se han edificado las viviendas en los municipios de la cuenca, se encontró que el material predominante en la zona es tapia o adobe, seguida del material ladrillo y en menor escala se encuentra bahareque, madera, guadua, zin o plástico, esto deja en evidencia la necesidad de mejorar las condiciones de vivienda digna para las personas que habitan en casas elaboradas con los últimos materiales mencionados.

Tabla 382. *Material de construcción de Vivienda*

Municipio	Ladrillo	Tapia, Adobe	Bahareque	Madera	Guadua	Zinc, Plásticos
La Cruz	1,177	2,747	76	11	6	16
Belen	646	467	42	9	2	2
Colon	171	1,948	25	6	4	
La Union	1,507	4,592	360	55	31	19
S. Lorenzo	550	2,998	50	6	6	5

San Pablo	1,632	2,223	172	15	3	3
Cartago	264	1,231	12	21	1	3
Taminango	943	2,336	82	31	16	6
Mercaderes	1,062	2,733	728	29	12	10
Florencia	319	1,067	27	5		1
Total	8,271	22,342	1,574	188	81	65

Fuente: Base sisben III municipal

En cuanto a los materiales predominantes de los pisos de las viviendas en la cuenca, se pudo establecer que el material predominante en las viviendas es tierra o arena, seguido de cemento o gravilla, en menor proporción baldosa y en una escala inferior alfombra u otros materiales, esta información evidencia la necesidad de crear proyectos que conduzcan al mejoramiento de vivienda rural y urbana.

Tabla 383. *Material de pisos de las viviendas*

Municipio	Alfombra	Baldosa	Cemento O Gravilla	Madera Burda	Tierra O Arena	Otro
La Cruz	2	123	1,232	42	2,625	9
Belen	5	191	519	68	385	
Colon	1	92	293	1	1,766	1
La Union	20	486	2,474	72	3,509	3
S. Lorenzo		98	1,607	37	1,869	4
San Pablo	17	674	2,192	56	1,108	2
Cartago	1	28	518	20	964	1
Taminango	4	74	1,497	8	1,822	9
Mercaderes	1	155	1,292	5	564	1
Florencia		92	891	10	421	1,414
Total	51	2,013	12,515	319	15,033	1,444

Fuente: Base Sisben III Municipios

2.3.4.4. Recreación. En los municipios que conforman la cuenca Mayo, el deporte y recreación representan líneas de grandes fortalezas que deben ser aprovechadas. De manera específica se ha identificado infraestructura deportiva, en la que se registra la existencia de escenarios deportivos y de recreación construidos y/o mejorados como canchas multifuncionales, estadios municipales, dotaciones deportivas. Esta situación es propicia para promover el incremento del número de personas que realizan alguna actividad física y deportiva. Algunos de los deportes más practicados por los habitantes son el futbol, el ciclismo y el baloncesto, entre otros.

A nivel general los municipios de la zona en estudio están comprometidos a crear las condiciones que permitan solucionar los requerimientos de la comunidad en recreación, deporte y generación de desarrollo cultural, además de ampliar su cobertura y mejorar la calidad del servicio.

Realizar actividades tanto culturales como deportivas, conlleva al logro de objetivos comunes y de desarrollo sostenible, ya que impulsan el concepto de ser colectivo y participativo para la creación de una visión futurista benéfica para todos, sin embargo, el abandono de este sector, genera efectos contrarios al bienestar de la población, mayores niveles de ansiedad social y escasos espacios de interacción.

2.3.4.5. Servicios Públicos. La cobertura de los servicios públicos en la cuenca es de suma importancia, ya que permite observar las condiciones en las que cada municipio se ha consolidado en función de las redes brindan diferentes niveles de bienestar asociados, y brindan la posibilidad de acceder a los diferentes servicios que se consideran como un derecho fundamental para la comunidad.

2.3.4.5.1. Acueducto. En los municipios se requiere el aumento de la cobertura, continuidad del servicio y calidad del agua, además de fortalecer el seguimiento y control en la prestación del servicio, adopción de planes departamentales de agua, todo esto considerando que la que la falta de los servicios básicos de saneamiento promueve el incremento de los niveles de contaminación y de las inadecuadas practicas por parte de la sociedad.

Tabla 384. *Cobertura acueducto*

Municipio	Población Urbana	Población Urbana Con Sistema Acueduct	Cobertura Sistema Acueducto Urbano Año 2016	Población Rural	Población Rural Con Sistema De	Cobertura Sistema Acueducto Rural Año 2016

		o Año 2016			Acueducto	
La Cruz	6,633	6,633	100.00	11,616	11,461	98.67
La Unión	10,739	10,739	100.00	15,147	15,147	100.00
San Lorenzo	2,829	2,829	100.00	17,173	12,146	70.73
San Pablo	4,034	4,034	100.00	13,369	11,109	83.10
Colon	1,615	1,615	100.00	8,553	6,588	77.03
Taminango	5,133	5,133	100.00	15,769	14,192	90.00
Belén	2,979	2,979	100.00	4,633	2,504	54.05
Cartago	717	717	100.00	6,871	6,390	93.00

Fuente: IDSN, PAP-PDA, Corponariño

Tabla 385. *Cobertura acueducto*

Población Total DANE 2016	Población Total Con Servicio De Acueducto	Cobertura Total De Acceso Al Servicio De Acueducto Año 2016
18,249	18,094	99.15
25,886	25,886	100.00
20,002	14,975	74.87
17,403	15,143	87.01
10,168	8,203	80.67
20,902	19,325	92.46
7,612	5,483	72.03
7,588	7,107	93.66

Fuente: IDSN, PAP-PDA, Corponariño

2.3.4.5.2. Alcantarillado. En la red de alcantarillado del casco urbano en la mayoría de los municipios de la cuenca Mayo la cobertura es superior al 90%, mientras que la cobertura para la zona rural es inferior al 20% en todos los casos. Esta situación es alarmante, ya que se consolida como un foco de infecciones y de propagación de patologías infectocontagiosas.

El sistema de alcantarillado es deficiente, ya que se evidencia el principal problema en que las redes se encuentran obsoletas o simplemente no existe, por tanto, la falta de tratamiento a vertimientos y genera que los emisores finales depositen sus desechos directamente a los ríos.

Considerando lo anterior, se establece que el sistema de alcantarillado de algunas zonas urbanas necesita ser renovado, pues ya cumplió su vida útil, y por tanto, incrementa los niveles de contaminación sobre los ríos, ya que existen sistemas combinados para el depósito de aguas negras y residuales. Este sistema vierte las aguas negras y residuales en puntos a la cuenca, las cuales no cuenta con sistema de tratamiento.

En el sector rural las aguas servidas se vierten en quebradas, caños, etc, que finalmente terminan contaminando las fuentes de agua con las que se abastecen algunos de los acueductos, haciendo del suministro un líquido no apto para el consumo humano.

Tabla 386. *Cobertura Alcantarillado*

Población Total Dane 2016	Alcantarillado	
	Urbano %	Rural %
18,249	98.43	0
25,886	78.8	0
20,002	84.4	11.3
17,403	95	0
10,168	98.86	0
20,902	85	24.3
7,612	95	40
7,588	97	4

Fuente: IDSN, PAP-PDA, Corponariño

Un ejemplo es Belén Municipio integrante de la cuenca mayo, existen dos sistemas de alcantarillado, uno que presta su servicio al sector residencial o domiciliario y otro al sector industrial representado por las actividades de procesamiento del cuero. Mientras que la red domiciliaria abarca la totalidad del casco urbano, la red industrial se encuentra básicamente instalada en el sector sur y oriental de la población. El sistema de alcantarillo domiciliario es de

tipo convencional que trabaja a gravedad, actualmente recolecta y evacua tanto aguas residuales residenciales como pluviales, trabajando como alcantarillado combinado.

Según el estudio de Caracterización Ambiental de Nariño, realizado por CORPONARIÑO, el alcantarillado del Municipio de Belén es del tipo combinado, es decir, que recolecta y transporta las aguas residuales combinadas (pluviales y sanitarias) y la descarga se realiza sobre la Quebrada Mocondino, que vierte sus aguas luego al río Mayo.

2.3.4.5.3. Aseo

Tabla 387. *Cobertura Aseo*

Población Total Dane 2016	Aseo	
	Urbano %	Generación Ton/Mes
18,249	90	103.6
25,886	80	264
20,002	100	42
17,403	90	72
10,168	80	30
20,902	90	118
7,612	80	32
7,588	90	35

Fuente IDSN, PAP-PDA, Corponariño

Se puede observar que en la mayoría de los municipios existen altos niveles de cobertura de la prestación del servicio de aseo y algunos de ellos cuentan con botaderos a cirlo abierto o por el contrario, poseen un convenio con EMAS, para la prestación del servicio; sin embargo, ninguno alcanza a cubrir en su totalidad al sector urbano. Esta situación es aún más crítica en el sector rural, ya que, el manejo y disposición final de residuos sólidos ordinarios se da mediante prácticas

como enterramiento, quema, botadero a cielo abierto, etc., situación que produce una constante degradación de los suelos y se acompaña de la disminución en los niveles de productividad.

Actualmente, en el Municipio de Belén la disposición final de los residuos sólidos domiciliarios se realiza en el relleno sanitario Antanas ubicado en el Municipio de Pasto y operado por la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS PASTO S.A. E.S.P.

Colon Génova ha avanzado en el porcentaje de cobertura de aseo en el sector urbano y en el centro poblado de Villanueva, como también en la implementación de separación en la fuente en la planta de tratamiento (reciclaje y separación orgánica de basuras).

En la Cruz la cobertura de servicio de aseo en el municipio para el casco urbano es del 90%, para centros poblados la cobertura es del 42% y de la zona rural dispersa es del 0%. Se presta el servicio de recolección dos días a la semana solo en la zona urbana, se realiza la disposición final en Antanas en la ciudad de Pasto.

San Pablo tiene relleno sanitario propio y está ubicado en la vereda los Llanos y posee planta de tratamiento, el manejo está a cargo de Emsanpablo; en el momento no cuenta con una planta para el manejo de residuos sólidos.

San Pedro de Cartago posee planta de tratamiento de aguas residuales y realiza la separación de residuos sólidos, manejo de compostaje, y además, la empresa encargada de prestar el servicio de aseo entierra los desperdicios considerados orgánicos.

En Taminango la Empresa EMAS presta los servicios de barrido y limpieza, recolección transporte y disposición final de residuos en el relleno sanitario de la ciudad de Pasto.

La Unión tiene un relleno sanitario donde se hace control de vectores y manejo de lixiviados, la empresa que presta el servicio es EMLAUNION.

Florencia, realiza el manejo y disposición de residuos sólidos mediante la empresa COOSERFLO E.S.P (Cooperativa de los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Florencia Cauca).

EMPOMER, es la empresa encargada de realizar la recolección de basuras en el perímetro urbano, residuos que se destinan al relleno sanitario administrado por la empresa EMAS.

2.3.2.5.3. Electrificación. El municipio que menor cobertura posee en cuanto a este servicio es Mercaderes con el 81,4%, sin embargo, cabe mencionar que el servicio es de buena calidad, por lo general se presenta con continuidad, es decir, sin interrupciones, no obstante, aún existen sectores en los que no hay acceso al servicio, o se presta el servicio por segmentos de tiempo.

Tabla 388 Electrificación

Municipio	Cobertura energía eléctrica	Déficit	Calidad
La Cruz	100%	0%	Buena
La Unión	98.6%	1.4%	Buena
San Pablo	90.8%	9.2%	Buena
Cartago	97.5%	2.5%	Buena
Taminango	100%	0%	Buena
San Lorenzo	100%	0%	Buena
Belén	100%	0%	Buena
Colon	95.4%	4.6%	Buena
Florencia	95.1%	4.9%	Buena
Mercaderes	81.4%	18.6%	Buena

Fuente: Ficha Municipal DDTS - DNP

2.3.2.5.4. Medios comunitarios de Comunicación. En los Municipios de Cartago, La Unión, San Lorenzo, Taminango, San Pablo, la Cruz, Belén y Mercaderes, hay presencia de emisoras FM comunitarias y que ofrecen espacios relacionados con la conservación del medio Ambiente.

La Unión posee un sistema de TV Cable, que posee un canal comunitario donde se ofrece temas relacionados con el medio ambiente; Por otra parte, como medio escrito existe un corresponsal del Diario Del Sur que realiza reporte de los sucesos de la zona.

2.3.5. Informe de tamaño predial asociado a presión demográfica para la cuenca Río Mayo.

2.3.5.1. Contexto regional. El análisis de la presión y uso del suelo, asociado tanto al cálculo de la unidad agrícola Familiar UAF, como a la distribución y división predial, es relevante para entender como el emplazamiento y distribución de la población que guarda relación con las principales practicas productivas en las diferentes regiones de la cuenca, determinan de cierta forma la demanda ambiental y de servicios ecosistémicos.

Tomando el catastro como medida de análisis para entender la distribución y presión demográfica, se puede determinar que para la cuenca Río Mayo, se presenta una distribución predial dispareja, debido en cierta manera al tamaño de los municipios y la disponibilidad de tierras tanto para la producción de café como para el pastoreo y las asociaciones de cultivos como principales practicas productivas. Se presentan como los municipios más relevantes en su división predial a Taminango, Mercaderes, San Lorenzo y La Unión con un promedio entre los 8.300 y 7.800 predios, en comparación al resto de municipios de la cuenca, los cuales contienen en promedio 1.700 a 5.400 predios.

De acuerdo con la información del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC en su estudio de gestión catastral (2009), los municipios que componen la cuenca del Río mayo constituyen un 10.32% del total Departamental para Nariño, así como un 2,79% en los municipios de Florencia y Mercaderes en el Departamento del Cauca (ver Tabla 389. Relación predial Municipios de la cuenca Vs total Departamental).

Tabla 389. *Relación predial Municipios de la cuenca Vs total Departamental*

Departamento	No Municipios	No de predios Influencia Mayo	Predios Departamento	% participación
Nariño	8	48.922	473.941	10.312
Cauca	2	11.449	409.309	2.79

La población, tanto de la cuenca como de la zona sur del país, más específicamente de los departamentos de Nariño y Cauca, ha generado a través de los años, una estrecha relación de dependencia entre los sectores urbanos y rurales, donde las practicas productivas más importantes se concentran en el sector rural como centro abastecedor de insumos básicos para la subsistencia, así como de materias primas para las practicas industriales y la activación del sector comercial para algunos municipios de la región, es así como se vuelve fundamental realizar

un análisis de la influencia tanto de los principales centros poblados a nivel regional, como de la influencia que tiene la distribución de la tierra a nivel rural, y su dinámica con el sector rural.

La distribución urbano rural en la cuenca se caracteriza por una predominancia rural, característica del comportamiento socioeconómico de ambos departamentos, destacando la relevancia de las prácticas agrícolas y pecuarias en contraposición a la industria y prestación de bienes y servicios tanto administrativos, sociales y económicos en la región norte del Departamento de Nariño, así como al sur del Cauca.

Tabla 390. *Relación predial municipal por sectores*

Municipio	Urbano	Rural	Total
Mercaderes	2376	6430	8806
Florencia	420	2223	2643
Taminango	2279	7660	9939
San Lorenzo	709	7211	7920
La Unión	2474	5483	7957
San Pedro de Cartago	333	2062	2395
Belén	723	991	1714
Colon Génova	456	3052	3508
San Pablo	1232	4251	5483
La Cruz	2104	4869	6973

Lo anterior se evidencia al determinar la relación urbano rural de los predios en la cuenca, donde, de un total de 57.388 predios, el 22,86% corresponde a predios inscritos en catastro como urbanos, mientras el 77,14% se encuentra como rural (ver *Tabla 391*).

Tabla 391. *Relación urbano rural por municipio*

Urbano	Rural	Total	%Urbano	%Rural
13.106	44.232	57.338	22,86	77,14

A nivel municipal, la distribución de la cuenca presenta un comportamiento similar, donde en todos los municipios se determina una distribución predial predominantemente rural, a excepción

del municipio de Belén, donde la relación predial por sectores se encuentra aproximadamente entre el 57% rural y 43% urbano, lo cual responde tanto al tamaño del municipio, como a la disposición de tierras óptimas para la producción a gran escala, y se encuentra asociado a las practicas pecuarias e industriales, y por ende se presenta una división predial menor.

Tabla 392. *Porcentaje de participación predial por zona en los municipios de la cuenca*

Municipio	Total predios	%Urbano	%Rural
Mercaderes	8806	26,98	73,02
Florencia	2643	15,89	84,11
Taminango	9939	22,93	77,07
San Lorenzo	7920	8,95	91,05
La Unión	7957	31,09	68,91
San Pedro de Cartago	2395	13,90	86,10
Belén	1714	42,18	57,82
Colon Génova	3508	13,00	87,00
San Pablo	5483	22,47	77,53
La Cruz	6973	30,17	69,83

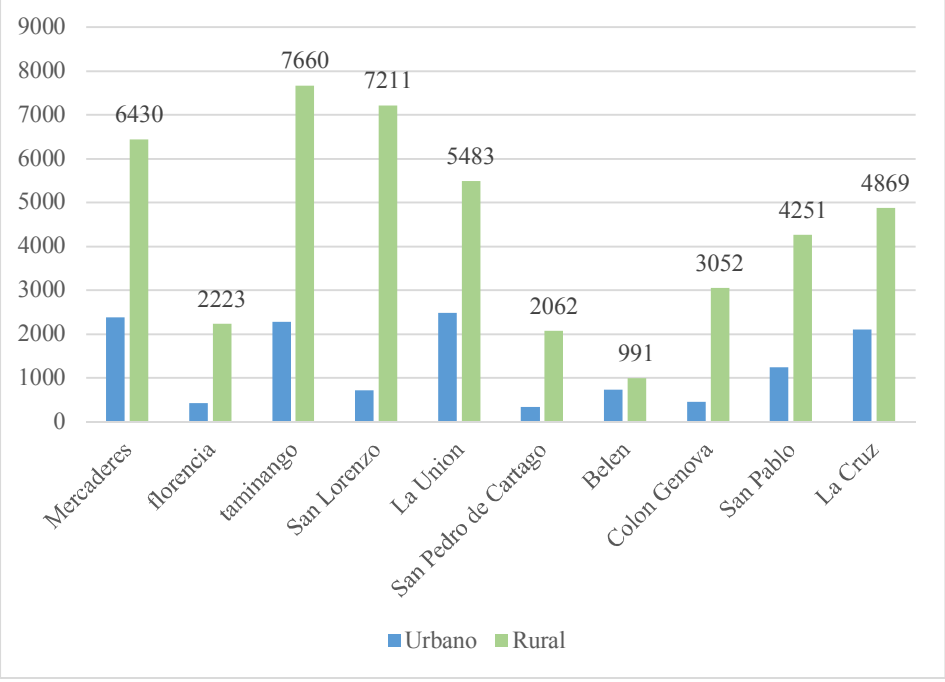


Figura 226. *Relación predial por sector a nivel municipal*

Espacialmente se puede evidenciar que La Unión y Mercaderes corresponden a los municipios con mayor concentración de predios urbanos, así como a Taminango y San Lorenzo son los

municipios con mayor cantidad de predios rurales. De manera general, se observa tanto la dinámica de la vía como eje articulador, así como la dinámica del comercio como un factor que impulsa el emplazamiento en sectores estratégicos de producción en la cuenca.

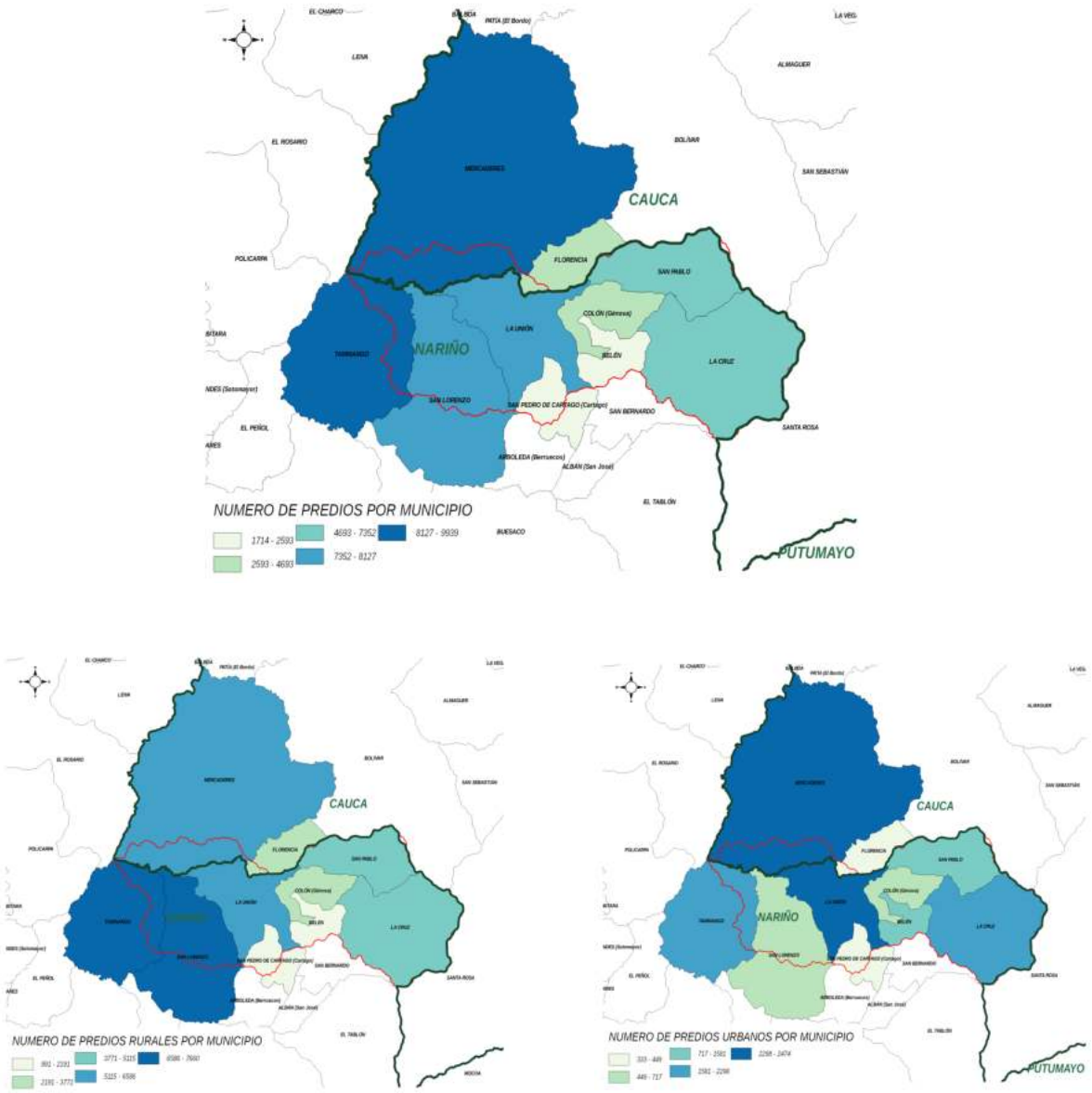


Figura 227. *Distribución poblacional a nivel municipal por sectores*

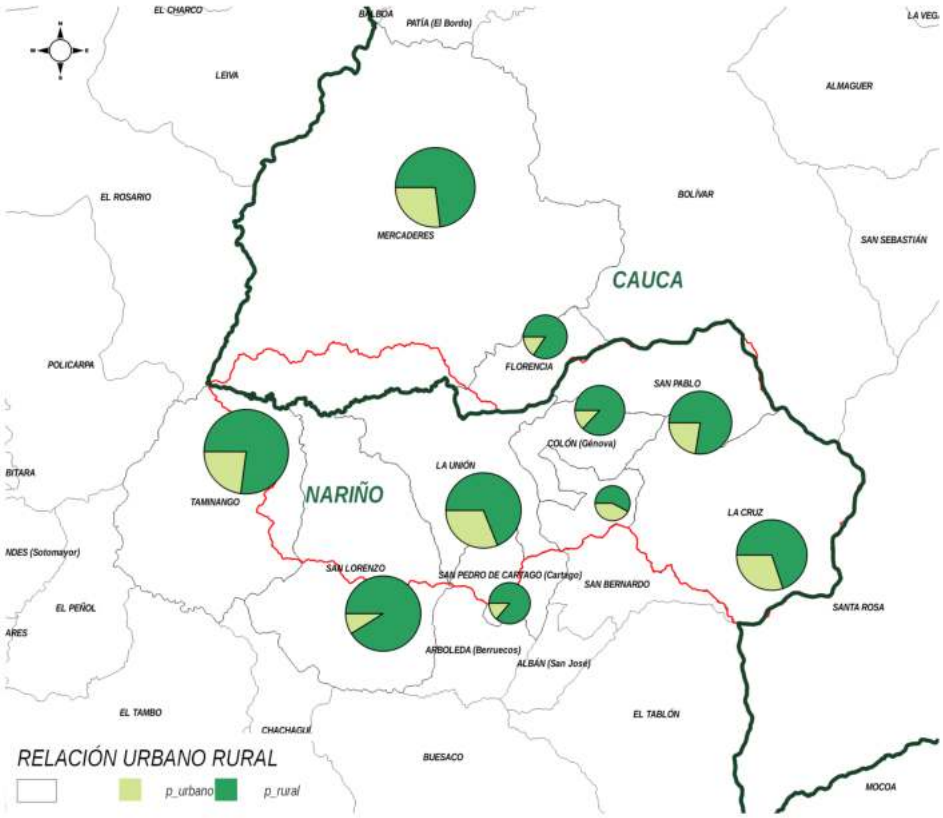


Figura 228. *Mapa Relación predial municipal por sectores*

2.3.5.2. Análisis del avalúo catastral. El avalúo catastral tomado como la estimación del valor del suelo con base a sus características físicas y socioeconómicas, se establece como una referencia clara y concisa para entender cómo se comporta el mercado inmobiliario en la cuenca, además de determinar cuantitativamente el efecto de la presión demográfica y las practicas productivas de la región sobre el aumento o disminución de la plusvalía en cada uno de los municipios que componen la cuenca.

De acuerdo a la información del estudio de gestión predial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC (2009), los municipios que presentan mayor avalúo catastral en la cuenca son Taminango y La Unión, en comparación con Belén y Colon Génova, los cuales representan los menores valores (ver Tabla 393*Tabla 393.* Avalúo total a nivel municipal para la cuenca).

Tabla 393. *Avalúo total a nivel municipal para la cuenca*

Municipio	Código DANE	Total (miles *)	% participación

Belén	52.083	6.020.484	1,49
Colon Génova	52.203	6.790.135	1,68
Florencia	19.290	9.378.311	2,33
La Cruz	52.378	32.993.865	8,18
La Unión	52.399	76.863.715	19,06
Mercaderes	19.450	41.227.800	10,22
San Lorenzo	52.687	34.233.922	8,49
San Pablo	52.693	20.355.152	5,05
San Pedro de Cartago	52.694	13.003.361	3,22
Taminango	52.786	162.424.857	40,27

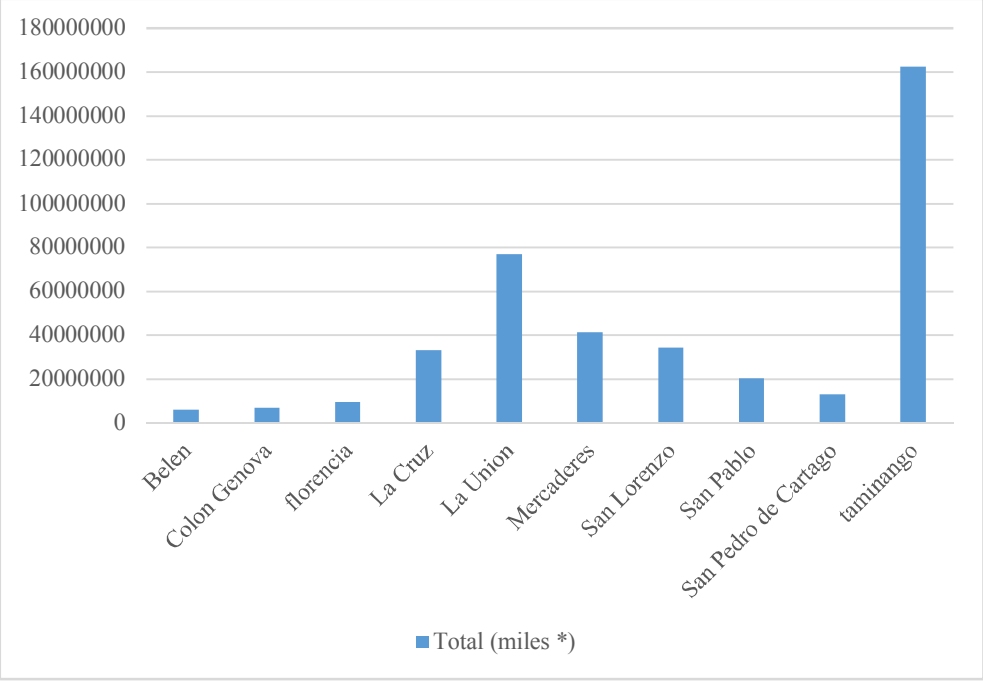


Figura 229. *Avalúo catastral a nivel municipal para la cuenca*

2.3.5.3. Relación del avalúo urbano rural a nivel municipal. De manera general, el avalúo catastral se comporta de forma inversa a la división predial en la región, a pesar de que los predios urbanos presentan valores más altos por metro cuadrado que los rurales.

La relación dispareja de la división predial por sectores en los municipios de la cuenca, no permite llegar al umbral de equilibrio en los valores del suelo, esto se debe a que la relación directa entre los bienes y servicios administrativos y de habitabilidad urbano-rurales abre una brecha entre ambas zonas, esto sumado a que no se presentan prácticas agrícolas y pecuarias de gran escala, así como el escaso grado de tecnificación de las mismas no permite subir la plusvalía rural con respecto a los valores de suelo urbanos (*Tabla 394*).

Tabla 394. *Relación del avaluó catastral por regiones a nivel municipal*

Municipio	Código DANE	Urbano (miles *)	Participación	Rural (miles *)	Participación	Total (miles *)
Belén	52083	3.814.371	63,36	2.206.113	36,64	6.020.484
Colon Génova	52203	1.194.353	17,59	5.595.782	82,41	6.790.135
Florencia	19290	3.361.785	35,85	6.016.526	64,15	9.378.311
La Cruz	52378	25.851.281	78,35	7.142.584	21,65	32.993.865
La Unión	52399	62.120.079	80,82	14.743.636	19,18	76.863.715
Mercaderes	19450	6.951.450	16,86	34.276.350	83,14	41.227.800
San Lorenzo	52687	6.330.090	18,49	27.903.832	81,51	34.233.922
San Pablo	52693	11.999.301	58,95	8.355.851	41,05	20.355.152
San Pedro de Cartago	52694	4.137.912	31,82	8.865.449	68,18	13.003.361
Taminango	52786	153.642.269	94,59	8.782.588	5,41	162.424.857

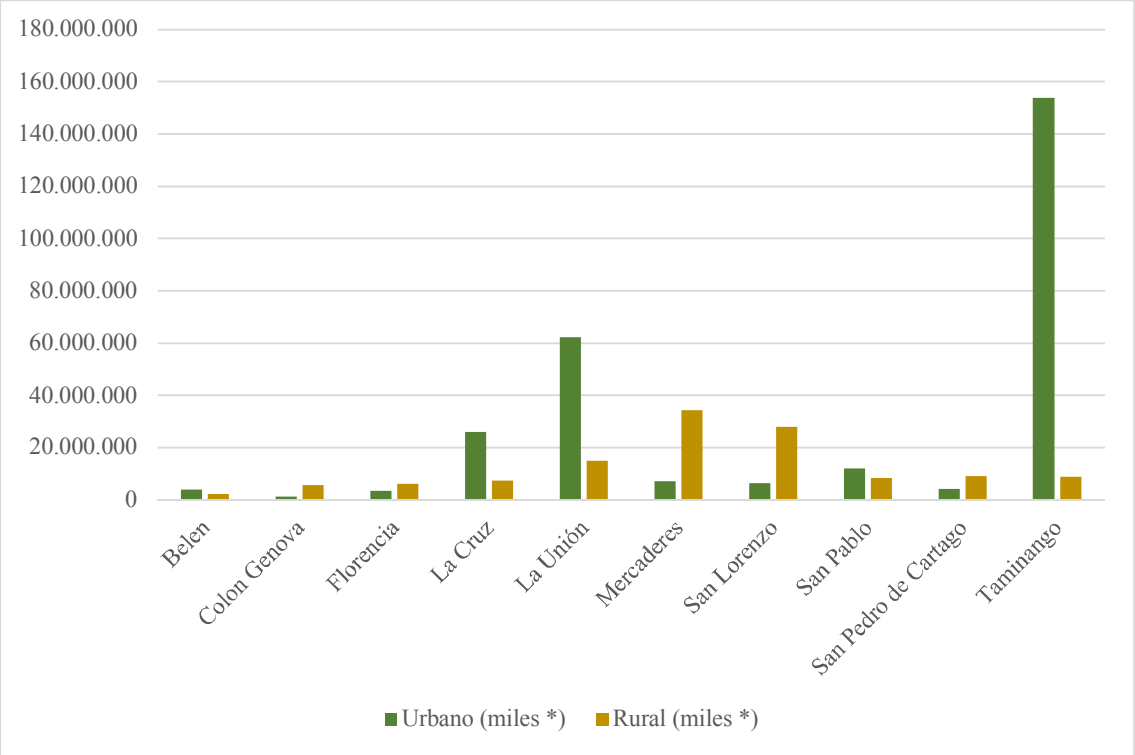


Figura 230. *Relación avalúo urbano rural a nivel municipal*

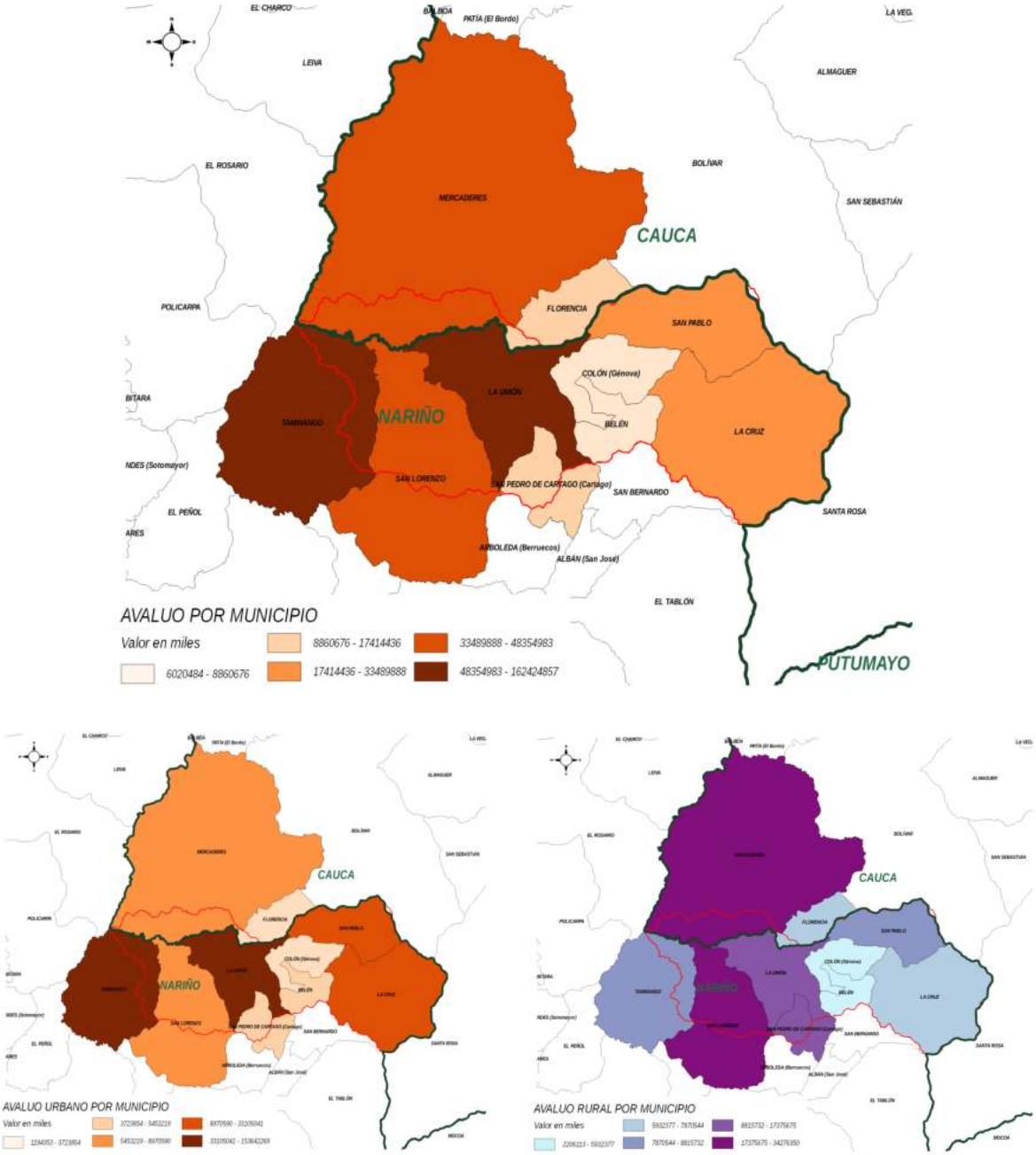


Figura 231. *Avalúos por sectores nivel municipal*

2.3.5.4. Análisis del crecimiento de la presión predial. Con el fin de completar el análisis regional del catastro para la cuenca Río Mayo, se toma como referencia los valores históricos de avalúo y numero de predios para determinar los promedios de valor del suelo en cada municipio, además de establecer cuál es la tasa de crecimiento tanto del municipio en su división predial, como en su avalúo catastral.

De acuerdo con la información del estudio de Gestión Catastral (IGAC, 2009), se tienen en cuenta los valores históricos de 9 años para realizar el análisis de la evolución catastral en cada uno de los municipios de la cuenca; y de acuerdo con esta, establecer de manera teórica cuales son los municipios con mayor tasa de crecimiento predial. Para el cálculo de la tasa de crecimiento para los elementos de división predial y avalúos catastrales se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 59. *Tasa de crecimiento predial*

$Tc = (((V_1Final/V_1Inicial) \wedge (1/Periodo))-1) *100$

Donde Tc: Taza de cambio; V1: variable a analizar; Inicial/Final: valores dela variable en los periodos inicial y final; Periodo: Cantidad de años de muestra

En la tabla se referencian los datos multi-temporales utilizados para el análisis de las variables división predial y avalúos en los municipios que componen la cuenca Río Mayo.

Tabla 395. *Valores división predial multitemporal por zona a nivel municipal*

Municipio	2000		2009	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Belén	646	934	723	991
Colon Génova	352	2913	456	3052
Florencia	1862	1820	420	2223
La Cruz	1677	4400	2104	4869
La Unión	1926	4955	2474	5483
Mercaderes	1804	4650	2376	6430
San Lorenzo	608	608	709	7211
San Pablo	990	4143	1232	4251
San Pedro de Cartago	134	1573	333	2062
Taminango	1898	7295	2279	7660

Tabla 396. *valores avalúos catastrales multitemporal por zona a nivel municipal*

Municipio	2000	2009

	Urbano (miles *)	Rural (Miles *)	Urbano (miles *)	Rural (Miles *)
Mercaderes	2.689.147	15.577.737	6.951.450	34.276.350
Florencia	483.404	1.941.438	3.361.785	6.016.526
Taminango	5.182.100	6.917.766	153.642.269	8.782.588
San Lorenzo	1.839.546	1.839.546	6.330.090	27.903.832
La Unión	13.897.100	11.279.339	62.120.079	14.743.636
San Pedro de Cartago	504.621	2.895.994	4.137.912	8.865.449
Belén	2.562.369	1.714.632	3.814.371	2.206.113
Colon Génova	811.210	4.334.187	1.194.353	5.595.782
San Pablo	3.442.878	6.562.204	11.999.301	8.355.851
La Cruz	5.211.237	5.424.114	25.851.281	7.142.584

A partir de los datos multitemporales presentados anteriormente, se procedió a establecer las tasas de crecimiento, tanto para la variable división predial, como para el avalúo catastral, con el fin de establecer cuáles son los municipios que mayor crecimiento han tenido en el periodo analizado, además de establecer la relación entre el crecimiento predial y el avalúo catastral, en la *Tabla 397* se representan los resultados del cálculo realizado para determinar la tasa de crecimiento para cada una de las variables.

Tabla 397. *Tasa de crecimiento por variable de análisis a nivel municipal*

Municipio	Tc D predial		Tc A catastral	
	Urbano(%)	Rural(%)	Urbano(%)	Rural(%)
Belén	1,26	0,66	4,52	2,84
Colon Génova	2,92	0,52	4,39	2,88
Florencia	-15,25	2,25	24,05	13,39
La Cruz	2,55	1,13	19,48	3,11
La Unión	2,82	1,13	18,10	3,02
Mercaderes	3,11	3,67	11,13	9,16
San Lorenzo	1,72	31,63	14,72	35,27
San Pablo	2,46	0,29	14,88	2,72
San Pedro de Cartago	10,64	3,05	26,34	13,24
Taminango	2,05	0,54	45,73	2,69

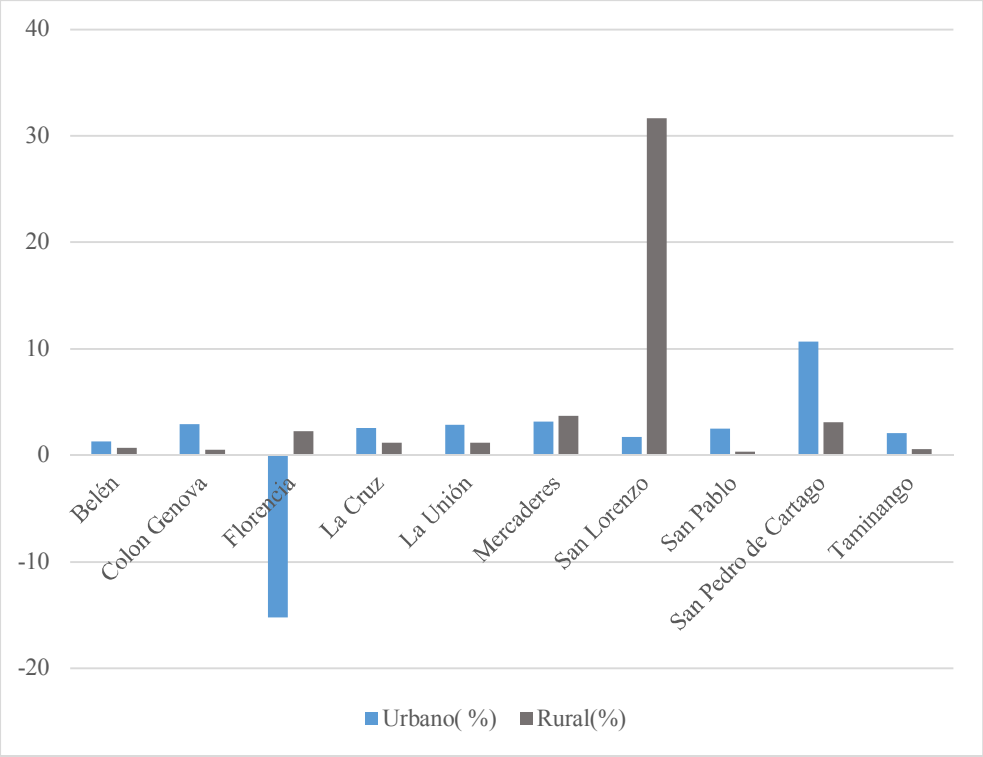


Figura 232. *Tasa de crecimiento división predial por municipio*

Después de realizar los cálculos de tasa de crecimiento, se obtuvo que el municipio que presento mayor crecimiento tanto en división predial como en el valor del suelo municipal fue San Lorenzo con 31,63 en división predial y 35,27 en avalúos para el área rural; seguido de San Pedro de Cartago con 1,72 en división predial y 26,34 en avalúos urbanos. En contraste, el municipio que menos crecimiento ha evidenciado dentro de la cuenca es Belén con 0,66 % rural y 1,26% urbano en división predial y 2,84% rural y 4,52% urbano en avalúos.

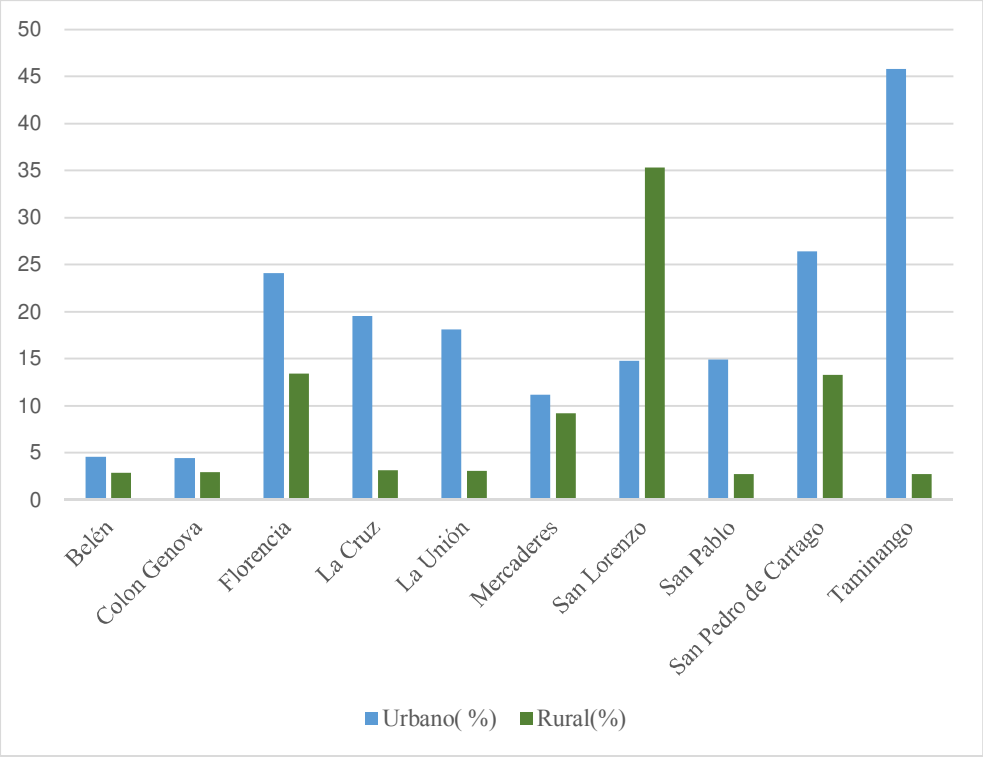


Figura 233. *Tasa de crecimiento avalúo catastral por municipio*

Para el análisis no se puede considerar al municipio de Florencia en el Departamento del Cauca, el cual por motivos de asignación catastral o ajuste de deslindes sufrió una reducción significativa en su número de predios durante los años 2000 y 2001, dejando como resultado del análisis de crecimiento predial valores negativos que alteran el análisis.

2.3.5.5. Distribución predial en la cuenca Río Mayo. Considerando el carácter rural tanto del Departamento de Nariño, como de los municipios del territorio de analisis, el tamaño predial y la distribución de la propiedad se caracteriza por la presencia de minifundios y parcelaciones pequeñas, lo cual, sumado a la cantidad de población presente en la cuenca, genera un fuerte impacto en el suelo y los recursos hídricos presentes en todos los municipios que componen el área de estudio.

Tomando como referencia la información oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, con fecha de actualización 2017, se tienen para la cuenca un total de 35.641 predios, 25.675 predios rurales y 9.966 predios registrados con carácter urbano; con una participación total del 76,04 % urbano, 58,05 % rural y 62,16 % del total municipal.

En la *Tabla 398* y *Figura 234*, se referencia la relación predial de la cuenca con respecto al total municipal.

Tabla 398. *relación predial cuenca vs municipios*

Predios reportados a nivel municipal		
Urbano	Rural	Total
13.106	44.232	57.338
Predios que componen la cuenca		
Urbano	Rural	Total
9.966	25.675	35.641
Relación área de influencia de la cuenca vs nivel municipal		
76,04	58,05	62,16

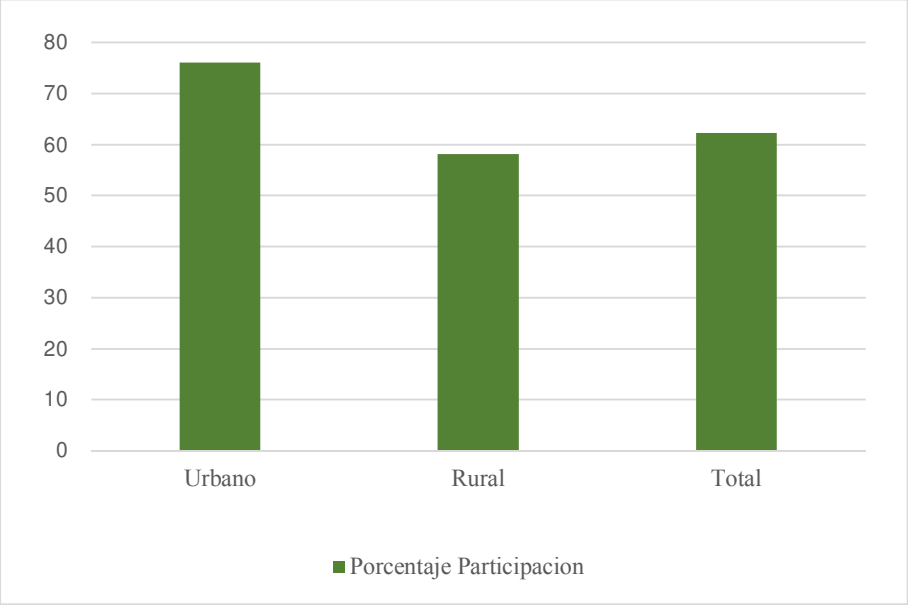


Figura 234. *Relación predial cuenca vs municipios*

2.3.5.6. Distribución predial rural por zona. Al igual que en el análisis de contexto regional, determinar la participación urbano rural es un componente básico para entender el nivel de importancia de los centros urbanos y cabeceras municipales en la región, así como establecer en qué medida los municipios más relevantes ejercen una atracción en la población, lo cual ejerce un crecimiento en la división de la propiedad.

En la cuenca, los municipios que a nivel rural presentan la división predial más significativa son La Unión con un 26.92% y La Cruz con 23.81%, seguidos de Taminango y San Pablo, lo que evidencia la capacidad productiva, la presión demográfica y de servicios y la dinámica en las cadenas agropecuarias de la región, donde los municipios con mayor impacto en la división y parcelación del suelo constituyen en gran medida los principales productores de café, plátano, maíz y tubérculos, además de prácticas pecuarias semi-intensivas. En la siguiente tabla se relaciona la división predial rural a nivel municipal en la cuenca.

Tabla 399. *Numero de predios rurales por municipio en la cuenca*

Cod Municipio	Nombre Municipio	No de Predios	%
19450	Florencia	334	3,52
52083	Belén	744	7,84
52378	La Cruz	2.260	23,81
52399	La Unión	2.555	26,92
52687	San Lorenzo	211	2,22
52693	San Pablo	1.272	13,40
52694	San Pedro De Cartago	346	3,65
52786	Taminango	1.768	18,63

Para el sector urbano, la cuenca presenta una distribución predial marcada por la participación de La Unión con el 24.40% del total para las cabeceras y centros poblados de la cuenca como principal eje dinamizador de la economía y los bienes administrativos de la región, seguido de La Cruz con el 22.23%, considerado como el municipio de emplazamiento y colonización histórica más relevante, además de presentar las condiciones físicas más adecuadas para su crecimiento. En la siguiente tabla se referencia el número de predios urbanos por municipio en la cuenca

Tabla 400. *Numero de predios urbanos por municipio en la cuenca*

Cod Municipio	Nombre Municipio	Numero de Predios	%

19290	Mercaderes	91	0,40
19450	Florencia	1.233	5,48
52083	Belen	1.035	4,60
52378	La Cruz	4.998	22,23
52399	La Union	5.485	24,40
52687	San Lorenzo	2.850	12,68
52693	San Pablo	4.424	19,68
52694	San Pedro De Cartago	1.124	5,00
52786	Taminango	1.243	5,53

La distribución predial de la cuenca determina de cierta forma el grado de presión que se está ejerciendo en el suelo, tanto para labores administrativas y de servicios, como productivas. Teniendo como resultado para la cuenca que los municipios donde se presenta mayor división predial con respecto al número de predios del total es tanto en lo rural como urbano son: La Unión, con una participación del 24,4% del rural y el 26,9 % del total de predios urbanos; y La Cruz, los cuales albergan casi el 50% del total predial en la cuenca, esto debido tanto al tamaño de los municipios en su área de influencia directa, como la relevancia de los mismos con respecto a las diferentes prácticas, asociaciones y cadenas de productores, que ejercen mayor presión sobre el suelo, y generan de alguna manera una dinámica más fuerte sobre el mercado inmobiliario.

De acuerdo con el registro predial urbano, se registra la presencia directa de 16 centros poblados, tanto de orden municipal, como corregimental y veredal, los cuales dinamizan el comercio de los principales productos de la cuenca, además de brindar el acceso a bienes y servicios básicos a la población. En la *Tabla 401*, se referencia la información predial por cabecera y centro poblado en la cuenca.

Tabla 401. *División predial por cabecera y centro poblado en la cuenca*

Cod Cabecera	Municipio	Nombre Cabecera	No Predios	%
1945001	Florencia	Corregimiento Arboleda	334	3,35
5208301	Belén	Cabecera Municipal Belén	672	6,74

5208302	Belén	Vereda Santa Rosa	72	0,72
5220301	Colon (Génova)	Cabecera Municipal Génova	287	2,88
5220302	Colon (Génova)	Corregimiento Villa Nueva	189	1,90
5237801	La Cruz	Cabecera Municipal La Cruz	2.160	21,67
5237802	La Cruz	Inspección de Policía San Gerardo	100	1,00
5239901	La Unión	Cabecera Municipal La Unión	2.493	25,02
5239902	La Unión	Corregimiento Santander	62	0,62
5268702	San Lorenzo	Corregimiento Santa Cecilia	100	1,00
5268703	San Lorenzo	Inspección de Policía El Carmen	111	1,11
5269301	San Pablo	Cabecera Municipal San Pablo	1.115	11,19
5269302	San Pablo	Corregimiento Briceño	157	1,58
5269401	San Pedro de Cartago	Cabecera Municipal Cartago	346	3,47
5278601	Taminango	Cabecera Municipal Taminango	1.159	11,63
5278604	Taminango	Corregimiento El Remolino	609	6,11

Al igual que en el sector rural, las cabeceras y centros poblados más relevantes, con mayor valor del suelo, y con una división predial representativa en la cuenca son La Cruz y La Unión, lo que evidencia la importancia de estos en los aspectos administrativos de la región, además de que son proveedores de los bienes y servicios más requeridos en el norte del Departamento, así como para la interacción con el sur del departamento del Cauca.

Para establecer un punto de comparación visual de la densidad predial en la cuenca, la *Figura 235*. muestra la división predial en rangos de saturación visual, donde las zonas más oscuras presentan mayor cantidad de predios. Para facilitar el análisis de la influencia de los centros y cabeceras urbanas, se relacionan los centros poblados en violeta, con el fin de identificar visualmente y de acuerdo con el tamaño de las mismas, la relevancia de los municipios de La Cruz, La Unión, Taminango, (específicamente para el corregimiento de El Remolino) en la dinámica socioeconómica de la cuenca.

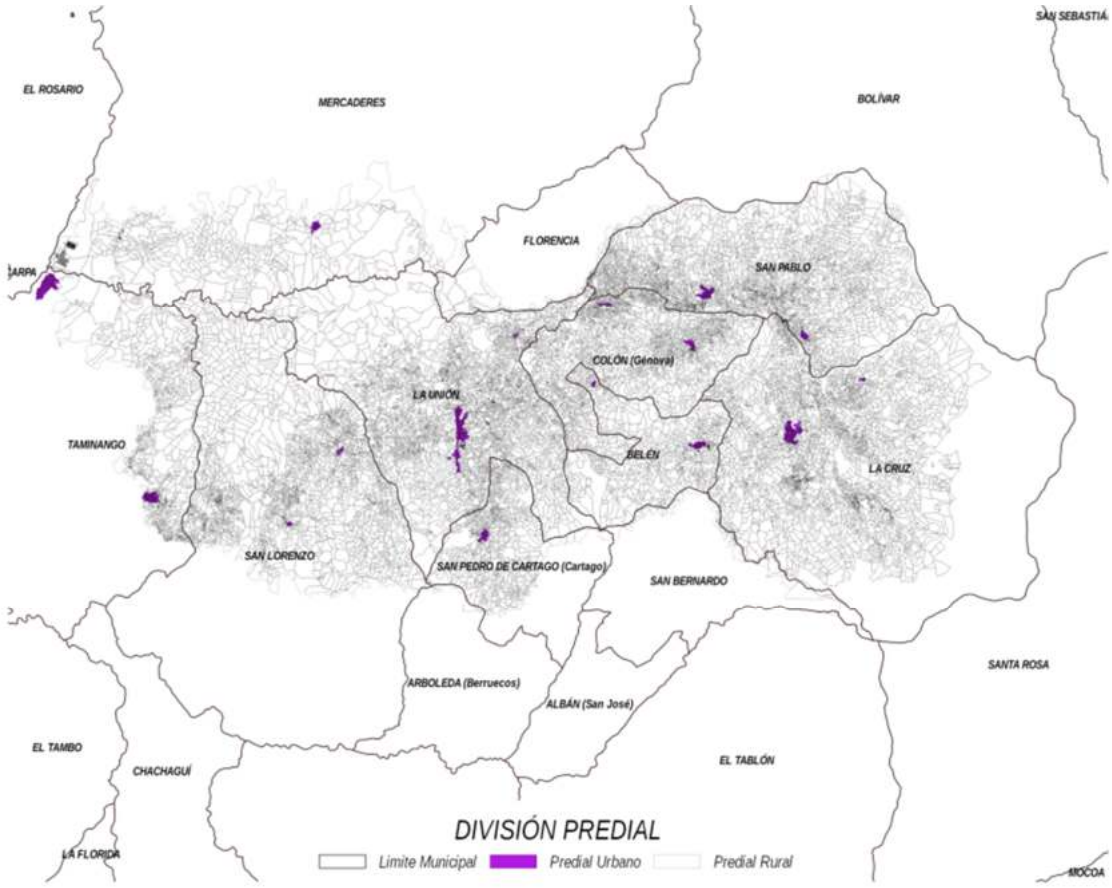


Figura 235. *Mapa División predial en la cuenca*
(Ver Anexo Cartográfico 37)

2.3.5.7. Análisis por tamaño predial en la cuenca. El tamaño de los predios determina el grado de uso y presión sobre el suelo, por tanto, este análisis se utiliza para entender cuál es la dinámica principal de las practicas productivas en la cuenca y la región en general. De acuerdo a la guía técnica para la formulación de POMCAS MADS (2014), el siguiente análisis se debe realizar clasificando en rangos el área de terreno de la siguiente manera:

- Menor De 1 Ha
- 1 A 5 Has
- 5 A 20 Has
- 20 A 50 Has
- 50 A 100 Has

- Mayor De 100 Has)

De acuerdo con la clasificación propuesta por el MADS (2014), el 50,59% de la cuenca presenta un área menor a 1 Ha, correspondiente en mayor medida a los municipios de La Unión con 1.808 predios, La Cruz con 1.796 predios, municipios con mayor presión por prácticas productivas asociadas a minifundios y parcelaciones familiares de café con asociaciones de frutales y maíz para el clima caliente, y papa, tubérculos y hortalizas en la parte alta.

Se presenta, además, un total de 8.846 predios que oscilan entre una y cinco hectáreas, que representan el 34.45% de cobertura. 3.205 predios que cuentan con entre 5 y 20 Ha (12,45%), principalmente asociados tanto a prácticas productivas de gran escala, como al pastoreo semi intensivo e intensivo de la región, además de las asociaciones de cultivos pastos y zonas de recuperación y conservación ecosistémica.

Por último, se encuentran 93 predios entre las 50 y 100 Ha (0,36%), además de 36 predios con un área mayor a 100 Ha, principalmente asociados a zonas destinadas para la recuperación ecosistémica, o áreas que, por sus condiciones físicas y ambientales, dificultan la implementación de cadenas productivas que sustenten la inversión en la adecuación y preparación de este tipo de terrenos.

A continuación, se muestran la distribución espacial, el número de predios y los porcentajes por rangos de áreas presentes en la cuenca.

Tabla 402. *Distribución predial por rango de áreas en la cuenca*

Rango de Áreas	Numero de Predios	%
menor de 1 Ha	12.990	50,59
1 a 5 Has	8.846	34,45
5 a 20 Has	3.205	12,48
20 a 50 Has	505	1,97
50 a 100 Has	93	0,36
mayor de 100 Has	36	0,14

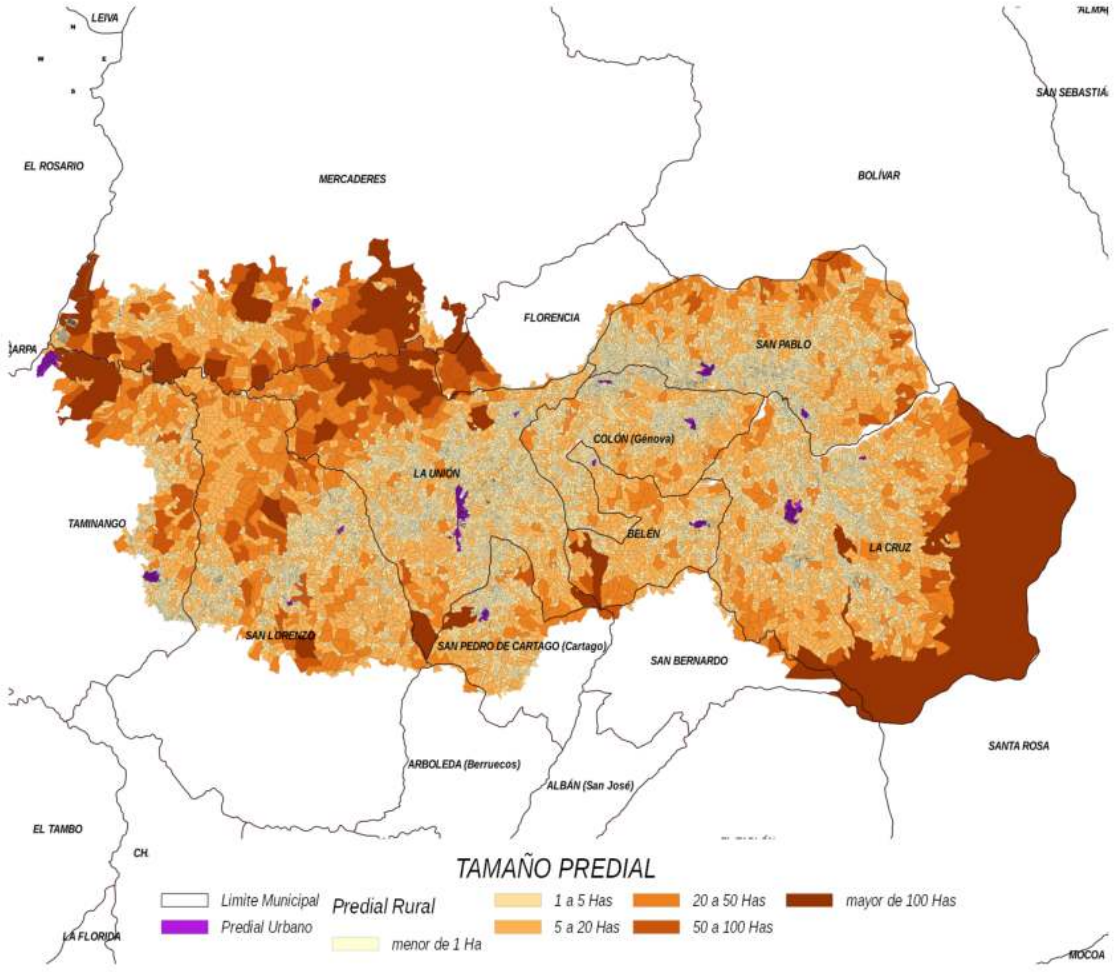


Figura 236. *Mapa Relación predial por área en la cuenca*

(Ver Anexo Cartográfico 38)

En la siguiente tabla, se relacionan los predios por rango de área y municipio en la cuenca.

Tabla 403. *Distribución predial por rango de área y municipio en la cuenca*

Código Municipio	Nombre Municipio	Rango de Área	Numero de Predios
19290	Florencia	1 a 5 Has	31
		20 a 50 Has	5
		5 a 20 Has	15
		50 a 100 Has	5
		mayor de 100 Has	1
		menor de 1 Ha	34
19450	Mercaderes	1 a 5 Has	166
		20 a 50 Has	60
		5 a 20 Has	205

Código Municipio	Nombre Municipio	Rango de Área	Numero de Predios
		50 a 100 Has	28
		mayor de 100 Has	12
		menor de 1 Ha	762
52051	Arboleda	1 a 5 Has	4
		20 a 50 Has	1
		5 a 20 Has	5
		menor de 1 Ha	2
52083	Belén	1 a 5 Has	409
		20 a 50 Has	23
		5 a 20 Has	168
		menor de 1 Ha	435
52203	Colon (Génova)	1 a 5 Has	1155
		20 a 50 Has	17
		5 a 20 Has	307
		menor de 1 Ha	1643
52378	La Cruz	1 a 5 Has	1796
		20 a 50 Has	97
		5 a 20 Has	724
		50 a 100 Has	7
		mayor de 100 Has	3
		menor de 1 Ha	2371
52399	La Unión	1 a 5 Has	1808
		20 a 50 Has	78
		5 a 20 Has	452
		50 a 100 Has	17
		mayor de 100 Has	11
		menor de 1 Ha	3119
52685	San Bernardo	1 a 5 Has	15
		20 a 50 Has	4
		5 a 20 Has	23
		50 a 100 Has	1
		mayor de 100 Has	2
		menor de 1 Ha	13
52687	San Lorenzo	1 a 5 Has	1081
		20 a 50 Has	110
		5 a 20 Has	517
		50 a 100 Has	14
		mayor de 100 Has	2
		menor de 1 Ha	1126
52693	San Pablo	1 a 5 Has	1509
		20 a 50 Has	61
		5 a 20 Has	477

Código Municipio	Nombre Municipio	Rango de Área	Numero de Predios
		50 a 100 Has	10
		menor de 1 Ha	2367
		1 a 5 Has	480
52694	San Pedro de Cartago	20 a 50 Has	13
		5 a 20 Has	145
		50 a 100 Has	2
		mayor de 100 Has	1
		menor de 1 Ha	483
52786	Taminango	1 a 5 Has	392
		20 a 50 Has	36
		5 a 20 Has	167
		50 a 100 Has	9
		mayor de 100 Has	4
		menor de 1 Ha	635

Se evidencia la dispersión de predios con áreas menores a 5 hectáreas alrededor de las principales vías de la región, lo cual refleja la importancia de los corredores de acceso en la presión demográfica y productiva, además de establecer la relevancia que tienen los centros poblados de La Cruz y La Unión. Por otra parte, cabe aclarar que la distribución de los predios con respecto a su rango de áreas también se ve limitado por la condición de titularidad y algunas determinantes ambientales que rigen el área de estudio, las cuales condicionan la dinámica sociocultural de la región además de la oferta y demanda del suelo.

2.3.5.8. Análisis predial por tenencia de la tierra. La tenencia y titularidad es un aspecto importante a la hora de establecer cualquier tipo de acción dentro de la cuenca, es por ello que para determinar el tipo de propiedad sobre el terreno se tuvo en consideración los registros 1 y 2 del instituto geográfico Agustín Codazzi con vigencia 2017, y a partir de esta información se procedió a espacializar y determinar estadísticas y tablas de áreas.A continuación, se referencian los predios que se encuentran a nombre de las diferentes administraciones municipales:

Tabla 404. *Predios a nombre de las administraciones municipales*

Municipio	Municipio	Numero de Predios
52083	Belén	22
52203	Colon (Génova)	50
52378	La Cruz	145

52399	La Unión	70
52687	San Lorenzo	36
52693	San Pablo	90
52694	San Pedro de Cartago	17
52786	Taminango	20

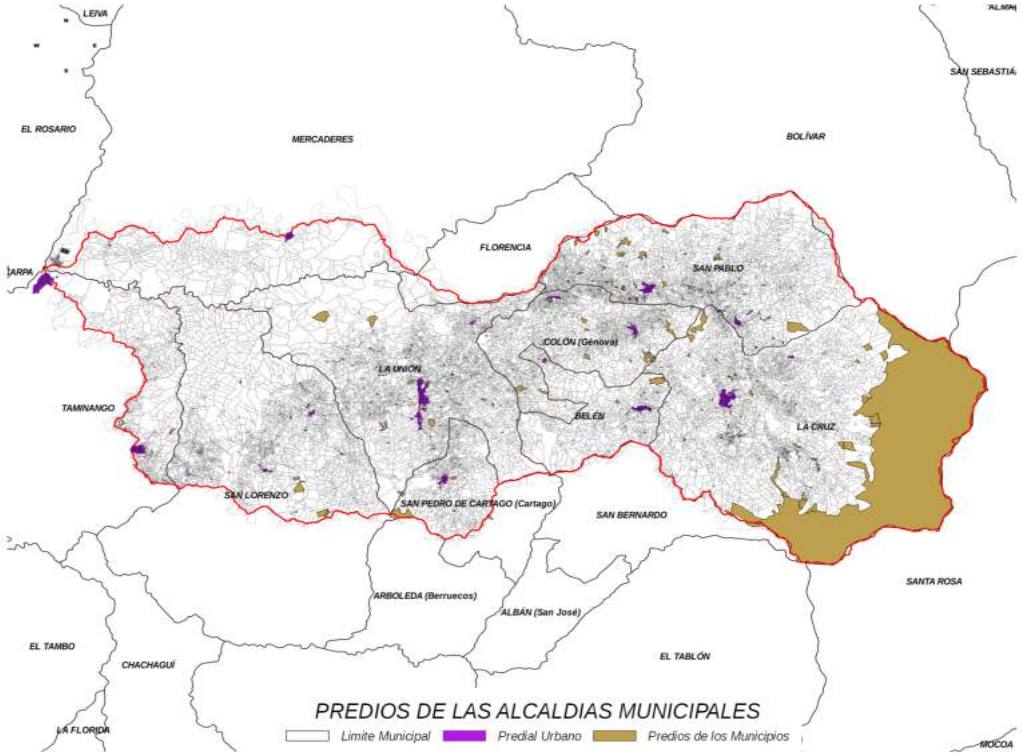


Figura 237. *Predios a nombre de las administraciones municipales*

Además de las diferentes administraciones municipales, la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO también ha realizado la identificación de diferentes predios alrededor de la cuenca para apoyar los diferentes procesos de conservación y preservación ambiental, tanto en adquisición como en apoyo conjunto con la comunidad en proyectos como familias guardabosques entre otros.

A partir de la información catastral del IGAC, se obtienen los siguientes predios a nombre de la Corporación, relacionados por municipio:

Tabla 405. *Áreas protegidas en la cuenca*

Cod Municipio	Área Protegida	Municipio	Numero de Predios

52083	Cerro Chimayoi	Belén	40
52399	Cerro Chimayoi	La Unión	82
52685	Cerro Chimayoi	San Bernardo	7
52694	Cerro Chimayoi	San Pedro de Cartago	31
52786	Sub Xerofitico	Taminango	340

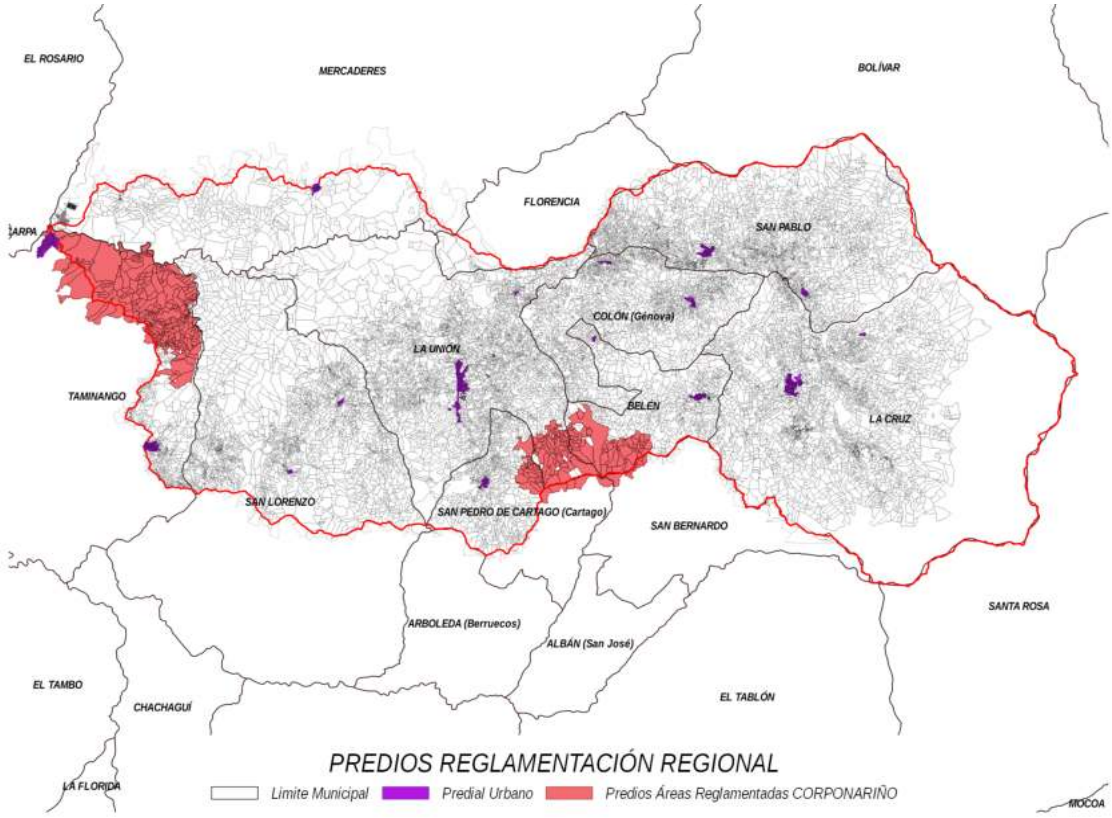


Figura 238. *Áreas protegidas en la cuenca*

Para el área de la Cuenca Río Mayo, solo existe registro del complejo de páramo Doña Juana como área protegida a Nivel Nacional, además del área de reglamentación por ley segunda como área de reserva forestal productora -productora. Al revisar el material bibliográfico que reglamenta las áreas de protección y conservación presentes en la cuenca, no se tiene un registro detallado acerca de los predios inscritos como zonas de protección y conservación presentes en estas áreas, por tanto, se optó por determinar mediante un análisis espacial cuales son los predios que intersectan estas áreas, obteniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 406. *Predios de intersección en las áreas de conservación*

Cod Municipio	Municipio	Área de Reserva ambiental	Numero de Predios
52203	Colon (Génova)	Reserva Forestal Productora Protectora Ley 2	3
52378	La Cruz	Complejo de Paramos Doña Juana Chimayoy	80
52378	La Cruz	Reserva Forestal Productora Protectora Ley 2	4158
52685	San Bernardo	Complejo de Paramos Doña Juana Chimayoy	1
52685	San Bernardo	Reserva Forestal Productora Protectora Ley 2	10
52693	San Pablo	Complejo de Paramos Doña Juana Chimayoy	4
52693	San Pablo	Reserva Forestal Productora Protectora Ley 2	1645

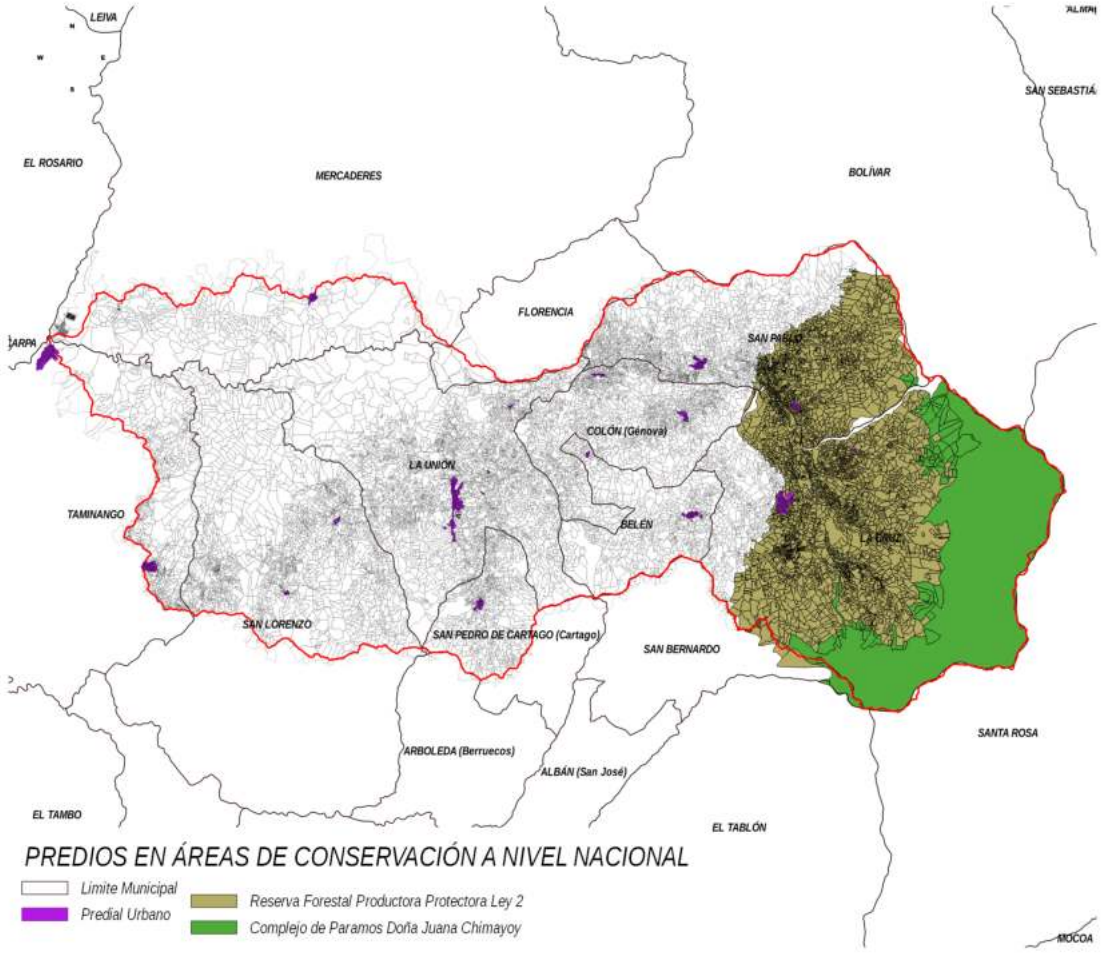


Figura 239. *Predios de intersección en las áreas de conservación*

Se evidencia el gran porcentaje de área cubierta por las reservas Ley 2 y Complejo Doña Juana en el municipio de La Cruz, además del área de ley 2 que cubre el municipio de San Pablo, determinándolos como municipios estratégicos dentro de la conservación ambiental.

Dentro del análisis por tenencia y uso de la tierra se puede observar que se mantienen las tradiciones con respecto al mercado inmobiliario, donde la herencia y la sucesión hacen parte de las practicas más utilizadas, además de la tenencia familiar de las parcelas, donde se puede determinar la importancia y relevancia de la familia como el núcleo de las practicas productivas y las dinámicas dentro del hogar.

2.3.5.9. Análisis predial por uso del suelo. Para establecer la dinámica productiva de la cuenca, es importante establecer tanto el tamaño predial asociado a la presión demográfica, como el tamaño predial asociado a las diferentes practicas agrícolas y silvopastoriles, con el fin de establecer la ubicación y condición de titularidad de las zonas productivas en los diferentes municipios que forman parte de la cuenca.

Para establecer el número de predios asociado a las diferentes practicas productivas, así como su tamaño promedio y localización, se procedió a realizar el análisis espacial de las diferentes unidades de cobertura y uso del suelo; y la identificación y zonificación de prácticas productivas con el registro y delimitación predial, obteniendo como resultado las siguientes estadísticas por tipo de uso y cobertura del suelo: (Ver mapa de uso del suelo- Componente Económico)

Tabla 407. *Numero de predios por tipo de uso del suelo*

Cobertura	Tipo de Uso	Numero de Predios
Cultivos	Agrícola	11.283
Pastos	Silvo Pastoril	810
Bosques productores/protectores	Forestal	11.564
Vegetación primaria	Conservación	17.586
Tejidos Urbanos	Residencial	687
Tierras Desnudas	--	131
Zonas de Extracción Minera	Minería	4

Para realizar el análisis de presión demográfica sobre la tierra en la cuenca, se procedió a realizar el estudio por municipio únicamente para las tierras destinadas a usos productivos (uso agrícola, silvopastoril y zonas de extracción minera.

A continuación, se relacionan el número de predios por municipio para cada uno de los usos del suelo referidos anteriormente:

Uso agropecuario: dentro de los diferentes usos agrícolas en la cuenca, se tiene tanto la agricultura intensiva como semi intensiva y extensiva como las practicas pecuarias, que en conjunto abarcan un total de 22.343 predios distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 408. *Distribución de predios agropecuarios por municipio*

Código Del Municipio	Municipio	Numero De Predios	%
19290	Florencia	79	0,3535783
19450	Mercaderes	222	0,99359979
52051	Arboleda	5	0,02237837
52083	Belén	1025	4,58756658
52203	Colon (Génova)	2892	12,9436513
52378	La Cruz	4776	21,3758224
52399	La Unión	4829	21,6130332
52685	San Bernardo	49	0,21930806
52687	San Lorenzo	2156	9,64955467
52693	San Pablo	4309	19,2856823
52694	San Pedro de Cartago	1093	4,89191246
52786	Taminango	908	4,06391263

Se tiene que el total del total de los predios que tienen algún tipo de práctica productiva dentro de sus linderos, el 21,38% pertenecen a la Cruz, el 21,61% a la Unión, abarcando predialmente la gran parte de los predios destinados para producción, lo que evidencia la impo0rtancia de los anteriores en la dinámica económica de la region norte del Departamento de Nariño, además de la capacidad productiva que representa el municipio de La Unión debido a la presencia de entidades como la Federación Nacional de Cafeteros, las diferentes asociaciones y gremios veredales y corregimentales del sector cafetero, panelero y frutícola, además de los diferentes productores independientes que destinan sus actividades a brindar un sustento a la población municipal.

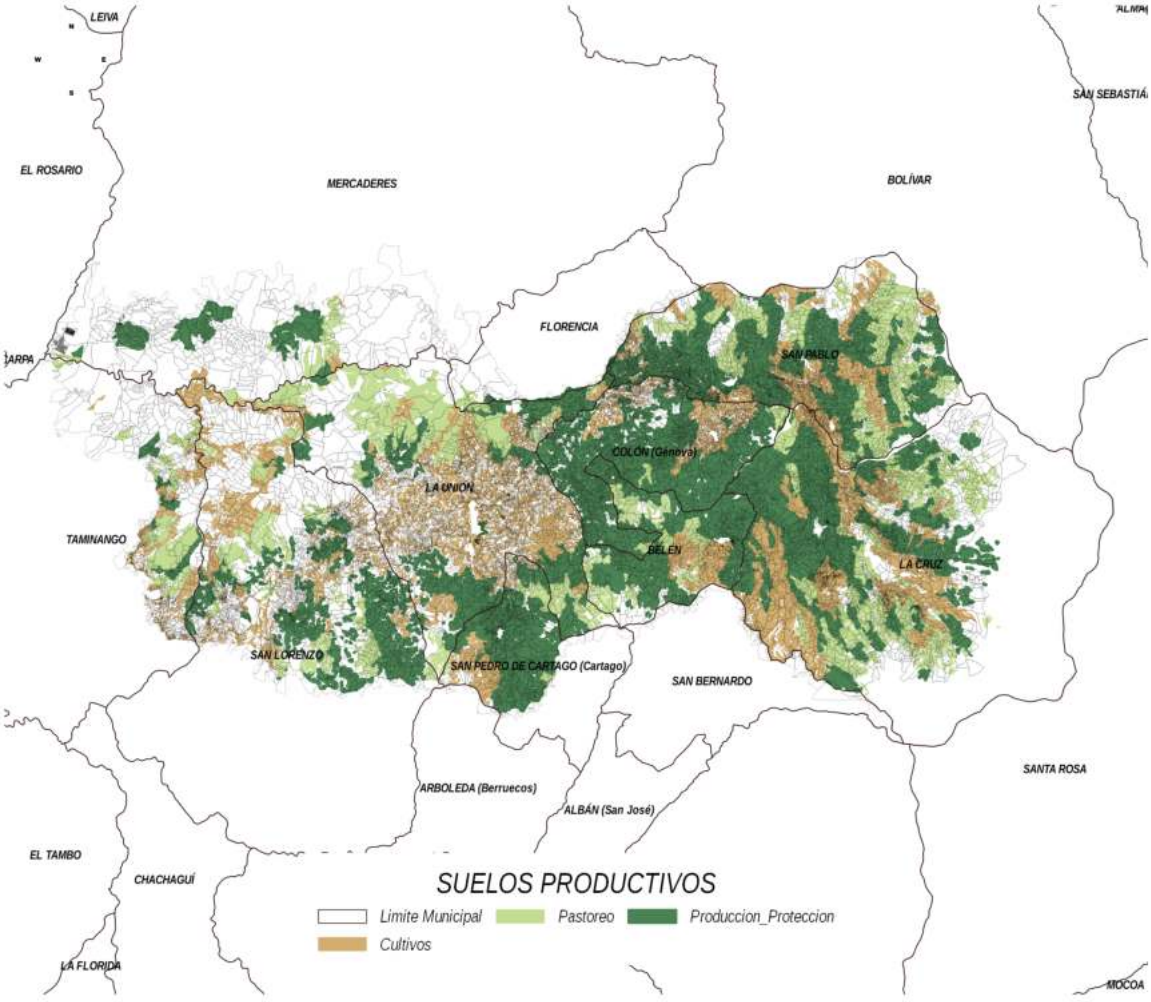


Figura 240. *Predios según la clasificación de suelos productivos*

2.3.5.10. Análisis de unidades agrícolas familiares (UAF). La UAF se considera como una unidad productiva capaz de generar a los productores la capacidad de pago de la mano de obra de su familia, al mismo tiempo que genera excedentes económicos capitalizables, en este sentido la UAF se convierte en empresa agropecuaria cuyo principal criterio es la superación de la pobreza.

A partir de lo anterior, la UAF se encuentra enfocada a mejorar la competitividad del sector agropecuario, promover la sustentabilidad ambiental y en el fortalecimiento de la seguridad alimentaria, a partir de la consideración de las condiciones de los suelos para disminuir los conflictos por uso debido a la sobreexplotación o subutilización de las tierras, en cumplimiento de la normatividad ambiental y los criterios de conservación ecosistémica.

Para este análisis, se adoptó la metodología referenciada por la Pontificia Universidad Javeriana de Cali y el Incoder (2014), a partir de la cual se realizó un proceso de zonificación, que permitió definir 4 zonas relativamente homogéneas para el caso de la cuenca del Rio Mayo.

En primer lugar, se consideró necesaria la definición de unidades relativamente homogéneas, en las cuales se considera la relación existente entre los factores físicos, biológicos y socioeconómicos y la evaluación correspondiente al potencial de uso sostenible.

A partir del documento referenciado, la Guía Metodológica de la UAF, adoptada por el Acuerdo 202 de 2009, propone los siguientes criterios para desarrollar el análisis:

- ✓ *Las condiciones biofísicas y ambientales determinarán las zonas biofísicas homogéneas que involucren en su determinación similares condiciones climáticas, agrológicas, fisiográficas, disponibilidad de aguas y de conservación de ecosistemas.*
- ✓ *La unidad de aprovechamiento del predio se considera como el conjunto de factores productivos que usa la familia en un sistema de producción (agrícola, pecuaria, acuícola o forestal) que integre la seguridad alimentaria, el soporte ambiental y la unidad productiva de excedentes comercializables.*
- ✓ *Se tendrán en cuenta socioeconómicamente la cercanía a poblados de más de 3.000 habitantes y vías de comunicación de las zonas correspondientes; la composición y concentración de la propiedad territorial, los índices de producción y productividad, la aptitud y las características del desarrollo sostenible de la región.*
- ✓ *La propuesta productiva busca la optimización de la mano de obra calificada y no calificada. Es una propuesta de sistemas productivos combinados con buenas prácticas agrícolas, la conservación y promoción de la base cultural y material productiva (biodiversidad, suelo, agua y clima), la generación de conocimiento, que involucran la producción de alimentos sanos, seguridad alimentaria, rotación de actividades, e incluye en todos los casos un componente de actividades de corto plazo para facilitar el flujo de caja y la disminución del riesgo de las actividades de largo plazo.*

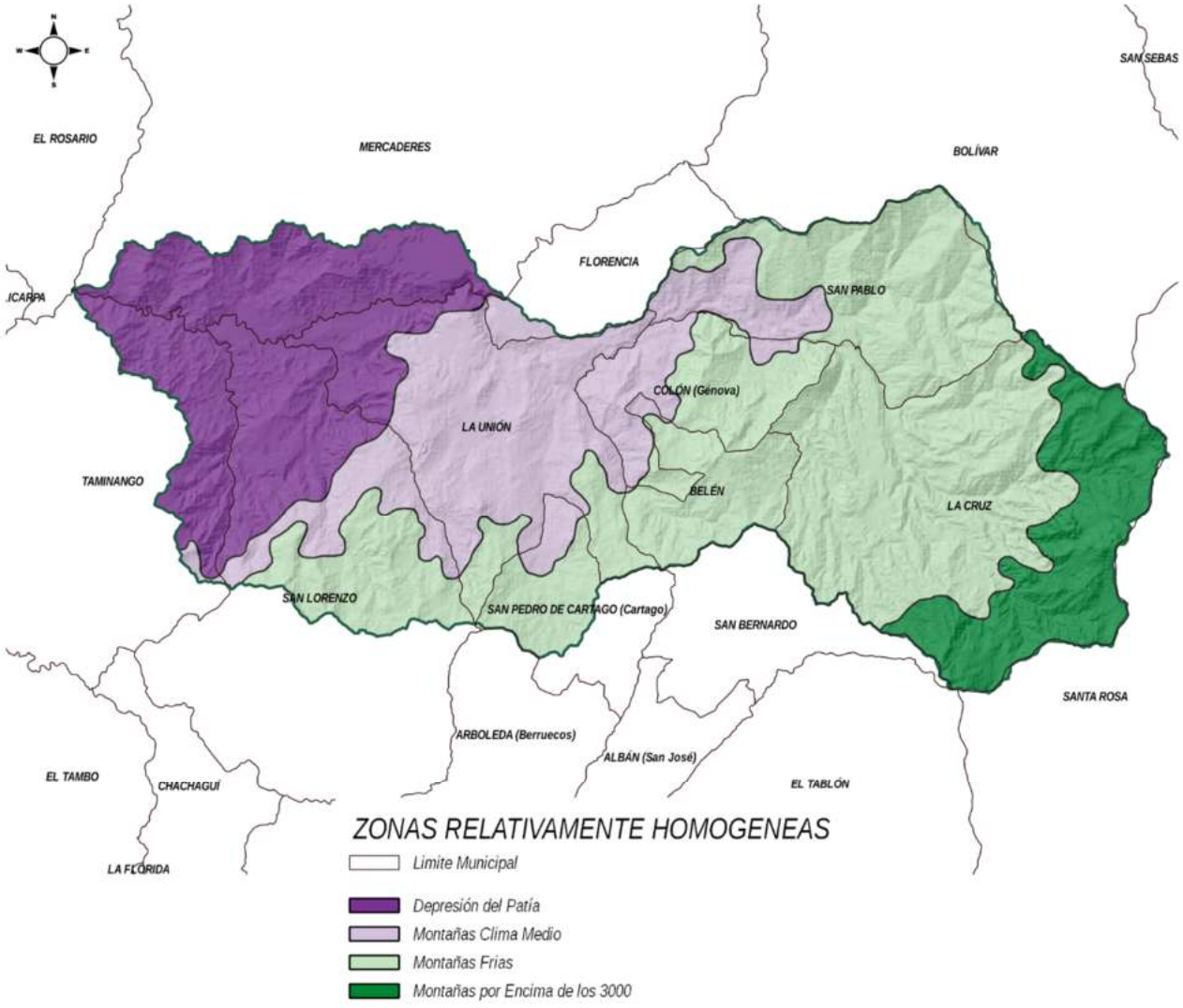


Figura 241. *Mapa Zonas Relativamente Homogéneas*
(Ver Anexo Cartográfico 39)

- **Depresión del Patía**

Pertenecen a esta zona segmentos municipales de La Unión (Norte), San Lorenzo (Norte), Mercaderes (Sur) y Taminango (Nororiente)

Los productos identificados para esta zona son los pastos, considerando que corresponde a una zona seca que se dedica primordialmente a labores pecuarias.

Para el cálculo de la UAF se consideran los siguientes rangos:

UAF mínima comercial = 535600*12*12*2/ 14987243.8960 = 10.2923ha

UAF mínima integral = 10.2923*1.33= 13.69ha

UAF máxima comercial = 11.4359 ha

UAF máxima integral = 11.4359* 1.33 = 15.21ha

- **Montañas clima medio (800-1800 msnm).**

Pertenecen a esta zona segmentos de La Unión (abarca la mayoría del municipio), Colón (Noroccidente), San Pablo (Suroccidente), San Pedro de Cartago (Norte) y San Lorenzo (Norte).

Los productos identificados con mayor predominancia para esta zona son:

Café, cacao, caña panelera y frutales.

Para el cálculo de la UAF se consideran los siguientes rangos

UAF mínima comercial = 535600*12*12*2/ 22302377.7561=6.9164ha

UAF mínima integral = 6.9164*1.33= 9,1988ha

UAF máxima comercial = 7.68 ha

UAF máxima integral = 7,68* 1.33 = 10.2144ha

- **Montañas frías (1800-3000 msnm).**

Acapara la mayor proporción del conjunto de municipios de la cuenca: San Pablo (corresponde a la mayoría del municipio) Colón Génova (centro, nororiente y parte del sur), Belén (en su totalidad) San Pedro de Cartago (norte) y San Lorenzo (norte).

Los productos identificados con mayor predominancia para esta zona son:

Papa, tubérculos y hortalizas, sin embargo, también se presenta producción intensiva de ganado por lo cual existen amplias zonas de pastos.

Para el cálculo de la UAF se consideran los siguientes rangos

UAF mínima comercial = 535600*12*12*2/ 11464060.392164=13.4553ha

UAF mínima integral = 13.4553*1.33= 17. 896 ha

UAF máxima comercial = 14.9504 ha

UAF máxima integral = 14.9504* 1.33 = 19.8840 ha

- **Montaña por encima de los 3.000 m**

Corresponde a zonas de conservación, por tanto, no se realiza una clasificación de UAF respecto a estos territorios. En el municipio de La Cruz (oriente), se identifica una zona correspondiente a montañas con más de 3.000 metros de altura.

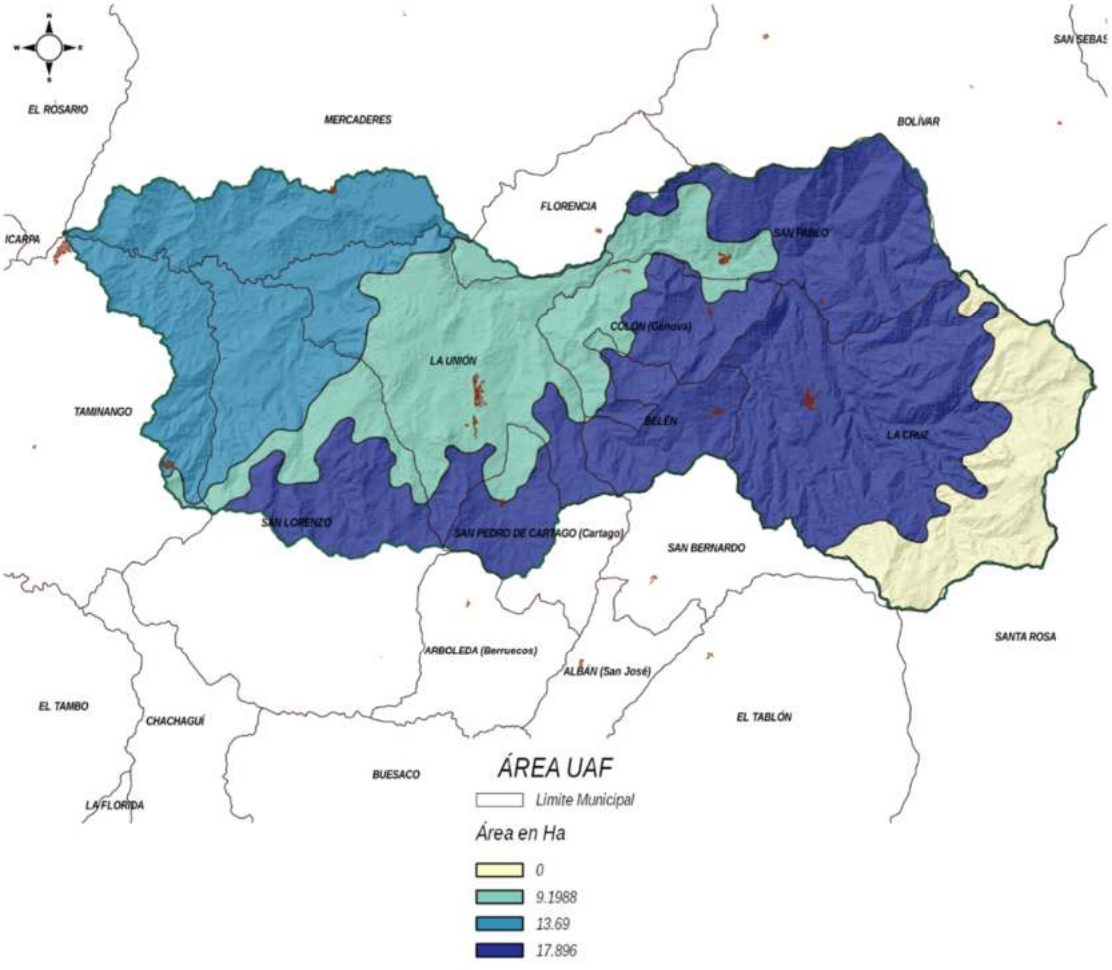


Figura 242. *Mapa unidad agrícola familiar minima*

(Ver *Anexo Cartográfico 40*)

Se puede evidencia a partir de la figura anterior que la mayoría de UAF deben contener una extensión de 17,89 hectáreas para cumplir con el requerimiento de optimizar las condiciones de vida de las familias campesinas. A este segmento pertenecen casi en su totalidad los municipios de San Pablo, La Cruz y Colon, En menor proporción San Pedro de Cartago, San Lorenzo y La Unión, en orden descendente. Mientras que el total del área del municipio de Belén pertenece a esta zona de UAF.

Las UAF que deben poseer extensiones correspondientes a 9.19 hectáreas, representan un segmento menor del territorio analizado, siendo La Unión el municipio con mayor representatividad, mientras que San Pablo, Colón Génova, San Pedro de Cartago y San Lorenzo, cuentan con una proporción pequeña de sus territorios que corresponde a esta clasificación. Por otra parte, los predios de la zona correspondiente de la cuenca a la Depresión del Patía, deben poseer extensiones de13,69 hectáreas para ser consideradas como unidades agrícolas familiares.

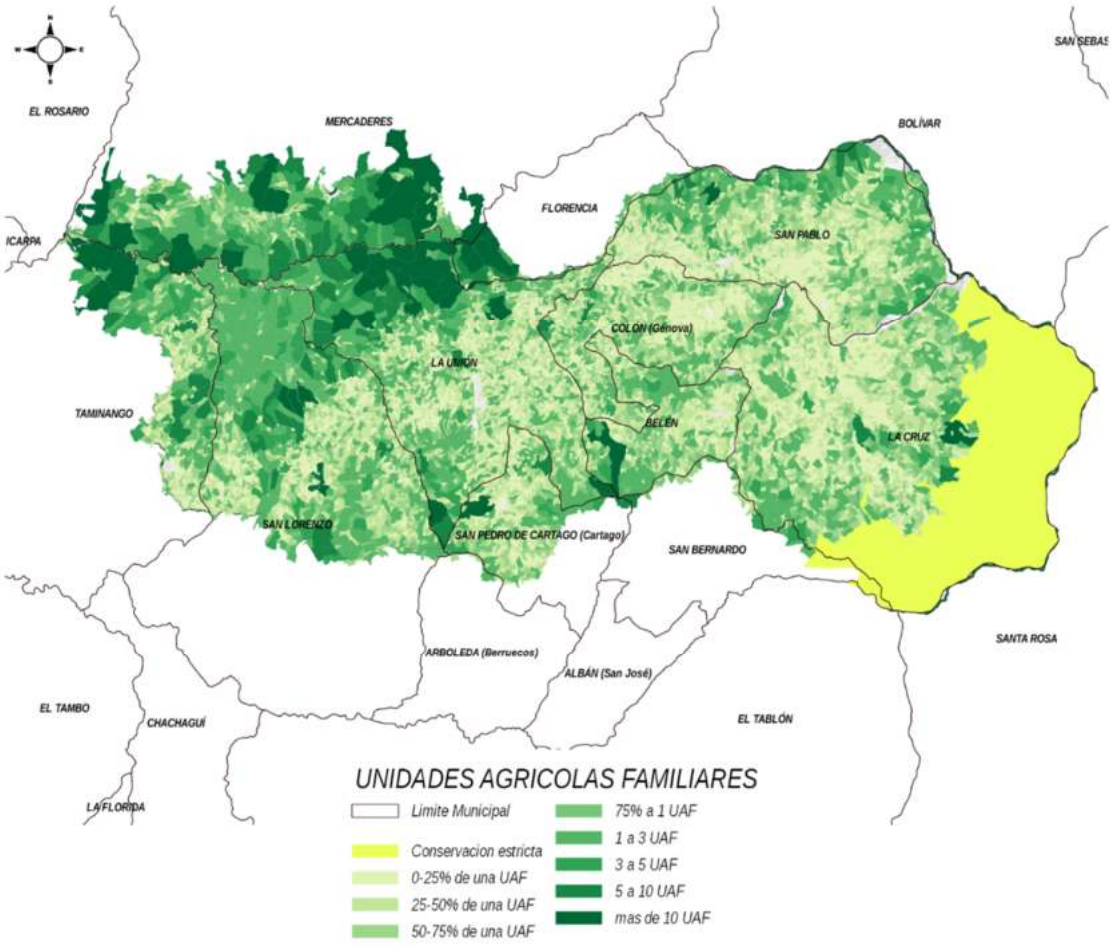


Figura 243. *Mapa unidad agrícola familiar maxima*
(Ver *Anexo Cartográfico 41*)

Una vez analizadas las zonas por unidades agrícolas familiares, se procede a identificar la manera en que se adaptan los predios de cada municipio al área requerida para ser considerada una unidad agrícola familiar.

Al cruzar el área predial para cada municipio, con los rangos de UAF, se puede observar que la mayoría de predios cuentan con menos de una unidad agrícola familiar, específicamente, el 71,05% de los predios poseen máximo el 25% de una UAF; el 22,8% de los predios cuentan con extensiones de entre 25 y 100% de una UAF. Mientras que solo el 6,15% de los predios cuentan con una o más de una UAF.

2.3.6. Condiciones de vida

2.3.6.1. Pobreza y desigualdad. De acuerdo con la definición que utiliza el DNP, la pobreza es un estado de privación del bienestar, no sólo material (consumo de alimentos, vivienda, educación, salud…etc) sino referido también en otras esferas de la vida: inseguridad personal y de los bienes; vulnerabilidad (a la enfermedad, a los desastres y las crisis económicas); exclusión social y política, entre otros factores. Por ello puede ser medida de diferentes formas, que oscilan entre las subjetivas y las objetivas. Las objetivas pueden clasificarse en no monetarias y monetarias y estas últimas en relativas o absolutas (Ramírez y Muñoz, 2004). Para la cuenca Rio Mayo se utilizará la medida de pobreza no monetaria (NBI) utilizada por el DNP y DANE

El área de estudio se localiza en el extremo suroccidental de Colombia, Norte del Departamento de Nariño y sur del departamento del Cauca, donde se detectan muchas deficiencias y necesidades en cuanto a los servicios básicos de la poblacion.

En la siguiente tabla podemos destacar Las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), ya que este indicador permite identificar carencias críticas en una población y caracterizar la pobreza y sus principales condiciones. Para realizar un análisis contextual, el departamento de Nariño posee más del 35% de NBI, situándose por encima del promedio nacional que según estadísticas del país (27,6%).

Por otra parte, en los últimos años el nivel de vida ha mejorado según el índice de pobreza multidimensional IPM en los últimos años, ya que presenta un descenso vertiginoso de 71.5 en el 2005 a 34.1 en el 2014.

2.3.6.2. NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas). El indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), constituye una aproximación no monetaria a la pobreza. Se refiere específicamente a la observación de algunos criterios que definen si las personas viven bajo niveles precarios o si por el contrario pueden satisfacer el grupo de necesidades consideradas básicas, los hogares que no logran satisfacer estas necesidades se consideran pobres.

Este indicador se define bajo cinco criterios de evaluación:

- Viviendas Inadecuadas:
- Hacinamiento crítico
- Servicios inadecuados
- Dependencia económica
- Inasistencia escolar

Las necesidades básicas insatisfechas en los municipios de la cuenca arrojan unos resultados globales que si bien, no son óptimos, se consideran como aceptables si los comparamos con otros municipios que tienen índices de necesidades básicas insatisfechas por encima del promedio nacional.

Tabla 409. *Necesidades Básicas Insatisfechas Municipales*

Municipio	NBI Cabecera	NBI Resto	NBI Total	Proporción de Personas en miseria	Hacinamiento
Belén	18.65	43.63	29.65	5.42	12.34
Colón	31.07	61.51	57.45	21.40	14.14
La Cruz	40.98	87.95	72.09	38.71	13.86
La Unión	28.31	43.45	37.75	13.81	14.87
S Lorenzo	32.63	60.64	57.31	25.15	20.64
San Pablo	20.79	37.51	33.15	8.97	13.15
Cartago	14.86	60.74	57.13	23.06	25.12
Taminango	35.55	60.23	55.11	22.67	27.38
Florencia	23.67	53.09	46.64	15.93	11.11
Mercaderes	37.65	79.93	69.03	39.92	20.66

Fuente: DANE, ajustado 2017

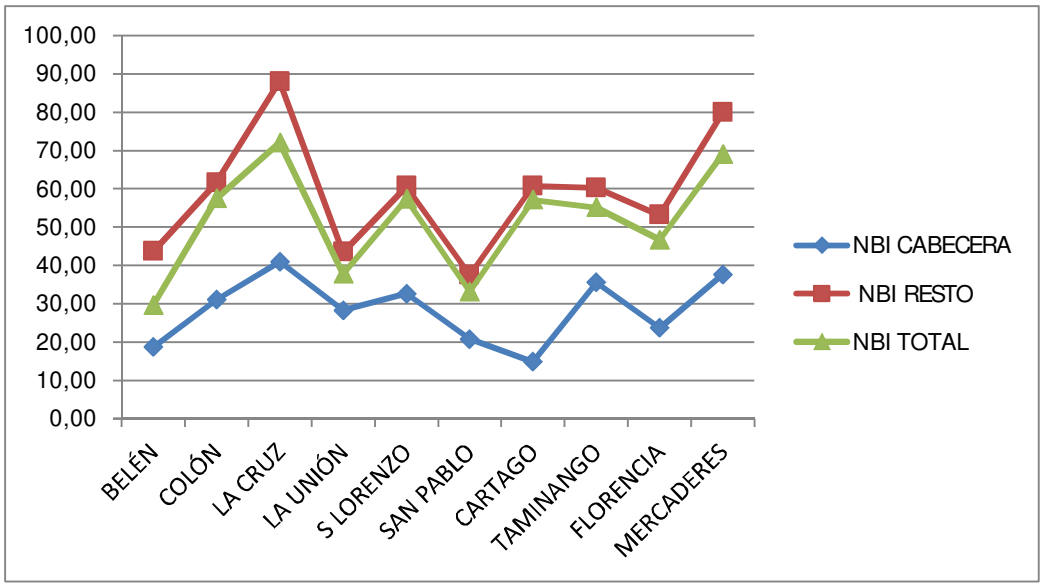


Figura 244. *Necesidades Básicas Insatisfechas NBI*

Fuente: DANE, ajustado 2017

2.3.6.3. Coeficiente de Gini. Para realizar el análisis en la cuenca se utilizará como medida de la desigualdad el coeficiente de GINI, empleado por el DANE y DNP, además, se ajustará el análisis a la estructura de tenencia de la tierra.

El índice de Gini se utiliza para medir el grado de concentración de la propiedad rural y de los ingresos. De manera específica, cuanto más cercano es a 1, más concentrada está la propiedad (pocos propietarios con mucha tierra), es decir existe mayor desigualdad entre los ingresos o propiedades de los hogares, y cuanto más cercano a cero, mejor distribuidos se encuentran los recursos económicos (muchos propietarios con mucha tierra).

Nota: Como no se cuenta con estadísticas municipales de este indicador, se tomarán los resultados por departamento para el análisis.

Tabla 410. *Coeficiente de Gini Cauca y Nariño*

Departamento	2008	2009	2010	2011	2012
Cauca	0,596	0,589	0,565	0,554	0,565
Nariño	0,523	0,513	0,496	0,501	0,502

Fuente: DANE

Se puede observar que no existe una marcada diferencia entre los coeficientes de los dos departamentos, sin embargo, son más altos que los indicadores reportados para Atlántico, Caquetá y Norte de Santander.

Tabla 411. *Cambios en el Gini de propietarios en los departamentos Cauca, Nariño y cercanos. 2000-2009*

Departamento	Periodo comparación	GINI primer año	GINI último año	Variación del GINI
Cauca	2000-2009	0,82	0,84	2,6
Nariño		0,81	0,82	0,8
Huila		0,78	0,78	0,5
Valle del Cauca		0,89	0,91	1,8
Putumayo		0,68	0,72	5,7

Fuente: INDH (2011). a partir de IGAC-CEDE.

Toda la zona andina, registran elevados índices de concentración de la tierra, incluidos departamentos como Nariño, Cauca, tradicionalmente minifundistas con Gini por encima de 0,80. Esto indica que aun en el interior de la pequeña y la mediana propiedad se presentan desigualdades notorias en la tenencia de la tierra.

La desigualdad guarda estrecha relación con la pobreza. Una muy desigual distribución del ingreso puede aumentar los niveles de pobreza, ya que no les permite a las personas más vulnerables obtener proporciones importantes de la riqueza creada por la sociedad.

2.3.7. Seguridad Alimentaria. Según Compes 103 La seguridad alimentaria y nutricional (SAN) determina en gran medida la calidad de vida de la población de un país, e involucra aspectos fundamentales de la macroeconomía, la política, la salud, la educación, la cultura, el medio ambiente, la alimentación, la nutrición, entre otros. Estos aspectos deben ser intervenidos desde perspectivas intersectoriales e interdisciplinarias en distintos ámbitos: individual, familiar, local, nacional e internacional. Es por ello que su abordaje requiere de la participación de varios sectores mediante un trabajo articulado. En este contexto, el país debe considerar la SAN como un asunto de Estado y de seguridad nacional.

En términos generales, una persona es susceptible de padecer hambre y/o malnutrición no sólo por un problema de disponibilidad o acceso a los alimentos, sino también por los factores de riesgo asociados a sus dotaciones, que impiden que pueda obtener una canasta de bienes que le garantice una alimentación suficiente y adecuada. Para esto el Estado, la sociedad y la familia deben adoptar mecanismos para manejar socialmente los riesgos que puedan afectar la seguridad alimentaria y nutricional.

Para medir el nivel de la seguridad alimentaria, (muy alta, alta, media, moderada o baja), se deben tener en cuenta las siguientes variables: productos de la canasta básica alimentaria que se producen en las áreas analizadas y la canasta básica alimentaria.

Ecuación 60. *Seguridad Alimentaria*

$$SA = \frac{PCBA}{CBA} * 100$$

SA: Seguridad Alimentaria

PCBA: Productos de la Canasta Básica Alimentaria

CBA: Canasta Básica Alimentaria

Tabla 412. *Calificación del Indicador seguridad alimentaria.*

Calificación	Descripción
Muy alta	Más del 60% de los productos se producen en la región.
Alta	Entre el 40 y 60% de los productos se producen en la región.
Media	Entre el 30 y 40% de los productos se producen en la región.
Moderada	Entre el 25 y el 30% de los productos se producen en la región.
Baja	Menos del 25% de los productos se producen en la región.

Fuente: MADS (2014). Guía para la formulación de POMCAS

Para la cuenca este indicador se estimó por la oferta total de alimentos producidos en los municipios de la cuenca (obtenidos a partir de la información presentada por las Umatas) sobre el total de productos de la canasta básica alimentaria Nariño (obtenidos a partir de información generada por la secretaria de agricultura de la Gobernación de Nariño. (CBA = 79).

Tabla 413. *Seguridad Alimentaria*

Municipio	PCBA	SA	Calificación
Belén	21	26%	Moderada
Colon	21	26%	Moderada
La Cruz	27	34%	Media
La Unión	30	38%	Media
San Lorenzo	24	30%	Media
San Pablo	22	28%	Moderada
Cartago	21	26%	Moderada
Taminango	25	31%	Media
Florencia	16	20%	Baja
Mercaderes	25	31%	Media

De acuerdo con la *Tabla 413.* Seguridad Alimentaria , se puede observar que para los municipios de La Unión, La Cruz, Taminango y Mercaderes entre el 30% y 40% de los productos de la canasta básica alimentaria se producen en estos municipios, seguidos de los municipios de Belén, Colon, San Pablo y San Pedro de Cartago que producen entre el 25% y 30%, mientras que el municipio de Florencia produce menos del 25% de los productos.

En términos generales para la cuenca, se obtuvo que el territorio analizado cuenta con un alto nivel de seguridad alimentaria, ya que se producen el 43.04% de los productos de la canasta básica de alimentos. Cabe aclarar que este indicador no representa la calidad, innocuidad y accesibilidad de los productos, sin embargo, se representa como una aproximación a la disponibilidad de los mismos en el territorio en cuestión.

2.3.8. Seguridad y Convivencia. El departamento de Nariño al igual que el departamento del Cauca, han sido protagonistas de los conflictos vividos por causa de la presencia de grupos armados ilegales que recurren a estos territorios en busca de poder sobre las tierras y métodos de violencia e irrespeto por los derechos humanos sobretodo de la población campesina para lograr el control y financiamiento de sus filas.

Se identificaron a partir de los talleres con la comunidad básicamente tres actores ilegales que han hecho presencia en cuenca del río Mayo. Las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC), Ejército de Liberación Nacional (ELN) y las Autodefensas Unidas de Colombia (AUC) o paramilitares.

A pesar de que las FARC y el ELN aparecieron en Nariño en la década del ochenta, las acciones guerrilleras adquirieron trascendencia nacional en los años noventa, momento en el cual el departamento deja de ser sitio de refugio y se convierte en escenario de la confrontación armada. Las FARC se establecieron en Nariño a partir de 1985, a través del frente 29, resultado del desdoblamiento del frente 8 que ha operado desde los años sesenta en el departamento del Cauca. Esta zona de influencia se extendió a varios municipios de Nariño hasta Mercaderes Cauca.

El frente 13 de la FARC ha tenido una presencia esporádica en la zona rural de los municipios de la Unión, Buesaco, San Pablo y La Cruz. La tendencia descendente en la actividad armada observada entre 1993 y 1995, se modifica en 1996 a partir del momento en que las FARC tienden El segundo asalto armado en Nariño, se llevó a cabo en diciembre de 1998 contra San Pablo donde destruyeron el puesto de Policía, incineraron las instalaciones de la Casa Cural y la Caja Agraria.

El segundo grupo en importancia es el ELN, que tiene presencia a través del Frente Comuneros del Sur con presencia en 11 municipios de la costa y del suroccidente y el Frente Manuel Vásquez Castaño en San Pablo, La Unión y La Cruz. Su actividad político-militar se ha centrado en la construcción de poder local a través de la presión y control político de alcaldes y funcionarios públicos y el apoyo a las movilizaciones de la población en sus áreas de influencia.

Hacia comienzos de los noventa los grupos de autodefensa se ubicaron principalmente en los municipios donde se registró la compra de tierras por narcotraficantes, y mantuvieron un fuerte vínculo con las estructuras mafiosas la expansión de estos grupos obedeció al propósito de disputarle a la guerrilla el control sobre las principales vías. En los municipios de la cuenca sus asentamientos se presentaron en La Unión y Colon Génova desde allí realizaron varias operaciones armadas y de violencia.

En la actualidad las FARC y las AUC están desmovilizados y el ELN está en Proceso de desmovilización. Ante esta situación las dinámicas sociales que se están generándo en el país alrededor del tema de la paz, requiere que decididamente desde el territorio se trabaje en el diseño e implementación de políticas públicas que se orienten a consolidar una perspectiva de desarrollo local integral.

Respecto a la consolidación de los procesos de paz en el marco de una etapa de posconflicto, los municipios de la cuenca, se han incluido en la mayoría de estrategias, programas y proyectos encaminados a la búsqueda de tal fin. Por este motivo, en cada uno de los planes de desarrollo los municipios han incluido la temática bajo los ejes estratégicos de manera transversal a la construcción de PAZ.

Sin embargo, las comunidades del área de estudio, le temen a una nueva generación de autodefensas, ya que se han evidenciado algunas manifestaciones, pero su presencia es negada por las autoridades quienes consideran que no son una estructura militar sino bandas de delincuencia común organizadas que se camuflan bajo este nombre. El Sector de Sombrerillos municipio de Mercaderes se ha convertido en un sitio peligroso, debido a la presencia de delincuentes que realizan acciones a mano armada, situación que genera temor y a su vez desconfianza en la eficacia y eficiencia de la autoridad.

La percepción de seguridad y convivencia de los habitantes refleja que existe ausencia o escasa presencia de autoridades como la Policía, esta se consolida como una de las razones por las cuales se sienten inseguros en su territorio, de manea que se referencia como una de las principales causas de los casos de inseguridad que se reportan con mayor frecuencia, entre los cuales se encuentran: el hurto violento a residencias; accidentes de tránsito; peleas callejeras, violencia intrafamiliar y homicidios. Por tanto, se requiere de la atención primordial de las entidades.

En cuanto a la presencia de entidades de seguridad o justicia, según información suministrada por las comunidades y datos de las instituciones de la cuenca se cuentan en el territorio sedes de acompañamiento de instituciones como:

- Policía, Ejercito (de manera esporádica)
- Comisarías de Familia
- Inspección de Policía
- ICBF
- Personería Municipal

En el Municipio de la Unión además de los anteriores también se encuentran:

- Fiscalía
- C.T.I
- Palacio de Justicia
- Estación de la Policía
- Defensoría del Pueblo
- Centro de Convivencia – Centro de Conciliación: que podría dar a conocer a los habitantes, múltiples mecanismos en cuanto a la resolución de conflictos de forma oportuna y equitativa.

Para el análisis de la seguridad y convivencia en los municipios que hacen parte de la Cuenca, se consideran indicadores como: homicidios, eventos, grupos armados, desplazamientos, secuestros, casos de violencia, minas antipersonales, amenazas y cultivos de coca. (Ver Tabla 414 y Tabla 415.)

Mercaderes Cauca, ocupa el primer lugar de homicidios en eventos de confrontación armada en comparación con el resto de municipios de la cuenca. En contraste, en los municipios del Norte de Nariño, se han evidenciado avances positivos respecto a este tipo de delitos, que pueden atribuirse a los avances en los procesos de desmovilización y dialogo con grupos armados.

Tabla 414 Número de homicidios

Municipio	Homicidios por 100 mil habitantes
La Cruz	32.9
La Unión	38.3
San Pablo	22.9
Cartago	13.3
Taminango	19.5
San Lorenzo	15.1
Belén	66.5
Colon	39.5
Florencia	48.9
Mercaderes	155.0

Fuente: DAICMA, UARIV – 2014

Con base en los datos de desplazados, (Tabla 415.), Mercaderes se consolida como el principal municipio que presenta este fenómeno social; de igual manera registra el mayor número de hurtos y situaciones de violencia. Para el caso de los municipios del Departamento de Nariño, que pertenecen al área de influencia de la cuenca, se tiene que La Cruz, Colon y La Unión cuentan con el mayor número de desplazados.

Tabla 415. *Indicadores de delitos y número de desplazados*

Municipio	Hurto a comercio por 100 mil habitantes	Hurto a personas por 100 mil habitantes	Hurto a residencias por 100 mil habitantes	Secuestros por 100 mil habitantes	Número de celulares robados	Desplazamiento forzado
La Cruz	11.0	32.9	22.0	0.0	5	192
La Union	3.8	34.5	26.8	3.8	n.d	143
San Pablo	5.7	17.2	0.0	0.0	n.d	111
Cartago	0.0	13.3	26.5	0.0	n.d	9
Taminango	9.7	29.2	9.7	0.0	2	137
San Lorenzo	5.0	10.1	5.0	0.0	2	54
Belen	13.3	13.3	0.0	0.0	n.d	43
Colon	0.0	0.0	0.0	0.0	1	181
Florencia	0.0	0.0	0.0	0.0	n.d	127
Mercaderes	27.7	83.1	0.0	5.5	3	271

Fuente: DAICMA, UARIV – 2014

2.3.9. Sistema Cultural

2.3.9.1. Sitios de interés cultural en la cuenca. Según el Ministerio de Cultura, los bienes de interés cultural BIC son aquellos bienes materiales que las autoridades competentes han declarado como monumentos, áreas de conservación histórica, arqueológica, o arquitectónica, conjuntos históricos, o mediante otras denominaciones vigentes antes de la promulgación de la ley 1185 del 2008.

Cualquier bien mueble e inmueble que tenga la característica de representar sentidos de identidad para las personas, y que por lo tanto haga parte del patrimonio cultural, puede ser declarado bien de interés cultural.

En este sentido, cabe resaltar la importancia del adoctrinamiento de la religión, que ha propiciado la construcción de obras e infraestructura de carácter religioso, debido a esta situación se ha dado paso a la celebración de fiestas creadas en tributo a los santos y vírgenes patronos de cada municipio. De igual manera se reconocen algunos patrimonios históricos que por su razón de ser son muy significativos para cada comunidad.

Algunos de los patrimonios culturales y fiestas patronales que se presentan en el territorio de los municipios de la cuenca del Río Mayo se mencionan a continuación:

Tabla 416. *Patrimonios y fiestas culturales propios de los municipios de la cuenca*

Municipio	Patrimonios Históricos y Culturales	Fiestas Tradicionales y Patronales
Belén		1. Virgen del Rosario en el mes de Diciembre
Colón – Génova	1. El Palacio Municipal	1. Virgen de las Mercedes
	2. La Iglesia del Señor de la Buena Esperanza	2. Virgen del Rosario
	3. Centro Recreativo Buesaco	3. Virgen del Carmen Celebradas en los corregimientos
	4. Parque de Génova y Villanueva	
La Cruz	1. Piedras y templos en el Centro arqueológico de Tajumbina.	1. Conmemoración de “El día de la Santa Cruz”
	2. La cruz de piedra construida en señal de protección con material proveniente del río Mayo, se dice que en su interior existe una laguna que afectaría el casco urbano	
La Unión	1. Monumento al Mariscal Sucre	1. Nuestra Señora del Rosario
	2. La finca El Aguacate del poeta Aurelio Arturo.	
	3. Monumento al héroe Juan Solarte Obando.	2. La Virgen del Carmen en la vereda La Caldera
	4. Museo privado Aurelio Arturo	
	5. Iglesia Nuestra Señora del Rosario	
		1. Virgen Auxiliadora

Municipio	Patrimonios Históricos y Culturales	Fiestas Tradicionales y Patronales
San Lorenzo	1. La Ermita, sitio sagrado religioso dirigida por la comunidad Franciscana	2. San Isidro en el mes de junio
		3. Nuestra señora del Carmen en julio y San Lorenzo en agosto.
		4. Santa Cecilia patrona de los músicos en noviembre
San Pablo	1. Santuario de la virgen de la Playa	1. Fiestas de la Virgen de la Playa.
	2. Iglesia Estatua Cristo Rey	
	3. Piedra marcada por Bolívar	
San Pedro de Cartago	1. Camino real por donde se desplazaron las tropas de Bolívar, Santander y Sucre.	1. Fiestas patronales de Sa Pedro de Cartago.
	2. Capilla e imagen de la virgen de la gruta construida en el siglo XVIII	2. Fiestas populares de San Pedro de Cartago.
Taminango	1. Altar de talla en piedra de la Iglesia San Juan Bautista.	1. San Juan Bautista en el mes de junio.
		2. La Medalla Milagrosa en la vereda El Páramo en el mes de junio.
	2. Parque Simón Bolívar	3. Divino Niño en el Remolino en el mes de noviembre.
		4. Señor del Tambo en la vereda Charguayaco
Florencia	1. Capilla del Señor Caído en la vereda Las Cuchillas.	1. Nuestra Señora de los Dolores.
	2. Casa en la vereda Campamento donde Bolívar armó su campamento de allí el nombre de la vereda.	
Mercaderes	1. Murallas donde se sacaba la sal ubicadas en la vereda Esperanzas del Mayo	1. Fiestas de integración de colonias en el corregimiento de Arboleda.
	2. Parque arqueológico llamado el desierto donde se miran la gravedad – eólica	

Por otra parte, en los municipios incluidos en el análisis, se presentan algunos sitios de interés como las casas de cultura, que representan un centro de difusión de la cultura, mediante la creación de grupos musicales, grupos de danza y promoción y difusión de demás eventos culturales. Por ejemplo:

Para describir los siguientes Aspectos Culturales se acudió a fuentes secundarias e información primaria como también a información existente en las páginas de internet de cada uno de los municipios correspondientes a las diez unidades territoriales de la cuenca, así como los Planes de Desarrollo Municipales (PDM) y los Planes de Ordenamiento Territorial (POT).

2.3.9.1.1. Aspectos culturales municipio de Belén



Fotografía 64. *Panorámica del Municipio de Belén*
Fuente: Pagina web municipal

Existió en esta población un maestro de nombre Salomón Ordóñez, quien durante largos años se dedicó a la maestranza y a orientar la educación de este pueblo a sus múltiples consultas e investigaciones se atribuye la versión de que la fundación de un caserío que inicialmente se llamaran las llanadas, se debe a la señora LIBERATA SOLARTE quien para tal efecto donará los terrenos que le compro al señor JUAN GOMEZ por la módica suma de $ 80 pesos y de 8 décimos moneda de plata; en estos terrenos hoy está situada la plaza principal alrededor de la cual se construyeron unas cuantas chozas que más tarde se harían casas de teja y construirían el marco de la plaza definitivo.

- Tradiciones

Belén está sujeto a diversidad cultural de las poblaciones aledañas destacadas por sus festividades, arraigo cultural y creencias religiosas que aún hoy en día se mantienen vivas a lo largo de la región. En el municipio de Belén encontramos:

- ✓ Festividades de Diciembre: se realizan el 12 de diciembre con participación de la comunidad en general. En el tiempo que va del 16 al 24 de diciembre se celebra la novena de navidad; durante las mañanas se realizan alboradas, desfiles y durante la noche el juego de la "Vaca Loca". Las tradiciones religiosas están ligadas principalmente a la práctica religiosa católica.
- ✓ Los carnavales de Negros y Blancos: Festividad celebrada en enero.
- ✓ En el corregimiento de Santa Rosa hay fiestas en el mes de septiembre.
- ✓ Semana Santa con desfiles de las esculturas de patrimonio histórico del pueblo.
- ✓ La feria del cuero: La feria del Cuero se realiza el mes de octubre.
- ✓ Mocondino Rock 3 de enero.
- ✓ Fiestas patronales: Cabe anotar el hecho de que en la población de Belén se le atribuye la fiesta patronal a la Santísima Virgen del Rosario de Belén.

- Mitos

1. El Duende
2. La viuda

- Gastronomía

Los platos típicos del municipio son el Sancocho, Sopa de maíz, Tamales, Empanadas y en bebidas la chicha de maíz.

- Bienes de Interés

La riqueza natural del municipio permite al turista gozar de lugares de interés ecológico, histórico y ambiental como lo son:

- ✓ Cerros Negro y Chimayoy

La casa de la cultura en el municipio está creada, funciona en una de las oficinas de la Alcaldía Municipal.

2.3.9.1.2. Aspectos culturales municipio de Colon Génova



Fotografía 65. *Panorámica de Colon Génova*
Fuente: Pagina web municipal

Una vez asentadas las primeras familias en las respectivas tierras. Años después se funda una población conocida con el nombre de El Viento, a iniciativa de don Benjamín Cerón y don Raymundo Cerón, estas acciones se realizaron para los años 1905, lugar que hasta hoy se conoce como Génova, cabecera municipal del municipio de Colon Génova.

- Tradiciones

Colon está sujeto a diversidad cultural de las poblaciones aledañas destacadas por sus festividades, arraigo cultural y creencias religiosas que aún hoy en día se mantienen vivas a lo largo de la región. En el municipio de Colon encontramos:

- ✓ Festividades de Diciembre: se realizan el 16 de diciembre con participación de la comunidad en general. En el tiempo que va del 16 al 24 de diciembre se celebra la novena de navidad; Las tradiciones religiosas están ligadas principalmente a la práctica religiosa católica.
- ✓ Los carnavales de Negros y Blancos: Festividad celebrada en enero.
- ✓ Semana Santa con desfiles de las esculturas de patrimonio histórico del pueblo.
- ✓ Fiestas de la Virgen de las Mercedes
- ✓ Fiestas Virgen del Rosario
- ✓ Fiestas Virgen del Carmen Celebradas en los corregimientos

- Mitos

  - ✓ El Duende
  - ✓ La viuda

- Gastronomía

Los platos típicos del municipio son el Sancocho, Sopa de maíz, Tamales, Empanadas y en bebidas la chicha de maíz.

- Bienes de Interés

(Histórico, artístico, estético, plástico, Arquitectónico, urbano, ambiental, Ecológico, Antropológico y Arqueológico)

La riqueza natural del municipio permite al turista gozar de lugares de interés ecológico, histórico y ambiental como lo son:

- ✓ La Chorrera o el Cerro San Cristóbal, lugares de increíble belleza que cautivan a sus visitantes
- ✓ El Palacio Municipal
- ✓ La Iglesia del Señor de la Buena Esperanza
- ✓ Centro Recreativo Buesaco

- ✓ Parque de Génova y Villanueva
- ✓ La casa de la cultura en el municipio está creada, funciona en una de las oficinas de la Alcaldía Municipal.

2.3.9.1.3. Aspectos culturales municipio La Cruz



Fotografía 66*. Panorámica del Municipio de La Cruz*
Fuente: página web municipal

La Cruz del Mayo, la ciudad más antigua de Nariño. Antes de la conquista habitaba esta zona del Departamento de Nariño una tribu llamada Chinchas, descendientes Incáicos del Perú. En 1535 fueron enviados por Sebastián de Belalcázar a esa zona Juan de Ampudia y Pedro de Añasco quienes fundaron este nuestro terruño. También se dice que el 3 de mayo de 1742 Esteban Alvarez y Raimundo Realpe lo fundaron con el nombre de La Cruz de Mayo, asociando a las efemérides religiosas de este día.

- Tradiciones

La Cruz está sujeto a diversidad cultural de las poblaciones aledañas destacadas por sus festividades, arraigo cultural y creencias religiosas que aún hoy en día se mantienen vivas a lo largo de la región. En el municipio de La Cruz encontramos:

- ✓ Festividades de Diciembre: se realizan con participación de la comunidad en general. En el tiempo que va del 16 al 24 de diciembre se celebra la novena de navidad; Las tradiciones religiosas están ligadas principalmente a la práctica religiosa católica.
- ✓ El 28 de diciembre se celebra el día de los Santos Inocentes
- ✓ Los carnavales de Negros y Blancos: Festividad celebrada en enero.
- ✓ Semana Santa con desfiles de las esculturas de patrimonio histórico del pueblo.
- ✓ Conmemora el día de la Santa Cruz.

- Mitos

- ✓ El Duende
- ✓ La viuda

- Gastronomía

Los platos típicos del municipio son el Sancocho, Sopa de maíz, Tamales, Empanadas y en bebidas la chicha de maíz.

- Sitios de Interés Arqueológicos

Uno de los patrimonios culturales y ambientales que se encuentra en la cuenca del Río Mayo es el centro arqueológico de Tajumbina, ubicado a 12 Km al sur occidente de la cabecera municipal de la Cruz, donde el río Tajumbina forma parte de la cuenca y en su recorrido atraviesa parte del cerro Petacas y el volcán Doña Juana; muy cerca al poblado de Tajumbina, formando una grandiosa cascada que al decir de Palacios y Ordóñez “el agua parece lanzar un gemido cuando una bocanada misteriosa se precipita de la peña y hecha vapor líquido, luz y transparencia, continua su curso respetando entre cañones para escribir en la naturaleza pentagramas de belleza, de folclor y emociones. Es una maravilla donde se funde el río y el silencio, la altura y la profundidad, el frío y el calor, el hambre y la naturaleza” donde anidan los mitos y las leyendas como el duende y la Turumama entre otros.

Esta obra natural tiene un complemento en sus fabulosas y medicinales aguas termales que permiten el disfrute turístico, recreación y sanación de sus permanentes habitantes.

Otro de los lugares que destacan los habitantes de la región es la Cruz de Piedra, construida en señal de protección con material proveniente del Río Mayo y que según la leyenda se dice que en su interior existe una laguna que afectará al casco urbano.

- Bienes de Interés

La riqueza natural del municipio permite al turista gozar de lugares de interés ecológico, histórico y ambiental como lo son:

- ✓ Termales en la vereda de Tajumbina
- ✓ Vereda La Estancia
- ✓ Complejo volcánico Doña Juana Cascabel
- ✓ Piedras y templos en el Centro Arqueológico de Tajumbina.
- ✓ La Cruz de piedra construida en señal de protección con material proveniente del rio Mayo.

En el municipio existe una biblioteca ubicada en el casco urbano, garantizando Infraestructura para promoción cultural y aprovechamiento de tiempo libre, (teatros, salones de danza, salones de música).

2.3.9.1.4. Aspectos culturales municipio de La Unión



Fotografía 67. *Panorámica Municipio La Unión*
Fuente: página web municipal

La ciudad de la Unión Nariño, centro comercial e industrial y agrícola de suma importancia, en el Departamento de Nariño, una de las poblaciones más nuevas, pues su fundación efectiva como entidad urbana solo data del año 1847, según el cálculo más aproximado sobre su existencia y respaldo por la tradición más respetable.

- Tradiciones

La Unión está sujeta a diversidad cultural de las poblaciones aledañas destacadas por sus festividades, arraigo cultural y creencias religiosas que aún hoy en día se mantienen vivas a lo largo de la región. En el municipio de La Unión encontramos:

- ✓ Festividades de Diciembre: Se realizan desde el 7 de diciembre con la fiesta en honor al patrono del Colegio Nacional Juanambú, mediante un desfile de antorchas que recorre las principales calles del casco urbano. En el tiempo que va del 16 al 24 de diciembre se celebra la novena de navidad; Las tradiciones religiosas están ligadas principalmente a la práctica religiosa católica.

- ✓ El 28 de diciembre se celebra el día de los Santos Inocentes y carnaval del agua, el 29 con el desfile de “mitos”, “leyendas” y “taitas puros”, El 31 de diciembre se consuma todo y empieza desde el momento en que los “años viejos” salen a mostrarse por las calles; al final de la tarde el desfile oficial da el ganador de año, el día 31 de diciembre termina en la lectura el popular “testamento” y finalmente con la “quema de años viejos” y el “beso de feliz año”
- ✓ Los carnavales de Negros y Blancos: Festividad celebrada en enero.
- ✓ Semana Santa con desfiles de las esculturas de patrimonio histórico del pueblo.
- ✓ La Patrona Venteña es Nuestra Señora del Rosario, que tiene en la primera semana de Octubre su día de fiesta, La Inmaculada Concepción es la patrona del Colegio Nacional Juanambú y el 8 de diciembre se realiza su conmemoración.
- ✓ Fiesta Patronal de La Virgen del Carmen en la vereda La Caldera.
- ✓ Fiestas de Retorno o de Vacaciones en el mes de agosto con Ferias y espectáculos.
- ✓ Desde el punto de vista cultural y a raíz del fallecimiento del poeta Aurelio Arturo, durante la última semana de noviembre, los habitantes de La Unión hacen una Semana Arturiana, como homenaje al ilustre abate, que incluye actividades en todas las áreas de la expresión artística. Es un encuentro con la poesía, la danza, el teatro, entre otros.

- Mitos

  - ✓ Historia de la culebra gigante
  - ✓ La tetona
  - ✓ El guardián de la guaca
  - ✓ La pata sola
  - ✓ La llorona
  - ✓ La mata de guadua
  - ✓ La historia de la sombra
  - ✓ La sabiduría del duende, el duende y la Marta

TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN
MinAmbiente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible FONDO DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL
IQNet ISO 9001 icontec

- ✓ La historia de la bruja
- ✓ Los animales que asustan
- ✓ La leyenda del guando
- ✓ El cuento del carro fantasma
- ✓ El cuento del diablo
- ✓ El pájaro pio y la viuda
- ✓ La viuda

- Gastronomía

Los platos típicos del municipio sobresale “el tacao”, cuya base es la variedad de plátano denominada guineo; “el sango”, con base en maíz; sancochos; la “papa con maní”, que consiste en papa cocida sin cáscara, guisada con maní; “el tronquiao”, que fundamentalmente se prepara con varios tipos de carne, cocida y guisada con bastante condimento, se acompaña con arroz o yuca; la “longaniza” venteña, especial para las visitas de “paisanos” y por supuesto, entre los platos no puede faltar el curie asado, acompañado de ají de maní y yuca.

Existe, además otro tipo de elementos de la culinaria venteña que acompañan los platos fuertes como lo es la chicha de maíz, que, aunque en menor medida, todavía se consume; los “alfeñiques”, que tiene como base dulce preparado a partir de la panela, con maní, las “bolas de maní”, las empanadas de queso y de guiso de las “urrutias”, la aguadepanela con queso, el café con yuca, los envueltos de yuca, la yuca asada con queso y café y el café con queso y pan, entre otros

- Sitios de Interés Arqueológicos

Uno de los patrimonios culturales es La Estatua de Piedra “El Cacique”. Constituye un bien de interés arqueológico. Este bien puede ser “contemporáneo de la cultura San Agustín”. Hasta el momento sobre este bien no se ha realizado un estudio científico, pero es un vestigio autentico de una cultura indígena que se acento en el territorio unionense. Este monumento “El Cacique”, es “una construcción pétrea, artificial, de tres metros de alto, rematada en una cara humana de

cincuenta por cincuenta centímetros. Esta especie de monumento, que se conceptúa como obra indígena, está situada en la parte baja de la hacienda Salinas, cerca del sitio llamado de las Vegas y en la ribera de la quebrada Santa Ana, antes de su desembocadura en el río Mayo, es decir, entre los municipios de La Unión y San Lorenzo.

- Bienes de Interés

La riqueza natural del municipio permite al turista gozar de lugares de interés ecológico, histórico y ambiental como lo son:

- ✓ Monumento al Gran Mariscal Antonio José de Sucre. Es un verdadero patrimonio histórico que recuerda la trágica muerte de uno de los grandes personajes de las guerras libertadoras que América libró contra la metrópoli española en el Siglo XX.
- ✓ Aurelio Arturo Martínez. Es un patrimonio literario de La Unión y la nación; considerado como “el poeta más importante de toda la historia colombiana”. En memoria de su aporte a las letras, es menester que la casa ubicada en la finca El Aguacate, lugar donde permaneció ciertas temporadas Aurelio Arturo, sea declarada como bien de interés cultural, para su conservación, protección y para construir en este lugar el Museo Arturiano, uno de los deseos de sus seguidores: poetas, familiares y profanos del arte y la literatura colombiana.
- ✓ El PORTON y La Finca El Aguacate son bienes importantes para recordar al poeta Aurelio Arturo, su reconocimiento pasa por considerar a estos bienes como de interés cultural, en el marco de la Ley 397/94.
- ✓ Monumento a Juan Solarte Obando. Es un valor histórico, héroe máximo de Guapi; la erección de su busto por mandato de la Ley 29 de 1933, en memoria de su valentía e inmolación en la guerra contra el Perú, lo eleva a bien de interés cultural.
- ✓ Estatua de Piedra “El Cacique”.
- ✓ Iglesia Virgen del Rosario. Es un patrimonio arquitectónico cuya construcción sugiere un estilo republicano, pero más funcional, simplificado y con ciertas líneas posteriores en donde lo utilitario subordina a lo artístico, con dos naves laterales y una central. Este bien arquitectónico es digno de elevarse a bien de interés cultural, porque, además, su construcción fue el fruto del comunitario e institucional y es símbolo de la cristiandad unionense.
- ✓ Entre otros sitios de interés se encuentra Cerro La Jacoba, Virgen de La Playa.

Desde 1989, el municipio de La Unión, tiene una Casa de la Cultura que adoptó el nombre del ilustre poeta Venteño “Aurelio Arturo”. Esta entidad tuvo por antecedente la Casa Artesanal, que desarrolló actividades tendientes al cultivo de las manualidades para que con ello obtengan un recurso económico adicional. No obstante, la Casa Artesanal logró ser la pionera de la actividad cultural hasta que por acuerdo del Concejo Municipal se convirtió en Casa de La Cultura.

2.3.9.1.5. Aspectos culturales municipio de San Lorenzo



Fotografía 68*. Panorámica Municipio de San Lorenzo*
Fuente: pagina web municipal

Es ampliamente conocido que los Quillacingas ocuparon gran parte del territorio nariñense, de tal manera que los primeros pobladores debieron pertenecer a esta cultura ampliamente difundida en estos territorios. Estos primeros habitantes debieron ser unos “MINDALAS” “comerciantes” de frutas como la mora, la piña y la yuca, productos que los intercambiaron por la sal de Taminango, y establecieron relaciones comerciales simples con los grupos Chapanchica y Sindagua. Ciertamente fueron los quillacingas los que frenaron el expansionismo INCA, comandados por Huayna Cápac en la parte norte, conquista que demandó años de guerra, fueron los “arracacheros” prehispánicos quienes también actuaron en estas jornadas bélicas.

- Tradiciones

San Lorenzo está sujeto a diversidad cultural de las poblaciones aledañas destacadas por sus festividades, arraigo cultural y creencias religiosas que aún hoy en día se mantienen vivas a lo largo de la región. En el municipio de San Lorenzo encontramos:

- ✓ Festividades de Diciembre: se realizan con participación de la comunidad en general. En el tiempo que va del 16 al 24 de diciembre se celebra la novena de navidad; Las tradiciones religiosas están ligadas principalmente a la práctica religiosa católica.
- ✓ El 28 de diciembre se celebra el día de los Santos Inocentes
- ✓ Los carnavales de Negros y Blancos: Festividad celebrada en enero.
- ✓ Semana Santa con desfiles de las esculturas de patrimonio histórico del pueblo.
- ✓ Fiestas patronales al patrono San Lorenzo, que se celebran el 10 de agosto y que por disposición de la iglesia las actividades culturales se realizan posteriormente.
- ✓ Fiestas Virgen Auxiliadora.
- ✓ Fiestas San Isidro en el mes de junio.
- ✓ Fiestas Nuestra señora del Carmen en julio.
- ✓ Fiestas Santa Cecilia patrona de los músicos en noviembre.

- Mitos

- ✓ El duende
- ✓ La bruja, la viuda
- ✓ La vieja, el carro del guando
- ✓ La tunda
- ✓ La calavera
- ✓ El espanto del camino
- ✓ El ahogado
- ✓ Judío errante

- Gastronomía

Los platos típicos del municipio son: la mazamorra, sopa de maíz, sancocho, tacao, el cuy, empanadas de añejo, bolas de maní, tamales, y en bebidas la chicha de maíz.

- Sitios de Interés Arqueológicos

De los bienes culturales, se habla de una arquitectura doméstica tradicional de características urbanas homogéneas representada en casas algunas aún con materiales de bahareque, de perfil colonial, calles de amplias adoquinadas en lugar de la piedra o canto rodado. Dos plazoletas reflejan la cultura parroquial, El Parque Libertad y la plaza Suárez, en la que se ubica el templo católico construido en 1872.

La piedra del colegio Sagrado Corazón de Jesús y la Piedra de La Cañada son dos símbolos de la época de los Quillacinga, reconocidos como patrimonios históricos, pero a los cuales no se le ha hecho ningún tipo de conservación, estos se encuentran fuera del área de la cuenca en estudio.

- Bienes de Interés

La riqueza natural del municipio permite al turista gozar de lugares de interés ecológico, histórico y ambiental como son:

- ✓ La Ermita de la Virgen de Fátima en la vereda San Francisco, sitio sagrado religioso dirigida por la comunidad Franciscana
- ✓ El Templo Parroquial San Lorenzo Mártir, ubicado en la plaza principal, petroglifos (Las Espirales y los Soles), quebrada Santana en el Río Mayo, en la vereda Vegas y en el sector conocido como Los Cubos, se pueden apreciar unas cuevas formadas en las rocas, al pié de la Vereda Armenia. Se dice que aquí pernoctaron Bolívar y el Ejército Libertador en la campaña del Sur; a 10 kilómetros de la cabecera municipal, se ubica La Reserva Natural Los Pastales
- ✓ La Marucha, Cerros El Calvario, El Cofre, Las Palmas, La Caratosa, Salsipuedes, El Mirador, La Peña y La Meza.

Existe en la cabecera municipal una casa de la cultura donde actualmente funcional el Centro Administrativo Municipal, en consecuencia, no existe un lugar apropiado para la práctica de actividades culturales.

2.3.9.1.6. Aspectos culturales municipio de San Pablo



Fotografía 69*. Panorámica de San Pablo*
Fuente: Página web municipal

El matrimonio formado por el sargento de las milicias reales del señor Miguel Suárez de Bolaños y la señora Isabel Burbano de Lara, aparece haciendo donación de los terrenos nombrados, a la santísima Virgen del Rosario de Chiquinquirá; esta escritura se realizó ante el señor Javier Bolaños, alcalde ordinario de segundo voto de la ciudad de Almaguer y su jurisdicción; lleva la firma de Don Miguel Suárez de Bolaños y a ruego de la esposa de este a firmado el Señor Manuel Trullo, rubrican el documento como testigos los señores Nicolás de Ortega y José Muñoz, y en nombre de la virgen aceptó y firmó el Presbítero Gaspar Burbano de Lara, Cura Párroco de la Cruz.

La fecha de esta constancia pública se toma como la fundación de San Pablo. Los esposos Suárez de Bolaños y Burbano de Lara permitieron que junto a su propia casa se construyera una capilla que sirviera como base del adoctrinamiento católico, ejercido en aquel entonces sobre la región por los padres Dominicos.

- Tradiciones

San Pablo está sujeto a diversidad cultural de las poblaciones aledañas destacadas por sus festividades, arraigo cultural y creencias religiosas que aún hoy en día se mantienen vivas a lo largo de la región. En el municipio de San Pablo encontramos:

TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN
MinAmbiente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
FONDO DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL
IQNet ISO 9001 icontec

- ✓ Festividades de Diciembre: se realizan con participación de la comunidad en general. En el tiempo que va del 16 al 24 de diciembre se celebra la novena de navidad; Las tradiciones religiosas están ligadas principalmente a la práctica religiosa católica.
- ✓ El 28 de diciembre se celebra el día de los Santos Inocentes
- ✓ Los carnavales de Negros y Blancos: Festividad celebrada en enero.
- ✓ Semana Santa con desfiles de las esculturas de patrimonio histórico del pueblo.
- ✓ Fiestas patronales en el mes de Agosto de la Virgen de la Playa. (El segundo fin de semana de cada agosto, se realizan encuentros sociales con actos culturales, deportivos, presentación de orquestas y feria de comercio.)

- Mitos

- ✓ El duende
- ✓ La bruja, la viuda
- ✓ La vieja, el carro del guando
- ✓ La tunda
- ✓ La calavera
- ✓ El espanto del camino
- ✓ El ahogado
- ✓ Judío errante

- Gastronomía

Los platos típicos del municipio son: el frito, el pan de achira, la mazamorra, sopa de maíz, sancocho, tacao, el cuy, empanadas, tamales, y en bebidas la chicha de maíz.

- Bienes de Interés

La riqueza natural del municipio permite al turista gozar de lugares de interés ecológico, histórico y ambiental como lo son:

- ✓ Reconocido y visitado el Santuario de la virgen de la Playa, cuya historia remonta a los primeros años del siglo XX y ha contado con la respuesta generosa y entrega de toda la comunidad; El sitio es de gran atractivo religioso, el Santuario de La Virgen de La Playa es un elemento arquitectónico y representativo en el municipio enmarcado por la riqueza paisajística, el Río Mayo y las pendientes escarpadas que ofrece el lugar.
- ✓ El parque Simón Bolívar, y el de la Cordialidad, la estatua de Cristo Rey y la hidroeléctrica; así como una riqueza paisajística y natural como sus cerros (de la Campana o Pajuguando) y montañas, senderos y el majestuoso Río Mayo.
- ✓ Cascadas o caídas de agua, se resaltan, La Brisa, la Chorrera, Quebrada de Bateros, el Bohío y quebrada las Palmas.

Existe en la cabecera municipal una casa de la cultura donde actualmente funcional el Centro Administrativo Municipal, en este municipio existen grupos musicales, grupos de danzas del sector educativo y la Banda Municipal que posee una adecuada dotación de instrumentos. El Municipio de San Pablo cuenta con diversos recursos turísticos, culturales y físicos, lo hacen potencialmente destino turístico para desarrollar turismo científico, religioso, rural y ecológico.

2.3.9.1.7. Aspectos culturales municipio de San Pedro de Cartago



Fotografía 70*. Municipio de San Pedro de Cartago*

Fuente: página web municipal

A mediados del año de 1870, existió en esta región una hacienda llamada "El Cabuyal" de propiedad del señor Leonardo Urbano. Algunos Labriegos, construyeron un poblado de humildes chozas de paja, las cuales en el año de 1880 toman el nombre de "Aldea del Cabuyal"; seis años más tarde en el año de 1886, se denominó "Aldea de la Victoria de San Pedro" y en año de 1887 ascendió a "Corregimiento del Cabuyal" perteneciente al Distrito de Berruecos con su primer Corregidor, el señor Asensio Estrella. Cinco años más tarde habitantes del Corregimiento del Cabuyal, elevan peticiones para pertenecer al Distrito de la Unión, pero Gaspar Viveros Alcalde de Berruecos y el Párroco de la Unión frustran este deseo

- Tradiciones

San Pedro de Cartago está sujeto a diversidad cultural de las poblaciones aledañas destacadas por sus festividades, arraigo cultural y creencias religiosas que aún hoy en día se mantienen vivas a lo largo de la región. En el municipio de San Pedro de Cartago encontramos:

- ✓ Festividades de Diciembre: se realizan con participación de la comunidad en general. En el tiempo que va del 16 al 24 de diciembre se celebra la novena de navidad; Las tradiciones religiosas están ligadas principalmente a la práctica religiosa católica.
- ✓ El 28 de diciembre se celebra el día de los Santos Inocentes
- ✓ Los carnavales de Negros y Blancos: Festividad celebrada en enero.
- ✓ Semana Santa con desfiles de las esculturas de patrimonio histórico del pueblo.
- ✓ Fiestas patronales al patrono San Pedro que se celebran el mes de junio
- ✓ Fiestas populares de San Pedro que se celebran posteriormente a las festividades de la iglesia católica.
- ✓ Fiestas Virgen de La Gruta en la vereda el Salado

- Mitos

- ✓ El duende
- ✓ La bruja, la viuda
- ✓ La vieja, el carro del guando
- ✓ La tunda
- ✓ La calavera

- ✓ El espanto del camino
- ✓ El ahogado
- ✓ Judío errante

- Gastronomía

Los platos típicos del municipio son: sopa de maíz, la mazamorra, sancocho, tacao, el cuy, empanadas de añejo y de harina, tamales de maíz y yuca, y en bebidas jugos, agua de panela, café y la chicha de maíz.

- Bienes de Interés

La riqueza natural del municipio permite al turista gozar de lugares de interés ecológico, histórico y ambiental como lo son:

- ✓ Capilla e imagen de La Virgen de La Gruta construida en el siglo XVIII en la vereda El Salado
- ✓ Cerro Chimayoy Chimayoy, palabra quillasinga que significa 'ir al encuentro con el sol', pero que según el biólogo Iván Hernán Narváez Torres también traduce 'cima alta' (chima: cima y yoy: alta).
- ✓ Cerro el salado y el volador
- ✓ Finca "Aurelio Arturo Martinez" en Buenos Aires Cartago Finca Buenos Aires.- Lugar donde permaneció el poeta AURELIO ARTURO MARTINEZ.
- ✓ Aunque no reconocido está El camino Real por donde se desplazaron las tropas libertadoras de Bolívar, Antonio José de Sucre y Francisco de Paula Santander.
- ✓ Finca Bellavista
- ✓ Piscina Natural "El Concio" El Pozo Natural "El Concio".- Piscina natural sobre la quebrada los molinos ubicada a 1 km de Cartago.

Existe en la cabecera municipal una casa de la cultura donde actualmente funcional el Centro Administrativo Municipal, en donde se dictan cursos de música (interpretación de instrumentos

musicales), además en coordinación con otras entidades se coordinan actividades como danzas y eventos culturales.

2.3.9.1.8. Aspectos culturales municipio de Taminango



Fotografía 71. *Panorámica de Taminango*
Fuente: Página web municipal

El territorio del actual Municipio de Taminango según los estudios de los historiadores regionales, estuvo habitado en la época prehispánica por indígenas pertenecientes al grupo de los Quillacingas, Paquinagos y Sindaguas, por lo cual la variedad étnica fue notoria a la llegada de los españoles en el siglo XVI.

Históricamente Taminango en la época de la colonia fue centro de recolección de diezmos del territorio circunvecino, para atender al clero que prestaba atención espiritual a los pobladores, situación que fue cambiando de acuerdo a las nuevas estructuras religiosas, políticas y económicas.

- Tradiciones

Taminango está sujeto a diversidad cultural de las poblaciones aledañas destacadas por sus festividades, arraigo cultural y creencias religiosas que aún hoy en día se mantienen vivas a lo largo de la región. En el municipio de Taminango encontramos:

- ✓ Festividades de Diciembre: se realizan con participación de la comunidad en general. En el tiempo que va del 16 al 24 de diciembre se celebra la novena de navidad; Las tradiciones religiosas están ligadas principalmente a la práctica religiosa católica.
- ✓ El 28 de diciembre se celebra el día de los Santos Inocentes
- ✓ Los carnavales de Negros y Blancos: Festividad celebrada en enero.
- ✓ Semana Santa con desfiles de las esculturas de patrimonio histórico del pueblo.
- ✓ Fiestas patronales San Juan Bautista que se celebran en el mes de junio.
- ✓ La Medalla Milagrosa en la vereda El Páramo en el mes de junio.
- ✓ Divino Nino en el Remolino en el mes de noviembre.
- ✓ Señor del Tambo en la vereda Charguayaco.

- Mitos

- ✓ El duende
- ✓ La bruja, la viuda
- ✓ La vieja, el carro del guando
- ✓ La tunda
- ✓ La calavera
- ✓ El espanto del camino
- ✓ El ahogado
- ✓ Judío errante

- Gastronomía

Los platos típicos del municipio son: la mazamorra, sopa de maíz, sancocho, tacao, el cuy, empanadas de añejo, bolas de maní, tamales, y en bebidas la chicha de maíz.

- Bienes de Interés

(Histórico, artístico, estético, plástico, Arquitectónico, urbano, ambiental, Ecológico, Antropológico y Arqueológico)

La riqueza natural del municipio permite al turista gozar de lugares de interés ecológico, histórico y ambiental como lo son:

- ✓ El cerro Majuando tiene una fortaleza por ser el sitio más elevado del Municipio y la presencia de corrientes de aire caliente procedentes de la hoya del Patía.
- ✓ El Tablón Panamericano.
- ✓ Corregimiento de Puerto Remolino y lógicamente la zona cafetera.
- ✓ El camino histórico la Pascana de Simón Bolívar.
- ✓ Altar de talla en piedra de la Iglesia San Juan Bautista.
- ✓ Parque Simón Bolívar.
- ✓ Monumento del campesino ubicado en el parque del centro poblado de Granada.

Existe en la cabecera municipal una casa de la cultura donde actualmente funcional el Centro Administrativo Municipal, en consecuencia, no existe un lugar apropiado para la práctica de actividades culturales.

2.3.9.1.9. Aspectos culturales municipio de Florencia



Fotografía 72*. Panorámica de Florencia*

Fuente: página web municipal

El proceso de poblamiento de Florencia estuvo dado por el flujo de los colonos que llegaron a la región a mediados del siglo XIX atraídos por la explotación de oro y piedras preciosas, este proceso se fortaleció además por los flujos de inmigrantes originados por la guerra de los Mil

Días. El primer asentamiento de esta población estuvo ubicado en las lomas aledañas al corregimiento de Santander (Nariño) y luego fue trasladado al sitio actual. Florencia fue distrito Parroquial, Cantón de Bolívar, provincia de Popayán desde 1853 hasta mediados de la década de los 80, época que el vecindario se sublevó desconociendo las autoridades y a raíz de este echo quedó bajo el mandato inmediato del distrito parroquial de Mercaderes.

El nombre actual de Florencia se debe a que un sacerdote Jesuita de origen italiano le encontró similitud a esta región con la de Florencia Italia.

- Tradiciones

En el municipio de Florencia encontramos:

- ✓ Festividades de Diciembre: se realizan con participación de la comunidad en general. En el tiempo que va del 16 al 24 de diciembre se celebra la novena de navidad; Las tradiciones religiosas están ligadas principalmente a la práctica religiosa católica.
- ✓ Los carnavales de Negros y Blancos: Festividad celebrada en enero.
- ✓ Semana Santa con desfiles de las esculturas de patrimonio histórico del pueblo.
- ✓ Fiestas patronales Los días 14 y 15 de septiembre de cada año se conmemora la aparición de la virgen de Los Dolores, patrona de este nuestro municipio. En estos días se realizan diversas actividades culturales al tiempo que se realiza la quema de juegos pirotécnicos.

- Mitos

- ✓ El duende
- ✓ La bruja, la viuda
- ✓ La vieja, el carro del guando
- ✓ La tunda
- ✓ La calavera
- ✓ El espanto del camino
- ✓ El ahogado
- ✓ Judío errante

- Gastronomía

Los platos típicos del municipio son: la mazamorra, sopa de maíz, sancocho, tacao, el cuy, empanadas de añejo, bolas de maní, tamales, y en bebidas la chicha de maíz.

- Bienes de Interés

La riqueza natural del municipio permite al turista gozar de lugares de interés ecológico, histórico y ambiental como lo son:

- ✓ Capilla del Señor Caído en la vereda Las Cuchillas.
- ✓ Casa en la vereda Campamento donde Bolívar armo su campamento de allí el nombre de la vereda.
- ✓ Sitio turístico ubicado en la vereda de YUNGUILLA

Existe en la cabecera municipal una casa de la cultura donde actualmente funcional el Centro Administrativo Municipal, en consecuencia, no existe un lugar apropiado para la práctica de actividades culturales.

2.3.9.1.10. Aspectos culturales municipio Mercaderes



Fotografía 73. *Panorámica de Mercaderes*
Fuente: Página web municipal

El Municipio de Mercaderes en su poblamiento originario siguió el modelo de distribución Espacial de los Quillasingas que ocuparon la meseta para dedicarse a la ganadería y las Estribaciones del Macizo Colombiano para la agricultura.

La meseta de Mercaderes, fue un intercambio de mercados entre los aborígenes, indígenas de Bolívar con su principal producto el oro y los de Arboleda con la sal y productos agrícolas de clima caliente, por lo que derivó su nombre Mercaderes (intercambio o trueque).

Los primeros colonizadores estuvieron asociados a la bonanza del maíz, el del oro y piedras preciosas especialmente en el antiguo Mercaderes a demás este proceso se fortaleció con los flujos de inmigrantes originados por la guerra de los Mil Días.

La apertura de la carretera hacia el sur de Colombia con motivo de la guerra con el Perú en 1.930, contribuyó al desarrollo, crecimiento comercial y poblamiento del antiguo Municipio de Mercaderes.

- Tradiciones

Mercaderes está sujeto a diversidad cultural de las poblaciones aledañas destacadas por sus festividades, arraigo cultural y creencias religiosas que aún hoy en día se mantienen vivas a lo largo de la región. En el municipio de Mercaderes encontramos:

- ✓ Festividades de Diciembre: se realizan con participación de la comunidad 24, 25 y 31.
- ✓ Los carnavales de Negros y Blancos: Festividad celebrada en enero.
- ✓ Semana Santa con desfiles de las esculturas de patrimonio histórico del pueblo.
- ✓ Ferias Ganaderas julio 20
- ✓ Fiestas de integración de colonias en el corregimiento de Arboleda.
- ✓ Fiestas patronales, que se llevan a cabo el 7 de octubre en honor a la Virgen del Rosario.

- Mitos

  - ✓ El duende

- ✓ La bruja, la viuda
- ✓ La vieja, el carro del guando
- ✓ La tunda
- ✓ La calavera
- ✓ El espanto del camino
- ✓ El ahogado
- ✓ Judío errante

- Gastronomía

Los platos típicos del municipio son: la mazamorra, sopa de maíz, sancocho, tacao, el cuy, empanadas de añejo, bolas de maní, tamales, y en bebidas la chicha de maíz.

- Bienes de Interés

La riqueza natural del municipio permite al turista gozar de lugares de interés ecológico, histórico y ambiental como lo son:

- ✓ Murallas donde se sacaba la sal ubicada en la vereda Esperanzas del Mayo
- ✓ Parque arqueológico llamado el desierto donde se miran la gravedad – eólica

Se cuenta con Casa de la Cultura adecuada y bien dotada, desde donde se fomenta la identidad cultural regional y la participación activa de la comunidad en las fiestas patronales y tradicionales. En el municipio se promueve, consume y comercializa los platos típicos, se realizan encuentros regionales para promover e intercambiar platos de la gastronomía típica regional. Los mercadereños se sienten auténticos cuando valoran y promueven sus costumbres, respetan sus diferencias raciales, recuerdan con respeto y orgullo a sus antepasados y viven en armonía gracias a que saben resolver pacíficamente sus conflictos.

TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN
MinAmbiente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible FONDO DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL
IQNet ISO 9001 icontec

2.3.9.2. Prácticas Histórico-Culturales. Tradicionalmente se han venido aplicando ciertas prácticas histórico culturales para la producción agrícola, por ejemplo, la gente utiliza los residuos orgánicos como abono de sembradíos, con el convencimiento de que el producto obtenido contaría con mejores condiciones en cuanto a calidad y salud. Deben reconocerse otras actividades como la siembra determinada por los ciclos solares o lunares, no obstante, la tecnología y los nuevos insumos agrícolas han ido debilitando este tipo de producción tradicional.

Dentro de las actividades domésticas, se conserva la cultura de utilización de leña para la cocción de alimentos, debido a estas costumbres los bosques de especies valiosas como el roble se fueron extinguiendo, por la tala indiscriminada de madera tanto para uso doméstico, como para la producción y venta de carbón vegetal. Además, se le da otro tipo de uso a las plantas ancestrales para curaciones y medicinas alternativas de muchas enfermedades.

En los talleres municipales la comunidad expresa algunas de sus leyendas que son extendidas oralmente, a continuación, se presentan algunas de estas manifestaciones:

“La leyenda del Volcán Doña Juana, que, por la desobediencia a sus padres, la joven de nombre Juana fue maldecida, cuya implicación residió en convertirse en piedra; cuenta la leyenda que las lágrimas de la joven son la enorme cascada formada por el Tajumbina”

“Para el caso del recurso hídrico en las zonas de la Cuenca se plantea la existencia de duendes, y lo presentan como un personaje machista, atractivo, artista, conquistador, celoso, agresivo, sus víctimas son mujeres bonitas, jóvenes solteras o casadas y que tengan nombres especiales”

“En el Cerro de la campana de San Lorenzo se extraviaron las campanas de la iglesia, que estas suenan los jueves santos y además que la práctica de magia negra.

“En Tajumbina se encuentra una chorrera donde hay riquezas, pero los que van a sacar cosas ya no pueden salir y se pierden en ella”.

“Una laguna llamada Las Palmas de la vereda Alto Llano de 24 hectáreas de extensión, era una laguna encantada donde llegaban unos patos grandes de oro, pero quien quería atraparlos se perdía en la laguna. En esta misma laguna el 28 de marzo de 2009 a las 5 de la tarde se escucharon ruidos muy fuertes y a las 10 de la noche llego una avalancha y derrumbo el cerro,

se desprendieron gran cantidad de árboles inmensos, aproximadamente de 50 metros de altura y 3 metros de diámetro, estos quedaron con las raíces hacia arriba dejando sin agua a dos veredas cercanas".

Por otra parte, en los últimos años se han implementado nuevos eventos relacionados con la cultura, que buscan propiciar espacios de concientización mediante la organización de actividades como: actividades del día del árbol, cuidado de la tierra y del agua, de manera que se logre conservar la naturaleza. Una evidencia de estas nuevas prácticas radica en el cambio de la tradición del domingo de ramos en la Semana Santa, que consistía en llevar la palma de Iraca como "elemento simbólico", hoy en día se evidencia que esta actividad se ha ido erradicando y se ha fortalecido la práctica de este cultivo a través de campañas realizadas por las UMATAS.

2.3.9.2.1. Turismo. El ecoturismo en la cuenca del río Mayo avanza por su gran potencial de explotación ya que, dispone de grandes potencialidades paisajísticas, culturales y sociales que la califican como área de vocación turística y que merece ser apoyada para la consolidación de una cultura del turismo, todos los municipios cuentan con una gran biodiversidad tanto de flora como de fauna, y poseen importantes atractivos, de los cuales se destacan los siguientes:

- Zona de recreación El Remolino en el municipio de Taminango: pose un gran potencial turístico, ya que se consolida como un lugar proyectado como fortaleza para el desarrollo eco turístico. Se reconoce su privilegiada posición geográfica y su ubicación sobre la vía Panamericana, con destinos propicios para la recreación aprovechando la naturaleza, (alta variedad de frutas tropicales), de aprovechamiento del sol (paradores y medio natural), deportivas (pesca deportiva, ciclo montañismo, caminatas, paseos a caballo, natación en medio natural), de aventura (parapente, escalada y canotaje), cultural, religioso y natural por la diversidad de sitios de interés histórico y lugares sacrosantos y de valor natural y paisajístico, además de disfrutar de vivienda campestre y vacacional.

- Atractivos turísticos de la zona de influencia del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel: los cuales son muy variados y exóticos. Se destacan las bellezas escénicas y paisajísticas de los territorios andinos, ya que cuenta con terrenos de selva húmeda tropical del flanco occidental hacia el Piedemonte Andino Amazónico; esta zona al estar inmersa en el Macizo Colombiano cuenta con llamativas cascadas, El complejo volcánico Doña Juana Cascabel, convertido en Parque Natural Nacional, se

convierte además en sitio estratégico para la conservación de la biodiversidad y la investigación.

- El Municipio de San Pablo se ubica el Santuario de la Virgen de la Playa, la hidroeléctrica y embalse del río Mayo, el parque Bolívar y el sendero a Cristo Rey; además sus paisajes y su cercanía al parque nacional complejo volcánico doña Juana y a las aguas termales de Tajumbina, lo consolidan potencialmente como un destino turístico para desarrollar turismo científico, religioso, rural y ecológico. Sus diversas fiestas y eventos tradicionales contribuyen a fortalecer sus potencialidades turísticas.

- En La Unión se encuentran los siguientes sitios turísticos: monumento Antonio José de Sucre, Tumba Juan Solarte Obando (héroe de Guapi), Finca turística agro ecológica El Sauce, Finca turística El Pará en la vereda Chaguarurco, Finca turística El Aguacate, Centro piloto de producción de café limpio y turismo ambiental en Quiroz y recreativo en Olivos.

- Algunos sitios turísticos ubicados en Florencia (Cauca) son: el Mirador de Bella vista, Mirador la Amatista, Mirador cruz de helecho, Charco la piedrita, Charco el burro.

2.3.10. Sistema economico

2.3.10.1. Caracterización y análisis de los sectores económicos. En el diagnostico económico, se incluye un análisis de la estructura productiva regional y la caracterización de los municipios que conforman la cuenca, para lo cual se utilizaron datos presentados por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, La Gobernación de Nariño, La Gobernación del Cauca, DANE, Planes de desarrollo municipales, anuarios estadísticos, censos nacionales agropecuarios, y otros documentos que aportaron la información necesaria para complementar el análisis de los aspectos económicos de la cuenca.

El análisis realizado, parte de agrupar las principales actividades productivas identificadas en la cuenca, discriminando la participación de los municipios en cada una de ellas, e identificando de igual manera las condiciones en las que se realizan las practicas productivas y algunas de las consecuentes implicaciones que puede generar dicho tratamiento de los recursos.

Con el fin de realizar una interpretación adecuada, se presentan datos referentes a las diferentes actividades económicas que se desarrollan en la cuenca. Cabe resaltar, que, al ser un territorio de gran diversidad, se identifica gran variedad de productos agropecuarios, mineros, petroleros y energéticos, por lo tanto, es necesario referenciar las condiciones en las que se desempeñan los sistemas productivos, tanto como en áreas sembradas, producción agropecuaria, intensidad de los sistemas de producción.

Por otra parte, se caracterizan las actividades manufactureras y de transformación; y las actividades correspondientes al sector de comercio y servicios, entre las que se incluyen las relacionadas con la prestación de servicios financieros, de comunicaciones, entre otras.
Posteriormente, se presenta la identificación de la infraestructura física, asociada al desarrollo económico y los macro proyectos futuros a ser ejecutados en la cuenca, análisis que es complementado con la salida grafica correspondiente a este componente.

2.3.10.1.1. Estructura productiva regional. En el territorio analizado, la estructura productiva regional se caracteriza porque las actividades económicas que se desarrollan predominantemente corresponden al sector primario, y constituyen el sustento de numerosas familias que abastecen gran variedad de cultivos y especies pecuarias. En este sentido, se ha podido establecer que, si bien muchos de los productos dinamizan la economía al ser comercializados a gran escala, una proporción reducida de lo producido también es destinada al autoconsumo.

Por otra parte, cabe destacar que la mayoría de las actividades agropecuarias, se desarrollan de forma tradicional (en cuanto a tecnología y conocimientos se refiere), ya que muchos productores no cuentan con óptimas condiciones de acceso a los recursos productivos, ni educativas, y, por tanto, encuentran limitaciones para aplicar nuevas prácticas que mejoren, no solamente la calidad de los productos, sino que protejan al suelo del uso indiscriminado al que recurren como único mecanismo de subsistencia.

En términos de distribución urbano-rural, la cuenca se caracteriza por ser en mayor proporción rural, situación que explica la condición agropecuaria anteriormente expuesta. Por tanto, cabe anotar que los sistemas de producción desarrollados en este sector, se encuentran representados por agricultura, piscicultura, explotaciones ganaderas extensivas, semi-intensivas e intensivas, entre otras. Todas estas actividades cuentan con una importante dependencia

respecto a los recursos naturales, siendo la producción de cultivos comerciales (café, papa, caña, frutales), destinada a la venta a nivel departamental y nacional; y la producción en menor escala destinada en gran medida al autoconsumo, con reducidos excedentes para la comercialización.

La distribución predial de la cuenca en relación con el tipo de suelo se representa a continuación, de manera, que es posible identificar la condición de ruralidad que predomina en todos los municipios.

Tabla 417. *Numero de predios según tipo de suelo*

Municipio	Urbano	Rural	Total
Mercaderes	2376	6430	8806
Florencia	420	2223	2643
Taminango	2279	7660	9939
San Lorenzo	709	7211	7920
La Unión	2474	5483	7957
San Pedro de Cartago	333	2062	2395
Belén	723	991	1714
Colon Génova	456	3052	3508
San Pablo	1232	4251	5483
La Cruz	2104	4869	6973

Fuente: Elaboración propia a partir de Información Oficial Catastral IGAC 2017

2.3.10.1.2. Usos del suelo. Para complementar el análisis de la estructura productiva de la cuenca, se presenta a continuación la distribución por usos del suelo, a fin de identificar los segmentos en los que se desarrollan las diferentes actividades de cultivos y pastoreo.

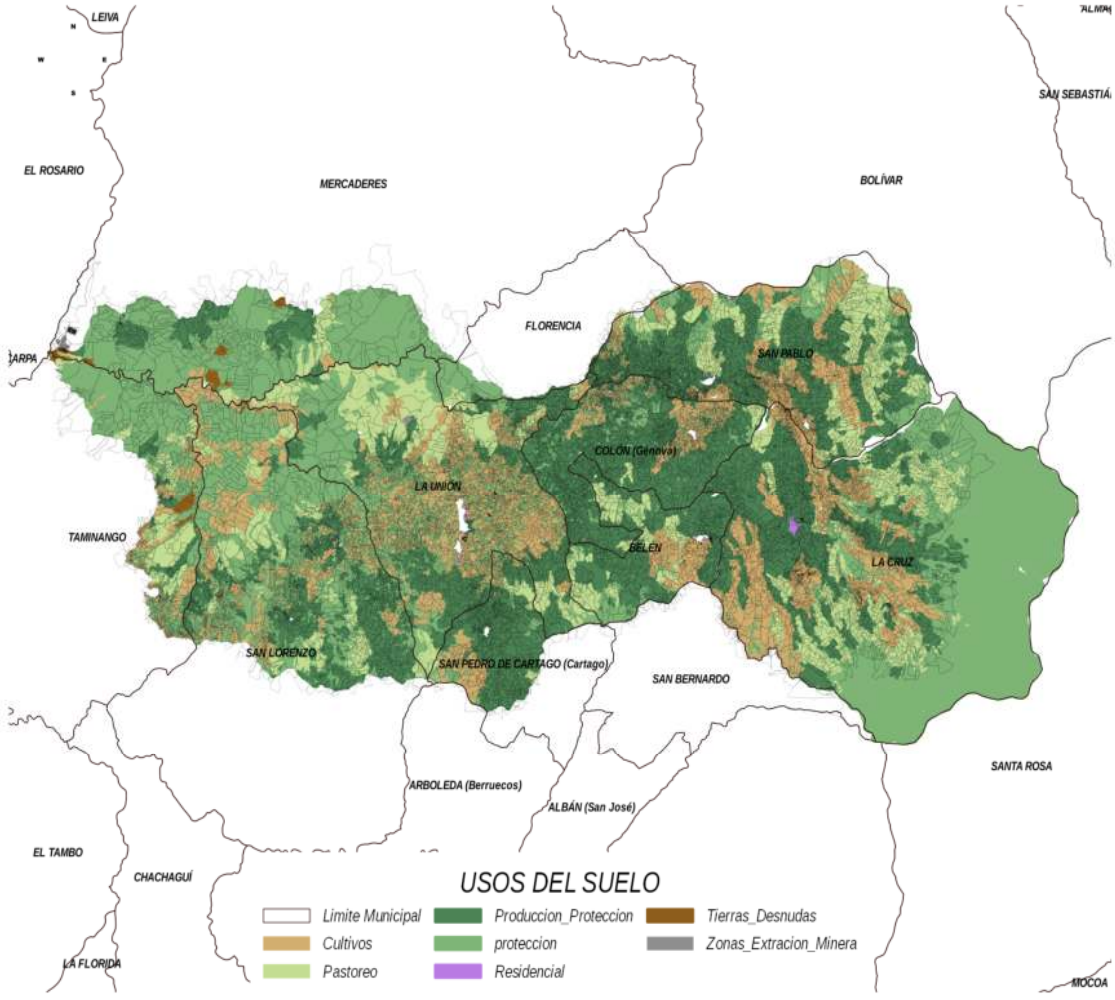


Figura 245. *Usos del suelo*

Fuente: Elaboración propia a partir de Información Oficial Catastral IGAC 2017

A partir de la figura anterior, se obtiene que del total de predios que desarrollan algún tipo de práctica productiva, el 23,88% pertenecen al municipio de La Cruz, seguido del 19,60% correspondiente a la Unión, municipio que, predominantemente cuenta con predios destinados a actividades de cultivo, debido a la dinámica económica del café, que cuenta con la presencia de la Federación Nacional de Cafeteros, asociaciones y gremios veredales y corregimentales, no solamente de este producto sino también del sector panelero y frutícola.

En tercer lugar, se ubica San Pablo (19,50%), y posteriormente, Colón Génova (12,66%). Los municipios restantes cuentan con una participación inferior al 10%, siendo los de menor participación predial productiva en la cuenca, Taminango, Florencia y Mercaderes.

Por otra parte, se relaciona a partir de la base catastral del IGAC (2017), los porcentajes de predios correspondientes a cada uso del suelo establecido en la cuenca, obteniendo que la mayoría de predios asociados a este territorio, son zonas de Producción – protección, es decir, son asociaciones de áreas que se destinan (conjuntamente) a actividades productivas (agrícolas o pecuarias) y cierta parte se reserva a protección.

Tabla 418. *Porcentaje de predios según uso del suelo*

Actividad	Porcentaje
Producción-Protección	34,00%
Zona De Cultivos	32,01%
Zonas de Protección	22,93%
Pastoreo	10,19%
Residenciales	0,50%
Tierras Desnudas	0,34%
Minería	0,20%

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del IGAC (2017)

Respecto al uso del suelo para cada municipio, se puede observar a partir de la información presentada en la Tabla 419. *Porcentaje de predios según uso del suelo por municipio*, que el municipio que cuenta con mayor participación de cultivos a nivel de cuenca es La Unión (33,50%), seguido de La Cruz (20,33%) y San Pablo (13,94%).

Para el caso de los predios productivos destinados al pastoreo, La cruz, es el municipio que cuenta con mayor número de predios que se destinan a esta actividad, representados con el 36,85%, le sigue San Pablo (20,98%) y La Unión (13,74%). Mientras que los municipios que tienen más predios destinados únicamente a protección (a nivel de la cuenca) son La Unión (24,59%), San Pablo (15,21%), San Lorenzo (14,72%) y Colón Génova (14,60%).

Tabla 419. *Porcentaje de predios según uso del suelo por municipio*

Municipio	Cultivos	Pastoreo	Producción protección	Protección
Florencia	0,08%	0,66%	1,08%	0,40%
Mercaderes	0,11%	1,37%	1,43%	4,16%

Belén	2,91%	5,21%	7,17%	3,08%
Colon Génova	11,00%	2,77%	17,17%	14,60%
La Cruz	20,33%	36,85%	23,32%	11,97%
La Unión	33,50%	13,74%	8,25%	24,59%
San Lorenzo	10,44%	9,78%	8,65%	14,72%
San Pablo	13,94%	20,98%	24,29%	15,21%
San Pedro De Cartago	2,21%	1,93%	7,41%	5,12%
Taminango	5,49%	6,73%	1,23%	6,14%

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del IGAC

2.3.10.1.3. Sector Primario. A fin de identificar las principales condiciones productivas en las que se desempeñan los habitantes de los municipios pertenecientes a la cuenca, se presenta a continuación una contextualización de tales aspectos. En este sentido, se considera que una importante proporción de la población campesina genera sus ingresos mediante el desarrollo de actividades primarias, a partir de las cuales puede obtener no solo recursos monetarios, sino también productos de autoconsumo. Por otra parte, cabe mencionar que la mayor parte de esta población es propietaria de minifundios, con una extensión inferior a una unidad agrícola familiar, (según las zonas homogéneas identificadas para este estudio); ya que como se observa en la siguiente gráfica, solamente el 6,15% de los predios de la cuenca cuentan con una extensión igual o superior a una UAF.

Tabla 420. *Predios según extensión de Unidad Agrícola Familiar*

Unidad UAF	Porcentaje De Predios
0-25% de una UAF	71,05%
25-50% de una UAF	14,39%
50-75% de una UAF	5,57%
75% a 1 UAF	2,84%

1 a 3 UAF	5,03%
3 a 5 UAF	0,64%
5 a 10 UAF	0,32%
Más de 10 UAF	0,16%

- **Agricultura**

Para este análisis se han clasificado y dividido los cultivos agrícolas del área de influencia directa sobre la cuenca, según la condición de ciclo vegetativo entre transitorios y permanentes a la que pertenezcan. Por otra parte, se han identificado para este tipo de producción algunos problemas causados por la aplicación de sistemas productivos tradicionales, que resultan contrarios a la sostenibilidad de los ecosistemas, ya que se ha incrementado la erosión de los suelos, debido a actividades como roza, tumba y quema (principalmente en los cultivos de maíz); y las siembras en terrenos poco fértiles que impulsa a los campesinos a despejar nuevos terrenos (por ejemplo, mediante la tala de bosques) para adaptarlos a sus cultivos y que causan pérdida de la capacidad productiva de los suelos.

Cabe resaltar que, aunque se presentan casos de pequeños cultivos en sentido de la pendiente, estos constituyen una proporción poco significativa para el análisis. Esta situación se explica por la constante capacitación y concientización por parte de las Umatas, que influencian las acciones agropecuarias de los campesinos, en pro de la reducción de inadecuadas practicas productivas.

Este tipo de situaciones traen consigo la implementación de productos fertilizantes, pesticidas herbicidas y de riego, que incrementan los efectos negativos con el tiempo sobre la productividad de los suelos y generan altos niveles de contaminación de los elementos y hábitats naturales, que no solamente contaminan las superficies ambientales, sino también representan un peligro para el consumo humano.

No obstante, y considerando la condición de ruralidad de los municipios de la cuenca, se establece que, es necesario reorientar los procesos agropecuarios hacia una producción sostenible, que incluya prácticas agroecológicas, que aseguren de manera especial el cuidado del recurso hídrico, esencial para el desarrollo de estas actividades y para el uso y consumo de los seres humanos.

A continuación, se enlistan los productos agropecuarios correspondientes a cada municipio, evidenciando la importancia del café, caña panelera, cítricos, frutales y maíz, en la producción de la cuenca:

Tabla 421. *Productos agrícolas de la cuenca por municipio*

Municipio	Productos Permanentes	Productos Transitorios
Belén	Café	Maíz
	Granadilla	
	Tomate de árbol	Papa
	Caña	
	Yuca	
	Lulo	Olluco
	Plátano	
	Mora	
Colon	Aguacate	Maíz
	Banano	
	Cítricos	Arveja seca
	Café	
	Lulo	Frijol arbustivo
	Fique	
	Plátano	Tomate de mesa
	Caña	
Florencia	Guayaba	Maíz
	Mango	Maní
	Café	Tomate de mesa
	Caña	Frijol
La Cruz	Granadilla	Maíz
		Papa
	Cilantro	Frijol
		Arveja
	Café	Olluco
		Trigo
	Lulo	Cebada
		Yuca
	Mora	Quinua
La Unión	Café	Maíz
	Banano	
	Caña	
	Cítricos	Yuca
	Iraca	
	Granadilla	Maní

Municipio	Productos Permanentes	Productos Transitorios
	Plátano	
	Cacao	
Mercaderes	Maracuyá	Tomate de mesa
	Cítricos	Pimentón
	Mango	Habichuela
	Cacao	Maíz
	Caña	Frijol
		Mani
San Lorenzo	Cítricos	Arveja
	Café	Frijol arbustivo
	Fique	Maíz
	Papaya	Maní
	Caña	Tomate de mesa
San Pablo	Cítricos	Tomate de mesa
	Golupa	
	Cebolla junca	
	Café	
	Banano	
	Fique	Maíz
	Granadilla	
	Plátano	
	Uchuva	
San Pedro De Cartago	Café	Maíz
	Mora	Arveja
	Caña	
	Lulo	Tomate de mesa
	Fique	
Taminango	Café	Maíz
	Mango	
	Papaya	
	Aguacate	Maní
	Cítricos	
	Mango	
	Maracuyá	
	Papaya	Frijol
	Piña	
	Plátano	

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del consolidado agropecuario de Nariño y Pagina Gobernación del Cauca-Tangara

- **Ganadería**

Respecto a la actividad ganadera, en los municipios de la cuenca se desarrollan actividades de cría y levante de ganado vacuno, porcino, ovino, y en menor proporción de ganado equino y caprino, para las cuales se presentan datos de producción por municipio, a fin de identificar la importancia de estas actividades a nivel de la cuenca Mayo.

Por otra parte, se destacan los efectos nocivos más representativos causados por la ganadería, considerando que esta actividad aún se realiza por muchos productores sin tener en cuenta los daños que se generan en los diferentes ecosistemas. El manejo del ganado provoca:

- ✓ Deterioro del suelo: deterioro de la capa vegetal y coartación del almacenamiento de agua y nutrientes
- ✓ Contaminación del agua: de ríos y aguas subterráneas debido a los desechos corporales generados, y por la limpieza de los animales con aplicación de plaguicidas; sin contar la disminución de la oferta hídrica para el consumo humano.
- ✓ Contaminación del aire y de la capa de ozono debido a la emisión de gases de efecto invernadero.
- ✓ Contaminación del suelo: considerando que el nitrógeno producido por el estiércol pasa a la atmósfera en forma de amoníaco gaseoso que genera lluvia ácida que es absorbida por el suelo.

Con base a lo anterior, se establece que es necesario fomentar mecanismos alternos de manejo del ganado, ya que, considerando la importancia de esta actividad, existen muchas limitaciones que impidan su desarrollo. No obstante, se pueden mitigar algunos efectos nocivos mediante la concientización y apropiación de la problemática ambiental, y generar, de este modo, espacios ambientalmente sostenibles, sin desaprovechar el potencial productivo del territorio.

- **Bovinos**

Considerando la limitación de los datos específicos correspondientes al territorio especifico que afecta directamente a la cuenca, se presentan a continuación algunos datos de producción bovina correspondiente a los municipios en general. A partir de lo cual se puede identificar que Mercaderes Cauca, es el municipio que presenta mayor nivel de producción de bovinos, sin

embargo, cabe resaltar que, aunque su participación es pequeña en cuanto al área de influencia que pertenece a la cuenca, el desarrollo de esta actividad puede generar algunos efectos negativos.

Según Sagan (2017), se han implementado nuevas técnicas productivas por parte de los medianos y pequeños ganaderos, que mediante asociatividad, han mejorado los aspectos productivos y se han propiciado espacios de cumplimiento de las normas establecidas a nivel nacional, no de forma impositiva, sino a través de la concientización, de manera que la producción lechera se realice de manera más sostenible, incluyendo en los procesos sistemas relacionados con el manejo de suelo y de pradera y la sanidad animal.

Tabla 422. *Producción de bovinos*

Municipio	Total Bovinos 2016	Total Fincas Con Bovinos 2016
Belén	1.694	262
Colon	1.082	197
La Cruz	4.498	825
La Unión	2.840	257
San Lorenzo	4.887	453
San Pablo	2.279	412
San Pedro De Cartago	2.151	298
Taminango	3.186	165
Florencia	1.428	125
Mercaderes	15.066	310

Fuente: elaboración propia a partir Censo Pecuario Nacional 2016

En cuanto a la destinación del ganado, se puede observar en la siguiente tabla, que una gran proporción del inventario bovino se destina a la producción lechera, por ende, mayoritariamente en el contexto departamental de Nariño, la producción de leche se genera en predios que no superan las diez hectáreas, es decir en minifundios o pequeñas propiedades y esta actividad representa la única fuente de ingresos para numerosas familias campesinas. (Solarte, Martínez & Burgos citado en IGAC. 2014)

Tabla 423. *Tipo de explotación bovina*

Municipio	Tipo Explotación %			Vacas En Ordeño	Vacas Mas De 36	Producción Promedio	Total Leche (Lts)
	Leche	Carne	Doble Propósito				

					Meses		
Belén			100	291	12	3,4	989,4
Colon	25	25	50	108	335	3,6	388,8
La Cruz	30	30	40	831	1.747	4,0	3.324,0
La Unión				152	842	4,9	744,8
San Lorenzo	50	30	20	438	1.598	4,4	-
San Pablo	2	30	68	325	823	3,6	1.170,0
San Pedro D. Cartago	30	20	50	377	725	4,5	1.696,5
Taminango	5	95		1.100	1.134	2,0	2.200,0
Mercaderes		80	20	200	825	5,0	1.000,0
Florencia	3	56	47	13.460	7.607	4,4	59.224,0

Fuente: elaboración propia a partir Censo Pecuario Nacional 2016

- **Porcinos**

Aunque esta actividad productiva no se ha constituido como la base del sustento para la mayoría de productores, se presentan casos de municipios que abastecen a otros de lechones en pie de cría o en levante. Cabe aclarar que la producción para la cuenca no se realiza mediante procesos tecnificados, sino de manera tradicional, considerando que la producción se realiza a pequeña escala; en infraestructura adaptada en las residencias de los productores y la alimentación de los animales se basa en el consumo de desperdicios.

Tabla 424. *Datos de producción porcina*

Municipio	Cría				
	N° De Granjas	**Hembras en Reprod.**	**Partos por año**	**Lechones/Parto**	**Producción**
Belén	13	15	2	9	270
Colon	52	214	3	9	5.748

La Cruz	240	200	2	12/8 tradicional	3.360
La Unión					-
San Lorenzo					-
San Pablo	6	140	2	10/8 tradicional	2.720
San Pedro de Cartago					-
Taminango	300	310	1	5	1.550
Mercaderes	558	1296	3	8	25.928*
Florencia	10*	15	5	10	265

Fuente: elaboración propia a partir Censo Pecuario Nacional 2016

*Datos año 2012 obtenidos de la página de la gobernación del Cauca.

A partir de la tabla anterior, se identifica al Municipio de Mercaderes como el mayor productor de ganado porcino. Cabe resaltar que, aunque su participación es pequeña en cuanto al área de influencia que pertenece a la cuenca, el desarrollo de esta actividad puede generar algunos efectos nocivos, considerando que la carga contaminante producida en esta actividad desemboca en ríos y quebradas. En segundo lugar, se ubica el municipio de la Cruz con aproximadamente 3.360 cabezas producidas al año.

- **Otras especies ganaderas**

Aunque se presenta en niveles muy reducidos, cabe mencionar la presencia de ganado caprino, equino y ovino en la cuenca. Aunque se cuenta con la mayor presencia de estas especies en Florencia y Mercaderes, la representatividad de estos municipios es pequeña en cuanto al área de influencia de la cuenca, sin embargo, la crianza y manejo de estas puede generar algunos efectos negativos.

Tabla 425. *Datos de producción otras especies*

Municipio	Total Búfalos	Total Caprinos	Total Equinos	Total Ovinos
Belén	-	-	75	-
Colon	-	-	350	-
La Cruz	-	-	296	-
La Unión	-	-	850	-
San Lorenzo	4	-	1.420	-
San Pablo	-	-	120	-

San Pedro De Cartago	-	-	116	-
Taminango	-	42	800	62
Florencia	0	150	10.000	850
Mercaderes	22	15	2.587	85

Fuente: elaboración propia a partir Censo Pecuario Nacional 2016

Como se puede observar en la tabla anterior, en Nariño se presenta escasa o nula crianza y producción de estas especies, exceptuando el ganado equino, que es utilizado como herramienta de tracción animal principalmente y se presenta en todos los municipios.

- **Especies Menores**

Se presentan a continuación estadísticas de la producción de especies menores, que reciben tal denominación por ser más practica en cuanto al cuidado y manejo de las especies para el desarrollo de la actividad económica.

Con respecto a lo anterior, se debe tener en cuenta que dicha producción posee algunas ventajas comparativas frente a la de especies mayores, en el sentido de que ocupa un área reducida que les permite a los campesinos un fácil y adecuado manejo, además de que sus costos son reducidos, considerando que los pequeños productores manejan una producción diversificada, la cual se dirige al mercado y autoconsumo.

Por otra parte, cabe resaltar que el proceso productivo de estas especies, también genera importantes cargas de desechos contaminantes, que se generan al limpiar los galpones y sitios donde se alojan los animales, por ende, se requiere de un ajuste técnico que permita reducir el nivel de carga contaminante, que termina vertiéndose en las fuentes hídricas y exponiendo en tal sentido el equilibrio del ecosistema y la vida de los seres humanos.

- **Avicultura**

Tabla 426. *Datos de producción avícola*

Municipio	Total De Aves Capacidad Ocupada Mas Aves Traspatio – 2016	Total Predios Avícolas Mas Predios Traspatio - 2016

Belén	953	243
Colon	2.078	247
La Cruz	4.365	392
La Unión	7.926	431
San Lorenzo	70.469	166
San Pablo	3.913	239
San Pedro De Cartago	2.298	147
Taminango	1.563	128
Florencia	9.500	300
Mercaderes	165.335	375

Fuente: elaboración propia a partir Censo Pecuario Nacional 2016

La actividad avícola para los municipios que influyen sobre la cuenca, presenta un comportamiento dinámico, cabe resaltar que el desarrollo de esta actividad económica, promueve una cadena productiva de varios productos tales como: granos, medicamentos, alimentos procesados, etc.

En el contexto regional, según Burbano (2012) la actividad avícola emerge como una forma de vida que se ha arraigado en las costumbres de la población y al ser su principal fuente económica, los productores han buscado evolucionar en sus prácticas de producción, para lograr competitividad en los mercados locales, nacionales y en el mejor de los casos en los mercados internacionales, sin embargo, aún se requiere de amplios esfuerzos en asistencia técnica e infraestructura para cumplir con tal objetivo.

Por otra parte, la explotación avícola genera contaminación de las fuentes hídricas y atmosférica, ya que, en los procesos de recepción, y levante de las aves generan residuos como la gallinaza o pollinaza, que son dispuestos inadecuadamente en el suelo (promoviendo su degradación) o en los ríos y quebradas, por tanto, no solamente genera malestar en el medio ambiente, sino también en la sociedad que debe abstenerse de consumir el agua contaminada.

Considerando, que la avicultura es una actividad de importancia para el territorio analizado, se plantea el fortalecimiento y desarrollo de prácticas productivas tanto técnicas como ambientales que permitan minimizar los impactos ambientales negativos.

- **Producción Cunicula y Cuyicola**

Tabla 427. *Datos de producción cunicola y cuyicola*

Municipio	Cunicula	Cuyicola
Belén	500	3.000
Colon	351	20.800
La Cruz	490	50.000
La Unión	1.000	28.000
San Lorenzo		
San Pablo		15.000
San Pedro D. Cartago	150	1.500
Taminango		
Florencia	1700	2000
Mercaderes	2085	10.290

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del consolidado agropecuario de Nariño y Pagina Gobernación del Cauca-Tangara

La producción de cuyes y conejos está a cargo de establecimientos familiares y comerciales, siendo el primero el que tiene mayor importancia para los pequeños productores, entre otros factores, debido a que los ingresos derivados del producto permiten complementar el ingreso familiar de estos.

Respecto a los efectos negativos de la producción de cuyes y conejos, se debe reconocer que los desechos de estas especies generan efectos nocivos en cuanto se depositan en fuentes hídricas o sobre el suelo, ya que pueden contener residuos de detergente, blanqueadores, etc., utilizados para la limpieza de los galpones, generando degradación del suelo y contaminación del agua.

Para complementar el análisis, de acuerdo con el anuario estadístico agropecuario de Nariño de 2014, la producción cuyícola fue de 3.110.280 de animales y se extendió a 53 municipios del departamento. A continuación, se puede observar la participación en unidades y porcentaje de los municipios del departamento de Nariño, a partir de lo cual se puede identificar, que, de los municipios del Norte de Nariño, que influyen sobre la cuenca, La Cruz es el que ofrece la mayor cantidad de cuyes (50.000), seguido de La Unión (28.000) y Belén (3.000). Mientras que, en municipios como San Lorenzo, San Pablo y Taminango, no se registraron inventarios de esta especie.

Tabla 428. *Participación municipal en la producción cuyicola departamental de Nariño*

Municipio	Unidades	%	Municipio	Unidades	%	Municipio	Unidades	%
Pasto	1.462.000	47,01 %	Puerres	25.000	0,80 %	Arboleda	5.000	0,16%
Ipiales	329.340	10,59 %	Guachucal	22.300	0,72 %	Funes	4.300	0,14%
El Tambo	250.000	8,04 %	Colon	20.800	0,67 %	Belén	3.000	0,10%
Gualmatan	80.000	2,57 %	Ospina	19.000	0,61 %	La llanada	3.000	0,10%
Sandoná	80.000	2,57 %	Ancuya	18.000	0,58 %	Cuaspud	2.520	0,08%
Guitarrilla	75.000	2,41 %	San pablo	15.000	0,48 %	Mallama	2.000	0,06%
Cumbal	70.000	2,25 %	Sapuyes	12.000	0,39 %	Albán	1.600	0,05%
Pupiales	60.000	1,93 %	Tangua	12.000	0,39 %	Policarpa	1.500	0,05%
La Cruz	50.000	1,61 %	Imues	11.000	0,35 %	San pedro de Cartago	1.500	0,05%
Contadero	45.000	1,45 %	Santacruz	10.100	0,32 %	Tumaco	1.500	0,05%
Samaniego	45.000	1,45 %	Consaca	10.000	0,32 %	Ricaurte	1.000	0,03%
Potosi	42.000	1,35 %	El peñol	10.000	0,32 %	El rosario	300	0,01%
Córdoba	40.000	1,29 %	El tablón	10.000	0,32 %	Olaya Herrera	27	0,00%
Tuquerres	37.010	1,19 %	Yacuanquer	10.000	0,32 %	Total	3.110.280	100,00 %
La Florida	30.000	0,96 %	Los andes	9.625	0,31 %			
San Bernardo	30.000	0,96 %	Providencia	8.000	0,26 %			
Buesaco	28.000	0,90 %	Nariño	7.200	0,23 %			
Iles	28.000	0,90 %	Cumbitara	6.528	0,21 %			
La Unión	28.000	0,90 %	Aldana	6.130	0,20 %			

Municipio	Unidades	%	Municipio	Unidades	%	Municipio	Unidades	%
Chachagüi	25.000	0,80 %	Linares	6.000	0,19 %			

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del consolidado agropecuario de Nariño

- **Acuicultura**

Esta actividad económica se ha visto extendida en la mayoría de municipios de la cuenca, debido a la propagación de los cambios de hábitos alimenticios, el incremento de la variedad de la oferta y la mayor rentabilidad frente a las actividades agropecuarias tradicionales.

Según IGAC (2014), el cultivo de especies acuáticas se realiza mediante estanques o jaulas para los municipios que no pertenecen a zonas costeras, por tanto, la disponibilidad de la oferta depende de la demanda que se presenta por temporada, ya que las condiciones hídricas ambientales y topográficas regulan su localización, productividad y sostenibilidad.

Se debe destacar que, en general, la mayor parte de la producción es artesanal, desarrollada por pequeños productores que utilizan mano de obra familiar o contratada en tiempos de mayor demanda, existen bajos niveles de asociatividad para esta actividad, situación que puede promover el desempleo y los bajos niveles de ingresos.

Las principales especies de este tipo de producción corresponden a trucha, tilapia roja, tilapia negra y cachama. Y el municipio que presenta mayor número de producción es San Pedro de Cartago, seguido de La Cruz y La Unión.

Tabla 429. *Datos de producción acuícola*

Municipio	Especie	Animales Sembrados	Unidades Producidas	Peso Promedio Grs/Animal	Producción (Ton)
Belén	Trucha	13.000	11.500	250	2,88
Colon	Trucha	8.000	7.000	250	1,75
La Cruz	Trucha	60.000	55.000	250	13,75
La Unión	Tilapia Roja	19.000	18.900	300	5,67
San Lorenzo					
San Pablo					
Sn Pedro Cartago	Trucha	65.000	58.000	330	19,14
Taminango	Cachama	1.600	1.300	250	0,33
Florencia	Cachama	8.500	8450	250	0,21
	Tilapia	5.400	5.000	250	0,12
	Tilapia Roja	5.500	5.000	250	0,12
Mercaderes	Cachama	20.000	17.000	350	0,59
	Tilapia Negra	45.000	41.000	350	1,44
	Tilapia Roja	72.200	68.800	350	2,40

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del consolidado agropecuario de Nariño y Pagina Gobernación del Cauca-Tangara

- **Apicultura**

Aunque no es una actividad predominante en la economía de la cuenca, el desarrollo de la apicultura genera ingresos económicos para algunos habitantes de municipios como La Unión, Mercaderes, Florencia, Colón y San Pedro de Cartago, considerando la cantidad de litros que se producen por ciclo productivo. En los municipios de San Lorenzo, San Pablo y Taminango, no se reportan datos del desarrollo de esta actividad productiva.

Tabla 430. *Datos de producción apícola*

Municipio	Granjas Productoras	Cantidad de Colmenas	Ciclos de Producción al Año	Producción por Colmena por Ciclo	Producción Miel Lts	Precio Litro Miel
Belén	1	10	1	4	40	20.000
Colon	1	70	3	3	630	10.500
La Cruz	2	16	2	5	160	20.000
La Unión	25	200	3	6	3.600	10.000
San Lorenzo					-	
San Pablo						
San Pedro D. Cartago	10	30	1	7,5	225	30.000
Taminango					-	
Florencia	3	80	2	10	1.600	-
Mercaderes	3	137	4	12	6.576	-

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del consolidado agropecuario de Nariño y Pagina Gobernación del Cauca-Tangara

2.3.10.1.4. Sector Secundario. En primer lugar, se identifican algunas de las condiciones predominantes en el desarrollo de la industria manufacturera, especialmente en Nariño, donde la escasa generación de ingresos del subsector, en términos relativos, probablemente ha inducido el cierre de empresas o la reducción de costos en labores especiales para permanecer en el mercado.

Según la CCP (2011), la mayoría de las empresas en general son micro y pequeñas, es decir, son unidades productivas que cuentan con menos de 10 trabajadores, lo que refleja una escasa división del trabajo, bajos niveles de productividad y poca capacidad para generar ingresos. En este subsector se destacan algunos municipios de la cuenca como Belén y La Unión, que, representan un 2% y 4% del sector a nivel departamental. (IGAC 2014).

Específicamente para este sector se identifican problemas de articulación empresarial, escaso apoyo para el fortalecimiento de las pequeñas y medianas empresas, poca motivación por la organización y formalización de los sectores manufactureros, este tipo de problemas se

complementan con los bajos niveles de capacitación en creación y manejo de empresas de transformación. Sin embargo, se presentan casos donde el emprendimiento ha demostrado ser una buena fuente de empleos formales y de mejoramiento de la calidad de vida de las personas, por ende, se considera necesario el apoyo a este tipo de establecimientos como impulso al desarrollo económico y social.

En este sentido, se resalta que una de las condiciones favorables con las que cuentan los municipios de la cuenca, es su ubicación física, que resulta estratégica al conectar a los departamentos de Nariño y Cauca, cuyas potencialidades bien enfocadas, pueden resultar en la ampliación de los beneficios para sus habitantes, a través de la ampliación de la comercialización de productos transformados, ya sea industrial o artesanalmente.

En términos generales, los municipios que presentan mayor número de empresas del sector secundario, son: por una parte, La Unión, que cuenta con un alto potencial para la industria del calzado y la transformación de café de alta calidad; y Belén, que es uno de los pocos municipios a nivel departamental cuya principal actividad es la industria enfocada a la transformación del cuero, mediante la curtación de pieles, marroquinería y comercialización de productos derivados de este material, que cuentan con gran reconocimiento a nivel regional.

En otros municipios como Florencia y Mercaderes Cauca, existen establecimientos de transformación de productos como el café y la caña panelera. Para el caso de La Cruz, se reporta la existencia de establecimientos de agroindustria de achira. Mientras que el resto de municipios producen artesanías y panela predominantemente.

Aunque el avance de estas actividades es importante para el desarrollo económico, también deben implementarse medidas de manejo ambiental para los desechos de las industrias en actividades como la marroquinería, ya que esta produce en gran medida contaminación del aire, del suelo y del agua, sino se realiza su disposición adecuadamente. De igual forma, las actividades de transformación del café generan efectos contaminantes por el uso de maquinaria industrial y el desecho de residuos después del proceso productivo.

A continuación, se especifica el número de establecimientos pertenecientes al sector secundario, cabe aclarar que, para el sector rural, se tomó información del Censo nacional Agropecuario 2014, que distingue entre Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) y Unidades de Producción No

Agropecuaria (UPNA), estas últimas se refieren al desarrollo de actividades que no están relacionadas con el cultivo de especies vegetales ni con la cría de animales, pueden incluirse unidades que cuentan con hidroeléctricas, termoeléctricas., que no tengan plantaciones forestales; también pueden ser actividades industriales, de transformación de productos agropecuarios, elaboración de artesanías, minería, turismo, servicio, etc. (CNA. 2014)

- **Sector Urbano**

Tabla 431. *Número de establecimientos industriales o manufactureros en el área urbana*

Municipio	Número de establecimientos de Industria o Manufacturas
Belén	106
Colon	4
La Cruz	31
La Unión	71
San Lorenzo	5
San Pablo	66
San Pedro	1
Taminango	16
Florencia	8
Mercaderes	33

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del Censo Nacional Agropecuario 2014

Como se puede observar en la tabla anterior, Belén es el municipio con mayor número de establecimientos industriales o manufactureros en el sector urbano, seguido de La Unión y San Pablo. En contraste, San Pedro de Cartago, Colón y San Lorenzo, presentan el menor número de empresas de este tipo.

- **Sector Rural**

Tabla 432. *Número de establecimientos industriales o manufactureros en el área rural*

Municipio	UPA		UPNA	
	Transformación de productos agropecuarios	Industria	Transformación de productos agropecuarios	Industria
Belén	2			
Colón	5		3	2
La Cruz	5			1
La Unión	33		5	1
San Lorenzo	6		5	5
San Pablo	9		3	2
San Pedro de Cartago	4	4	3	3
Taminango	17	2	7	10
Florencia	20			1
Mercaderes	23	1	7	4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del Censo Nacional Agropecuario 2014

El municipio que presenta mayor cantidad de productores de industria o manufactura en el sector rural es La Unión, principalmente por la transformación de café y caña panelera. Mientras que el municipio que registra menor número de establecimientos correspondiente a esta actividad en el área rural es Belén.

2.3.10.1.5. Sector Terciario. En primera estancia, se debe mencionar que, en Colombia el ingreso monetario generado en el sector rural es menor que el generado en áreas urbanas, situación que incentiva el abandono del campo (principalmente por jóvenes) y promueve el proceso de terciarización. Este fenómeno que se ha extendido a lo largo del territorio nacional no es ajeno a la estructura económica de los municipios que pertenecen a la cuenca.

Las actividades pertenecientes al sector terciario, que pueden identificarse en los municipios con área de influencia de la cuenca, se relacionan principalmente en el sector turístico, recreacional, hotelero, financiero, educativo y de comercialización. Este último, se ha establecido como una de las actividades de mayor importancia en el sector urbano municipal, ya que se relaciona

directamente con el acceso a bienes de consumo final o insumos productivos; no obstante, se destaca la participación de tiendas de abarrotes, expendios de licor, víveres y alimentos perecederos (en plazas de mercado), calzado, ropa, droguerías, hoteles y restaurantes.

La mayoría de municipios, en su respectivo plan de desarrollo municipal, han planteado el fortalecimiento del turismo para aumentar la dinámica económica, principalmente, San Pablo y La Unión, ya que se requiere de un fortalecimiento organizacional a fin de promover la cultura y el desarrollo de actividades turísticas en la región, tales como el desarrollo de actividades tradicionales, turismo religioso, ecoturismo, y la ampliación de actividades musicales, dancísticas, etc, que le permitan no solamente a foráneos, sino también a sus propios habitantes disfrutar de nuevos espacios culturales, que a partir de su difusión, permitan incrementar la dinámica económica, para lo cual podría proponerse la creación de una ruta turística de los municipios pertenecientes a la cuenca Mayo.

No está de más mencionar la presencia de otros servicios como el transporte terrestre, servicios postales y giros, instituciones de educación superior (Municipio de La Unión), telefonía móvil, entre otros.

- **Sector Urbano**

Tabla 433. *Número de establecimientos por actividad del sector terciario en el área urbana*

Municipio	Comercio	Servicios
Belén	166	75
Colon	25	5
La Cruz	299	125
La Unión	525	258

San Lorenzo	97	46
San Pablo	205	145
San Pedro	29	9
Taminango	166	64
Florencia	46	16
Mercaderes	204	191

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Redatam DANE

El municipio de La Unión, presenta de manera sustancial, el mayor número de comercializadores y prestadores de servicios en el sector urbano, seguido de La Cruz y San Pablo. Por otra parte, los municipios que presentan menor dinámica en cuanto a estas actividades en el sector urbano son: Colón, San Pedro de Cartago y Florencia.

- **Sector Rural.**

Tabla 434. *Número de establecimientos por actividad del sector terciario en el área rural*

Municipio	Comercio	Servicios
Belén	6	11
Colon	3	0
La Cruz	10	39
La Unión	487	224
San Lorenzo	39	13
San Pablo	43	64
San Pedro De Cartago	21	3
Tamimango	39	7
Florencia	13	3
Mercaderes	39	93

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Redatam DANE

El DANE, clasifica el desarrollo de las actividades del sector terciario en

- ✓ Actividades de apoyo a la actividad agropecuaria
- ✓ Servicios turísticos, de alojamiento, hospedaje y otros
- ✓ Servicios de educación
- ✓ Servicios de salud
- ✓ Servicios religiosos
- ✓ Servicios recreativos

Para la cuenca, se identificó a partir de los datos del Censo Nacional Agropecuario (2014), que las actividades más representativas corresponden en primer lugar a las actividades de apoyo a las labores agropecuarias y a los servicios educativos.

2.3.10.1.6. Minería según municipio en unidades productivas agrícolas. Al evaluar los recursos minerales de una región, se deben identificar cuáles son las actividades que se desarrollan y bajo cuales modalidades se explota, ya que dichos procesos requieren de uso razonable que permita la sostenibilidad de las fuentes de materiales como bien económico.

En Nariño, las principales actividades de extracción de minerales se concentran principalmente en extracción de mineral aurífero, es decir, filin y aluvial; además de materiales de construcción. "en general, los recursos mineros registrados por Ingeominas incluyen materiales preciosos, metales básicos y minerales industriales, minerales no metálicos y materiales para la construcción" IGAC (2014).

La mayoría de actividades mineras, se desarrollan bajo el uso de excavadoras y maquinaria pesada, que ejercen explotaciones principalmente de materiales de construcción. En cuanto a los impactos negativos de la minería sobre el medio ambiente, se consideran los residuos que genera, ya que afectan la capa superficial del suelo, deterioro del paisaje, las zonas hídricas y acuíferos, que se consideran como fuentes hídricas de gran relevancia, y por ende se propicia el progresivo deterioro dela flora y fauna.
Esta actividad económica, también produce fenómenos de erosión de la tierra, causa molestia a los habitantes debido a los gases, polvos en suspensión, ruidos, vibraciones, explosiones que genera, y que traen consigo alteraciones del sistema nervioso, respiratorio e hipoacusia, situación que se posiciona como una problemática social, considerando que se obtiene el beneficio de pocos, a costa de la salud humana y equilibrio ambiental.

A continuación, se presentan por municipio el número de explotaciones mineras según la clasificación establecida en el Censo Nacional Agropecuario (2014).

Tabla 435. *Número de explotaciones mineras*

Municipio	Total Área Rural Dispersa Censada

	Petróleo	Minería con títulos	Minería sin títulos	Gas, generación y transmisión de energía	Fabricación de productos de plástico, metalúrgicos,
Belén					
Colón		1	1		
La Cruz			1		
La Unión			1		
San Lorenzo		4		1	
San Pablo		1			1
San Pedro de Cartago	1	4		2	
Taminango	1	5	3	1	1
Florencia		1			
Mercaderes	2		2		1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del Censo Nacional Agropecuario 2014

Problemas ambientales asociados a la minería

2.3.10.2. Potencialidades productivas de la cuenca. De acuerdo con las fortalezas ofrecidas por el territorio, se definen las siguientes potencialidades productivas para la cuenca:

Amplia disponibilidad de recursos naturales y biodiversidad propia de la región, que posibilita el mejoramiento del proceso productivo de las actividades agropecuarias a nivel de mayor escala, mediante el uso sostenible de los recursos.

Riqueza y facilidad de acceso a las fuentes hídricas, ya que, a partir de buenas prácticas, puede constituirse en una base que permita la generación de energía.

Aprovechamiento sostenible del potencial forestal, que permite la implementación de sistemas agroecológicos y agroforestales.

Talento, y experiencia de la población en el desarrollo de labores agropecuarias y algunas actividades industriales (específicamente en La Unión y Belén), que deben ser afianzadas

mediante las capacitaciones técnicas y acompañamiento por parte de las entidades públicas y privadas que pueden aprovechar la determinación y el emprendimiento existente en la región.

La existencia de lugares con gran potencial turístico en la mayoría de municipios, que a partir del fortalecimiento del ecoturismo y el turismo religioso, pueden consolidar fuertes bases de desarrollo económico.

La organización de asociaciones productivas que cuentan con los elementos suficientes para especializarse en actividades agrícolas, pecuarias e industriales, que requieren del acompañamiento oportuno para abrirse espacio a nuevos mercados.

Con el fin de identificar algunos de los ejes dinamizadores que se ubican en la cuenca, se presenta a continuación el mapa económico, que refleja cómo se distribuyen algunas de las organizaciones que funcionan en papel de infraestructura dinamizadora, considerando que las personas pueden incluirse en este tipo de grupos sociales a fin de lograr adquirir nuevos conocimientos productivos, técnicos y de comercialización.
También se presentan en el mapa la ubicación de macroproyectos relacionados con el mejoramiento de la población en diferentes dimensiones sociales, tales como: servicios de salud, deporte y recreación. Aunque el municipio de Mercaderes presenta algunos macroproyectos de fortalecimiento productivo agrícola, construcción de coliseos y sistema de distrito de riegos, ninguno de ellos se formuló para ser desarrollado en las veredas con influencia sobre la cuenca.

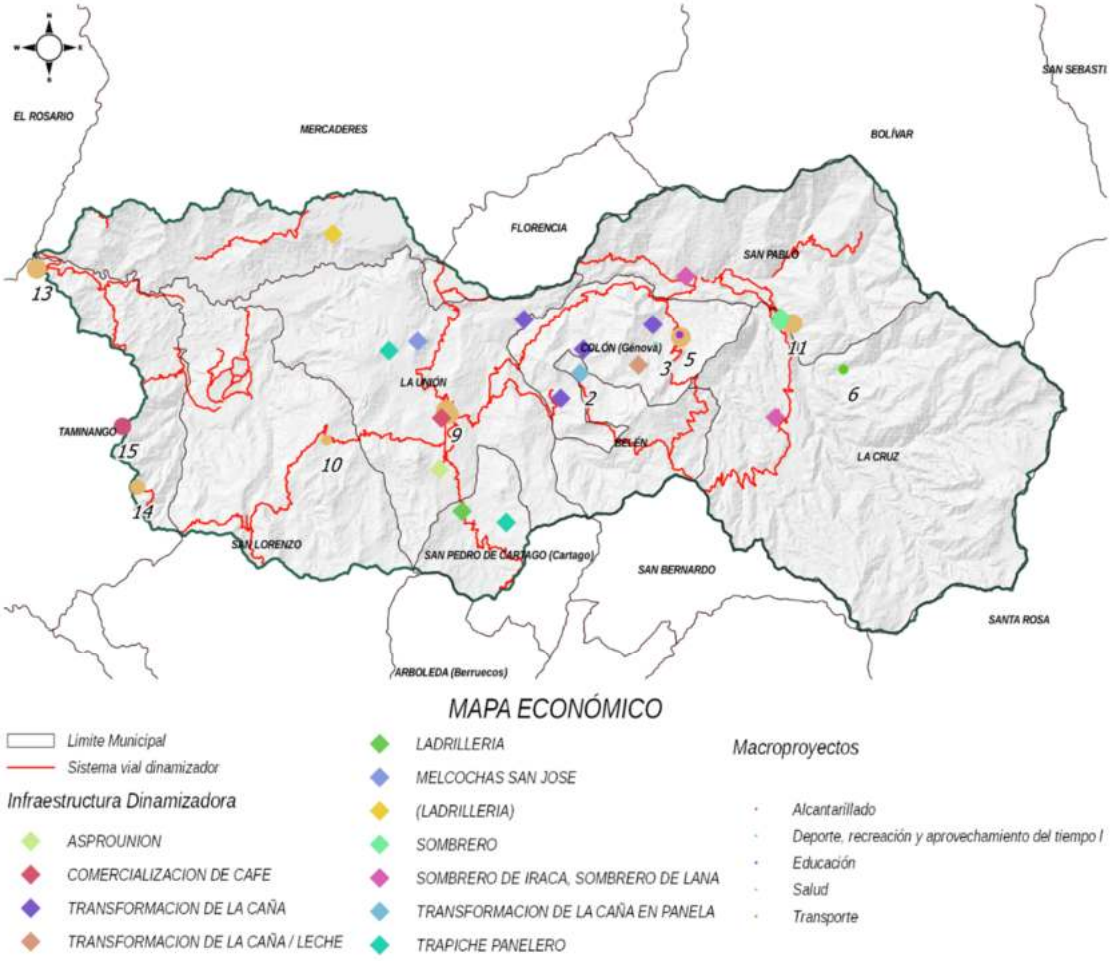


Figura 246. *Mapa Infraestructura asociada al desarrollo y macroproyectos*

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de las Umatas y gobernaciónes de Nariño y El Cauca.

(Ver *Anexo Cartográfico 42*)

2.3.10.3. Macroproyectos futuros en la cuenca. Una vez identificados los proyectos en la figura anterior, se procede a especificar cada uno de ellos, considerando que se tuvo en cuenta que su ubicación dentro del territorio que influye directamente sobre la cuenca.

Tabla 436. *Macroproyectos municipios de Belén y Colón Génova.*

MUNICIPIO:	Belén			Colón		
FECHA DE RADICACION:	22/09/2015	9/02/2014	19/11/2013	11/07/2013	7/05/2013	24/04/2013

MUNICIPIO:	Belén		Colón			
FECHA VIABILIDAD	10/11/2015	17/12/2014	19/11/2013	7/11/2013	5/12/2013	24/04/2013
NOMBRE DEL PROGRAMA O PROYECTO:	Construcción puesto de salud corregimiento Santa Rosa, Belén, Nariño, Occidente	Reposiciona puesto de salud corregimiento Santa Rosa Municipio De Belén - Nariño	Construcción obras de contención y drenaje sobre la vía Belén - plazuelas en el municipio de Belén, Nariño, Occidente	Construcción de polideportivo en la vereda David bajo municipio de Colón, Nariño	Reposición centro de salud la buena esperanza, municipio de Colon.	Construcción de infraestructura para el laboratorio y procesamiento del café en la I.E. Divino Niño, Municipio De Colon Nariño
SECTOR DE INVERSION:	Salud	Salud	Transporte	Deporte, recreación y aprovechamiento del tiempo libre	Salud	Educación
ENTIDAD EJECUTORA:	Alcaldía municipal de Belén	Alcaldía municipal de Belén	Municipio de Belén	Alcaldía Municipal	ESE Centro de Salud la Buena Esperanza	Municipio de Colon
EJE	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrol	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrol	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.

MUNICIPIO:	Belén			Colón		
	lo sostenible e inversión social.	lo sostenible e inversión social.		e inversión social.	sostenible e inversión social.	
PROGRAMA	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.	Equidad y corresponsabilidad social.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.	Equidad y corresponsabilidad social.
SUBPROGRAMA:	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.	Adulto mayor.	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.	Adulto mayor.
MONTO NACIONAL:	$ 218.241.513	$ 192.021.023	$ 181.474.274	$ 57.566.588	$ 5.980.521.418	$ 111.300.000

Tabla 437. *Macroproyectos municipio de Florencia*

MUNICIPIO:	FLORENCIA	
FECHA DE RADICACION:	1/10/2012	4/04/14
VIGENCIA	2012	2014
NOMBRE DEL PROGRAMA O PROYECTO:	Pavimentación de Higuerones Los Alpes entre el pr8+300 y el pr10+300 municipio de Florencia Cauca. SGR	Mejoramiento de la vía 25acc01 Higuerones Florencia en el tramo entre el pro+000 y el pro+850 municipio de Florencia, Cauca, Occidente
SECTOR DE INVERSION:	Vías	Vías
ENTIDAD EJECUTORA:	Secretaria De Infraestructura	Oficina Asesora De Planeación
PROGRAMA		Mantenimiento periódico, mejoramiento y Rehabilitación de la Red Vial Secundaria.
MONTO	$ 5.038.808.000	$ 1.800.000.000

Tabla 438. *Macroproyectos municipios de La Cruz y La Unión*

MUNICIPIO:	La Cruz	La Unión		
FECHA DE RADICACION:	08/11/2013	15/10/2015	15/10/2015	30/01/2015
FECHA VIABILIDAD	8/11/2013	24/11/2015	8/02/2016	11/05/2015
NOMBRE DEL PROGRAMA O PROYECTO:	Construcción de Adoquín en el casco urbano de la vereda San Gerardo, municipio de La Cruz, Nariño	Ampliación del área administrativa, logística y contención primera etapa de muro de contención de la ESE centro de salud municipal nivel 1 Luis Acosta, municipio de La Unión, Nariño.	Fortalecimiento de las áreas de hospitalización materno infantil del hospital Eduardo santos de La Unión	Ampliación y reforzamiento del centro de salud municipal nivel 1 Luis Acosta ESE, municipio de La Unión, departamento de Nariño.
SECTOR DE INVERSION:	Transporte	Salud	Salud	Salud
ENTIDAD EJECUTORA:	Alcaldía Municipal de La Unión	E.S.E. Centro De Salud Municipal Nivel 1 Luis Acosta	Ese Hospital Eduardo Santos de La Unión	Centro de Salud Municipal Nivel 1 Luis Acosta ESE

MUNICIPIO:	La Cruz	La Unión		
EJE	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.
PROGRAMA	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.
SUBPROGRAMA:	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.
MONTO	$ 200.000.000	$ 1.000.021.753	$ 1.289.598.480	$ 999.540.456

Tabla 439. *Macroproyectos municipios de San Lorenzo y San Pablo*

MUNICIPIO:	San Lorenzo	San Pablo	
FECHA DE RADICACION:	10/10/2013	13/05/2015	18/12/2013
FECHA VIABILIDAD	3/12/2013	17/06/2015	19/02/2014

MUNICIPIO:	San Lorenzo	San Pablo	
NOMBRE DEL PROGRAMA O PROYECTO:	Construcción puesto de salud del corregimiento del Carmen, municipio de San Lorenzo, departamento de Nariño.	Reposición del centro de salud Briceño, municipio de San Pablo	Construcción centro de salud Briceño, hospital San Carlos, municipio de San Pablo
SECTOR DE INVERSION:	Salud	Salud	Salud
ENTIDAD EJECUTORA:	Alcaldía municipal de San Lorenzo	ESE HOSPITAL SAN CARLOS	Hospital San Carlos ESE
EJE	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.
PROGRAMA	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.

MUNICIPIO:	San Lorenzo	San Pablo	
SUBPROGRAMA:	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.
MONTO	$ 250.000.000	$ 600.000.000	$ 1.628.147.091

Tabla 440. *Macroproyectos municipio de Taminango*

MUNICIPIO:	Taminango				
FECHA DE RADICACION:	29/04/2015	11/01/2013	11/01/2013	25/06/2013	17/06/2013
FECHA VIABILIDAD	26/05/2015	1/11/2013	11/01/2013	17/09/2013	17/06/2013
NOMBRE DEL PROGRAMA O PROYECTO:	Construcción y dotación hospital regional el remolino etapa i municipio de Taminango - subregión la Cordillera	Adecuación polideportivo institución educativa Curiaco, Taminango, Nariño, occidente.	Mejoramiento acueducto el manzano, municipio de Taminango	Dotación hospitalaria para la empresa social del estado centro hospital San Juan Bautista ESE. Taminango, Nariño.	Construcción baterías sanitarias en zona rural municipio de Taminango, Nariño, occidente
SECTOR DE INVERSION:	Salud	Educación	Agua potable y saneamiento básico	Salud	Alcantarillado

MUNICIPIO:	Taminango				
ENTIDAD EJECUTORA:	Alcaldía municipal de Taminango	Alcaldía municipal de Taminango	Alcaldía municipal de Taminango	Centro Hospital San Juan Bautista ESE	Alcaldía municipal de Taminango
EJE	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza, desarrollo sostenible e inversión social.
PROGRAMA	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.	Más ingresos con prioridad en la población en situación de pobreza.
SUBPROGRAMA:	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.	Financiamiento.	Mayores ingresos, Soberanía y seguridad alimentaria, Sustitución de cultivos ilícitos.	Financiamiento.
MONTO	$ 6.999.998.626	$ 50.000.000	$ 350.818.347	$577.812.988	$ 770.000.000

2.4. Caracterización Político Administrativa

2.4.1. Oferta Institucional. En el sector institucional están los entes territoriales del orden nacional, regional y local, su papel más importante, además de cumplir con las obligaciones y responsabilidades que definan la ley y los reglamentos, es incorporar el proceso de adopción del POMCA y autogestión que permitirán el desarrollo y la sostenibilidad del recurso hídrico.

2.4.1.1. Actores Institucionales del Orden Nacional. Los actores institucionales del orden nacional corresponden a los diversos sectores del Gobierno Colombiano, tienen como objetivos primordiales contribuir y promover el desarrollo sostenible de la sociedad colombiana a través de la formulación y adopción de las políticas, planes, programas, desarrollo territorial y urbano, además de una u otra forma intervienen en el tema del recurso hídrico en la cuenca del Río Mayo, en el departamento de Nariño y Cauca.

- **Ministerio del Medio Ambiente y de Desarrollo Sostenible**

Es un ente público rector a nivel nacional, cuyo propósito es establecer los lineamientos para promover el uso sostenible de los recursos naturales, principalmente del agua. De manera específica, busca promover el manejo integrado de las cuencas hidrográficas a través de la creación de un comité interinstitucional nacional; además supervisa el tipo de uso del agua por parte de los diferentes actores a nivel nacional.

- **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)**

Su labor es suministrar conocimientos, los datos e información ambiental requerida por parte del Ministerio del Medio Ambiente y desarrollo sostenible, y demás entidades del Sistema Nacional Ambiental.

Para cumplir condicho objetivo, debe realizar el levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país; establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de la planificación y el ordenamiento ambiental del territorio; obtener, almacenar, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información básica sobre hidrología, hidrogeología, meteorología, geografía básica sobre aspectos biofísicos, geomorfología, suelos y cobertura vegetal para el manejo y aprovechamiento de los recursos biofísicos de la Nación, en especial las que en estos

aspectos, con anterioridad a la Ley 99 de 1993 venían desempeñando el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT-; el Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química - Ingeominas; y la Subdirección de Geografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC.

- **Asociación De Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (ASOCARS)**

Es una entidad privada que agrupa las Corporaciones Autónomas regionales en el país, dotada jurídica, técnica y financieramente de facultades para realizar convenios, agenciar proyectos de desarrollo y apoyar la fase de preparación de los mismos. Su principal actividad se concreta en todo el territorio nacional a través de programas estratégicos centrados en la representación legislativa e institucional privada y pública. Su posicionamiento institucional está enfocado en la formulación e implementación de una estrategia de reconocimiento de la gestión regional adelantada por las CAR, a partir del diagnóstico de la percepción institucional de las asociadas frente a los grupos de interés para la gestión ambiental.

- **Departamento Administrativo Nacional De Estadística (DANE)**

Entidad responsable de la planeación, levantamiento, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales de Colombia.

- **Parques Nacionales Naturales**

Entidad que administra las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales y coordina el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, en el marco del ordenamiento ambiental del territorio, con el propósito de conservar in situ la diversidad biológica y eco-sistémica representativa del país, además de proveer y mantener bienes y servicios ambientales, proteger el patrimonio cultural y el hábitat natural donde se desarrollan las culturas tradicionales como parte del Patrimonio Nacional y aportar al Desarrollo Humano Sostenible; bajo los principios de transparencia, solidaridad, equidad, participación y respeto a la diversidad cultural.

- **Instituto Alexander Von Humboldt – IAVH**

Es una corporación sin ánimo de lucro, comprometida con las reglas del derecho privado, creada mediante la Ley 99 de 1993 y vinculada al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que tiene como misión: promover, coordinar y realizar investigación científica y tecnológica que contribuya al conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad como un factor de desarrollo y bienestar de la población colombiana.

- **Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (IGAC)**

Entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble; realizar el inventario de las características de los suelos; adelantar investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial; capacitar y formar profesionales en tecnologías de información geográfica y coordinar la infraestructura colombiana de Datos Espaciales.

- **Servicio Geológico Colombiano SGC (Anteriormente Ingeominas)**

Es una agencia encargada de realizar el estudio de los recursos naturales y las eminentes amenazas presentadas por los fenómenos ambientales. El Servicio Geológico Colombiano tiene como objeto realizar la investigación científica básica y aplicada del potencial de recursos del subsuelo; adelantar el seguimiento y monitoreo de amenazas de origen geológico; administrar la información del subsuelo, entre otras.

- **Unidad de Restitución de Tierras**

Entidad que busca conducir a las víctimas de abandono y despojo, a través de la gestión administrativa a la restitución de sus tierras y territorios, a la vinculación en esferas de cumplimiento de sus derechos, y con esto aportar a la construcción de la paz en Colombia.

2.4.1.2. Actores institucionales del orden Departamental

- **Gobernación**

Los departamentos con Jurisdicción en la cueca están representados por la Gobernación De Nariño y La Gobernación Del Cauca, que son entidades administrativas sub-nacionales, que ejercen gran

influencia sobre la decisión frente a proyectos o planes que se vayan a desarrollar en cada uno de sus territorios, para el caso específico se consideran como actores clave para la actualización del POMCA.

- **Corporación Autónoma Regional De Nariño, (CORPONARIÑO) Y Corporación Autónoma Regional Del Cauca (CRC)**

Entidad que administra efectivamente los recursos ambientales, viabilizando la ejecución de programas y proyectos encaminados al desarrollo sostenible en cumplimiento de la normatividad vigente. Esta identidad es un actor clave frente al proceso.

Los anteriores actores, son de carácter permanente, con poder de decisión y forman parte del Estado, entes reguladores, cofinanciadores y con funciones de consultoría, asistencia técnica, con un interés e influencia en el proceso de actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Mayo en las diferentes fases.

- **Instituciones De Educación Superior.**

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional, las Instituciones de Educación Superior (IES) son las entidades que cuentan, con arreglo a las normas legales, con el reconocimiento oficial como prestadoras del servicio público de le educación superior en el territorio colombiano. Según su carácter académico, las instituciones de educación superior se clasifican en:

- ✓ Instituciones Técnicas Profesionales
- ✓ Instituciones Tecnológicas
- ✓ Instituciones Universitarias o Escuelas Tecnológicas
- ✓ Universidades

2.4.1.3. Actores del Orden local. Organización que se encarga de la administración local en un pueblo o ciudad, como entidades gubernamentales, las cuales se consideran fundamentales para las fases del proceso de actualización del POMCA

Los Municipios se encuentran representados por las Alcaldías Municipales De: San Pedro De Cartago, La Cruz, San Lorenzo, San Pablo, Taminango, Belén y Colon en el Departamento De Nariño, Mercaderes y Florencia en el Departamento Del Cauca.

Según el capítulo tercero: de la Constitución Política de Colombia en su artículo 311, referente al régimen municipal, define al municipio como "entidad fundamental de la división-político-administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asigne la Constitución y las leyes".

Dentro de sus misiones está la de presentar oportunamente al consejo los proyectos de acuerdo sobre planes y programas de desarrollo ambiental y social del municipio.

Así las cosas, las alcaldías se constituyen en entidades de primer orden en los proyectos de desarrollo y es factor importante dentro del concepto de gobernabilidad que necesitan los POMCA. Y los alcaldes de conformidad con el Art. 315 de la obra citada anteriormente, ostentan la representación legal del municipio y poseen las atribuciones que les fija la ley para intervenir en procesos como el que nos ocupa. En este orden de ideas, las alcaldías en mención desarrollan programas sociales y de desarrollo agrícola, sanitario y vial, en varias veredas que forman parte de la cuenca, objeto de estudio. En este sentido las alcaldías son actores institucionales de primordial orden en el plan de ordenamiento y manejo de las cuencas.

- **Las Juntas De Acción Comunal (JAC)**

Incorporan a la población que se asienta en la cuenca, son actores claves por los conocimientos previos que tienen del territorio y por ser habitantes permanentes de la zona.

El principal objetivo de las Asociaciones de Juntas de Acción Comunal consiste en dar soluciones a las necesidades y aspiraciones más sentidas de la comunidad, a través del trabajo en equipo,

la unión de esfuerzos y de recursos. Con esto se busca fortalecer a las comunidades que se encuentran organizadas, a través del apoyo, la representación y la capacitación de aquellos hombres y mujeres líderes dentro de sus comunidades, para que puedan generar espacios de construcción alrededor de temas sociales, políticos, económicos, ambientales y culturales que conlleven a mejorar la calidad de vida de las comunidades.

- **Consejos Municipales de Gestión del Riesgo**

Buscan la reducción y manejo de desastres. En los Municipios con influencia en la cuenca, existen los organismos de socorro y colaboración voluntarios que corresponden a la Defensa Civil y los bomberos, cumplen un papel importante dentro del proceso de Actualización del POMCA.

- **Asociaciones Productivas**

Existen Organizaciones Constituidas Por Campesinos Productores De Cultivos, Piscicultores Etc., Residentes En Los Municipios De La Cuenca, Cuya Actividad Productiva Principal Es El Cultivo Y La Producción De La Misma, A Continuación, Se Presenta Un Listado De Los Principales Grupos Asociativos O Cooperativas De Productores:

Tabla 441. *Asociación/Corporación O Cooperativa*

Municipio	Asociación/Corporación O Cooperativa
Belén	No Reporta Nombre De Las Asociaciones
Colon	Agroecológico Rio Mayo
	Asociación Guaitarilla, Vellabista, Primavera
	Lácteos David Alto
	Asociación Paneleros
	Asoavilla
	Asociación Mirando Hacia El Futuro
	Nuevo Horizonte
	Asociación David Bajo
	Asoagro Nuevo Futuro
	Agroecológico La Victoria
	Agropecuaria San Cristóbal
	Asociacion Seccion Pueblo
	Asoagrocolon
	Agroecológico Buesaco

Municipio	Asociación/Corporación O Cooperativa
	Asolaplata
	Monte De Agua
	Asogenova
	Artesanías La Esperanza
Florencia	No Reporta El Nombre De Las Asociaciones
La Cruz	Asociación Agropecuaria Dona Juana
	Asociación Agropecuaria Y Ambiental Unicampo
	Fundación Paz Verde Un Ambiente Sano Para Gente Sana
	Asociación Gremial De Productores De Cafe Del Municipio De La Cruz
	Fundación Verde De Todos Los Colores
	Asociación De Productores De Achira Del Municipio De La Cruz
	Asociación De Productores De Granadilla Del Corregimiento De San Gerardo
	Asociación De Productores Agropecuarios Del Mayo
	Cooperativa Agropecuaria Sueños Campesinos Del Mayo
	Asociación De Productores Campesinos El Porvenir
	Asociación De Productores Y Artesanos Del Fique De La Cruz
	Asociación Alianza Del Mayo
	Asociación Agropecuaria Campo De María La Estancia
	Asociación De Artesanas Cruceñas
	Asociación Agroambiental Esperanzas Del Mañana
	Asociación De Núcleo Artesanal Familias Guardabosque Del Municipio De La Cruz
	Corporación Para La Promoción Y Desarrollo Turístico Artesanal
	Asociación Agropecuaria Doña Juana
	Asociación Agropecuaria Y Ambiental Por El Renacer Del Dona Juan
	Asociación Agropecuaria De Quinua De La Cruz
La Union	Asprounion
	Melcochas San José
	Trapiche Panelero
Mercaderes	Proasoste
	Nible
	Asovif
	Aspromayo
San Lorenzo	Asocafe
San Pablo	Santa Helena
	Café Verde
	Asodulse

Municipio	Asociación/Corporación O Cooperativa
	Asocaficultores El Chepe
	Asociación De Paneleros
	Asociación De Atesanias Y Manualidades.
	Asociación Agropecuria Fruticola Y Sabila Organica
	Asociación Agropecuaria Campesina Del Mayo
	Asociación Agropecuaria De Mujeres Campesinas Hacia El Futuro.
	Asociación Agropecuaria Organica Quino Frutales
San Pedro De Cartago	Asociación Agropecuaria La Granja
	Asociación Agropecuaria Campesina Abriendo Campo
	Asociación Productiva Especies Menores
	Asociación Cordinadora De Mujeres Campesinas
	Grupo Productivo El Diamante
	Asociación De Ganaderos De San Pablo
	Asociación de Fiqueros Y Productores Agropecuarios De San Pablo
	Grupo Productivo Nido De Pato
	Asociación De Productores De Café
	No Reporta El Nombre De Las Asociaciones
	Asociación De Ganaderos De Taminango
Taminango	Asociación Vereda Taminanguito
	Asodecort

Fuente: Elaboracion propia a partir de información suministrada por Umatas

- **Acueductos Veredales y Multiveredales**

Entidades Prestadoras de Servicios de Acueducto y Alcantarillado.

Bajo esta tipología se encuentran los representantes o presidentes de las Juntas veredales de los acueductos de cada uno de los municipios de la jurisdicción de la Cuenca, bajo el nombre de las siguientes instituciones y **Empresa De Servicios Públicos De:** Cartago, La Unión, Belén, La Cruz, San Pablo, Taminango, San Lorenzo Y Colon Génova En Nariño, Mercaderes Y Florencia En El Cauca.

2.4.1.4. Organizaciones No Gubernamentales. Cuyo objeto exclusivo sea la protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, específicamente, las personerías municipales.

Según la ley 136, Capítulo XI, Artículo 168 las personerías municipales son las entidades encargadas de ejercer el control administrativo en el municipio y cuentan con autonomía

presupuestal y administrativa. Las personerías de los municipios de la cuenca, contarán con una planta mínima de personal conformada por el personero y un secretario.

Funciones Constitucionales Personeros Municipales: Corresponde al personero municipal en cumplimiento de sus funciones de Ministerio Público la guarda y promoción de los derechos humanos, la protección del interés público y la vigilancia de la conducta de quienes desempeñan funciones públicas.

2.4.1.5. Organización Ciudadana. Una de las iniciativas que se encuentra a nivel de Cuenca para incentivar la protección más que todo del recurso hídrico es la conformación de los Consejos de Cuenca para la Ordenación y Manejo de la cuenca Rio Mayo, llevada a cabo en Julio 28 del año 2017 con la participación de la población, como eje fundamental para el desarrollo de estrategias en pro de la protección de la cuenca para beneficio del territorio.

En los municipios de la cuenca encontramos múltiples estructuras organizativas, democráticas y autónomas que buscan el desarrollo a nivel local. Las veedurías hacen parte de estas estructuras en cabeza de la Personería municipal y que son consideradas como lo expresa la Ley 850 de 2003 como un Mecanismo Democrático de Representación que le permite a los ciudadanos o a las diferentes organizaciones comunitarias, ejercer vigilancia sobre la gestión pública.

En el caso de las unidades municipales que integran la cuenca, las instancias participativas, asociaciones y veedurías ciudadanas como mecanismos de participación dentro de los procesos que se llevan a cabo a nivel local, las siguientes hacen presencia en los municipios en estudio:

- Instancias Participativas

  - ✓ Consejo Municipal Territorial de Planeación
  - ✓ Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres
  - ✓ Asociación de Juntas de Acción Comunal (ASOCOMUNAL).
  - ✓ Consejo Municipal de Cultura
  - ✓ Consejo Municipal de Política Social
  - ✓ Comité Municipal de Convivencia Escolar.
  - ✓ Comité Técnico del Sisben

- ✓ Consejo Municipal de Desarrollo Rural
- ✓ Comité de Vigilancia Ambiental
- ✓ Comité de Estratificación
- ✓ Comité de Participación Comunitaria en Salud COPASO
- ✓ Asociaciones o Agremiaciones de Campesinos.
- ✓ Veedurías Ciudadanas

2.4.2. Instrumentos de planificación y administración de recursos naturales definidos y/o implementados en la Cuenca Del Rio Mayo. Los instrumentos de planificación y de administración de los recursos naturales de carácter ambiental permiten a las administraciones públicas locales y regionales, ordenar las distintas actividades para poder compatibilizar el desarrollo económico y social con el mantenimiento de las funciones o servicios ambientales de los mismos desarrollos. Son, por tanto, además de los instrumentos legislativos, los que permite aplicar políticas ambientales, dentro de las distintas políticas sectoriales.

La articulación de los instrumentos de planificación deben entenderse como un proceso dinámico de planificación del desarrollo sostenible, que permite a una región orientar de manera coordinada y concertada el manejo, administración y aprovechamiento de sus recursos naturales renovables para contribuir desde lo ambiental a la consolidación de alternativas de desarrollo sostenible en el corto, mediano y largo plazo, acordes a las características y dinámicas biofísicas, económicas, sociales y culturales. *(Decreto 1200 de 2004. "Por el cual se determinan los instrumentos de planificación ambiental y se adoptan otras disposiciones").*

2.4.2.1. Nivel Nacional

- ✓ Plan de Desarrollo Nacional.
- ✓ Planes de Manejo del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales (2006-2010).
- ✓ Zonificación Ambiental de Reserva forestal central de Ley 2ª de 1959.
- ✓ Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico. PORH
- ✓ Visión Colombia II Centenario 2019, ejercicio prospectivo de planeación para el largo plazo que recoge los principios, los objetivos y las estrategias sobre los cuales se proyecta construir la visión del país para el año 2019.
- ✓ Ley 165 de 1994: Para desarrollar la estrategia de conservación y uso sostenible de la biodiversidad, el Estado garantizará que se respete y adopten las disposiciones del Convenio de Diversidad Biológica

2.4.2.2. Nivel Departamental

- ✓ Plan de Desarrollo del Departamento.
- ✓ POMCA (Plan De Ordenación Y Manejo Ambiental De Cuenca Hidrográfica)
- ✓ Plan de Gestión Ambiental Regional –PGAR-: Acorde con lo establecido por el Decreto 1200 de 2004, los Planes de Gestión Ambiental Regionales, son instrumentos de planificación estratégico de largo plazo, donde se concibe la acción conjunta entre el Estado y la Sociedad para orientar los objetivos de la política que fomenten y consoliden el proceso de paz y de desarrollo sostenible.
- ✓ Plan de Acción en Biodiversidad para Nariño 2006-2030.
- ✓ Plan de manejo del PNNCVDJC, los cuales muestran diversas situaciones ambientales caracterizadas y con un marco de acciones propuestas, que permitirán orientar el desarrollo del Plan.
- ✓ El PAT 2007 – 2011, de la Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO.
- ✓ Plan de Gestión Ambiental Regional del Cauca (PGAR) 2002-2012 “por un Cauca ambientalmente viable”.
- ✓ El Plan de Acción Trienal 2007 - 2009 “Por un Cauca Biosostenible con responsabilidad social”
- ✓ La Visión Nariño 2012.
- ✓ La Visión Ambiental del Departamento del Cauca.

2.4.2.3. Nivel Municipal. A nivel municipal los instrumentos técnicos con que cuenta la cuenca, además del POMCH son:

- ✓ Los planes de desarrollo municipales.
- ✓ Los Esquemas de Ordenamiento Territorial.
- ✓ Los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos –PGIRS: para lo cual se expidió el decreto 1713 de 2002, que es reglamentado a través de la resolución 1045 de 2003 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).
- ✓ Los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV: Que tienen que ver con los alcantarillados de los municipios en sus cabeceras municipales.

TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN
MinAmbiente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
FONDO DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL
IQNet ISO 9001 icontec

- ✓ Los Planes de Uso Eficiente y Ahorro del Agua – PUEA: que tiene que ver con el manejo de acueductos y microcuencas abastecedoras de Acueductos municipales.
- ✓ Los Proyectos Ambientales Escolares – PRAES: Para ser incluidos en los currículos escolares y los Planes Educativos Institucionales.

En la *Tabla 442*, se puede observar cada uno de los instrumentos de planificación con su respectiva norma legal que lo sustenta, objetivo y ubicación en la cuenca.

Tabla 442. *Instrumentos de planificación*

INSTRUMENTOS DE PLANIFICACION	NORMA	OBJETIVO	UBICACIÓN EN LA CUENCA	OBJETIVOS ESTRATEGICOS	OBSERVACIONES
Planes de Manejo del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales (2006-2010)	Ley 2 de 1959	Conservación in situ la diversidad biológica y ecosistémica representativa del país, proveer y mantener bienes y servicios ambientales, proteger el patrimonio culturaly el hábitat natural donde se desarrollan las culturales tradicionales como parte del patrimonio nacional y aportar al desarrollo humano sostenible; bajo los principios de transparencia, solidaridad, equidad, participación y respeto a la diversidad cultural	Municipio de La Cruz, Complejo Volcánico Doña Juana	Reducir los impactos negativos generados por usos agropecuarios sobre el parque y la zona aledaña	
				Contribuir al mejoramiento de representatividad y conectividad del ecosistema del PNN	
				Ampliar el conocimiento del estado de la vulnerabilidad de objeto de conservación del PNN	
				Ajustar e implementar el plan de ordenamiento ecoturístico para el PNN	
				Fortalecer la capacidad	

INSTRUMENTOS DE PLANIFICACION	NORMA	OBJETIVO	UBICACIÓN EN LA CUENCA	OBJETIVOS ESTRATEGICOS	OBSERVACIONES
				administrativa, financiera y operativa del PNN	
				Diseñar un plan de contingencia para mitigar las amenazas de incendios forestales, actividad volcánica y manejo de emergencias de alta montaña	
Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico. PORH	Decreto 3930 de 2010	El PORH articulara todos los principios, normas y mecanismos orientados a la gestión eficaz de la minimización de riesgos asociados con la calidad, la escasez y el agotamiento del recurso hídrico, el manejo de conflictos; optimización o en su defecto racionalización de la			

INSTRUMENTOS DE PLANIFICACION	NORMA	OBJETIVO	UBICACIÓN EN LA CUENCA	OBJETIVOS ESTRATEGICOS	OBSERVACIONES
		oferta hídrica, el control de la demanda, pero, ante todo, a propiciar "comunidad" en torno a los atributos y relaciones de la gente con el recurso hídrico.			
Plan de saneamiento y manejo de Vertimientos (PSMV)	CONPES 3177 de 2002, Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales Decreto 3100 de 2003, Tasas Retributivas por Contaminación, y desarrollado por la resolución 1433 de 2004 del MAVDT	Tiene como propósito fundamental avanzar en forma realista y concreta en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos de las aguas residuales domésticas, contribuyendo así a la descontaminación de las fuentes de agua receptoras. Es el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones, que se deben desarrollar para lograrlo.			Revisar si municipio cuenta con planta de Tratamiento de Aguas Residuales, o vertidas directamente al Rio, sin ningún tipo de tratamiento.

El proceso de armonización de los diferentes instrumentos de planificación se realizará, buscando su articulación con los periodos constitucionales de cada municipio que tiene área sobre la cuenca, permitiendo que los lineamientos establecidos por el POMCA puedan ser integrados con los demás instrumentos de planificación junto a los planes de ordenación territorial y que posteriormente las acciones necesarias sean incluidas en los planes de desarrollo, permitiendo destinar recursos para la inversión.

2.5. Caracterización Funcional de la Cuenca

Para el análisis funcional de la cuenca, se identificará y articulará en primer momento el nivel jerárquico de los asentamientos urbanos, las relaciones urbano-rurales y urbano-regionales; con el fin de identificar las unidades de funcionamiento espacial, describiendo cómo se articula y se moviliza la población, en función de satisfacer sus necesidades en cuanto a bienes y servicios.

Aunque en gran parte de las metodologías y bibliografías expuestas en el anexo metodológico de la caracterización funcional, se trabaja como unidad de análisis el municipio y/o departamento, para efectos de este documento se hará énfasis al nivel de cuenca. Ver Anexo Cartográfico 43.

2.5.1. Clasificación de Asentamientos Urbanos. La jerarquía de un asentamiento está directamente relacionada con el grado de especialización de las funciones que brinda a la población circundante, rural o urbana.

Los municipios corresponden al segundo nivel de división administrativa en Colombia, que mediante agrupación conforman los departamentos. Colombia posee 1.123 municipios registrados ante el DANE, que de acuerdo con el Artículo 311 de la Constitución Política de Colombia de 1991, la Ley 136 de junio 2 de 1994 y la ley 1551 de 2012, se constituyen como la entidad territorial fundamental de la división político-administrativa del Estado, con autonomía política, fiscal y administrativa dentro de los límites que le señalen la Constitución y las leyes de la República.

En Colombia, a diferencia de otros países, la cabecera municipal y el territorio bajo su jurisdicción suelen llevar el mismo nombre. También existen otros tipos de poblaciones que no tienen estatus de municipio, sino que dependen de éstos, estos tipos de poblaciones son los corregimientos, las inspecciones y los caseríos.

La metodología utilizada para el análisis funcional del sistema de asentamientos urbanos en la cuenca del Rio Mayo, se realizó teniendo en cuenta el concepto de "Integración Funcional Espacial", en el que se aplica el enfoque de Funciones Urbanas para el Desarrollo Rural – FUDR- el cual según Dennis A. Rondinelli, es solamente el primer paso para una mejor comprensión del decisivo papel que juegan los pueblos y ciudades en el proceso de desarrollo regional.

La zona rural de un municipio se divide en veredas y sus zonas urbanas (cabecera municipal, corregimientos, etc.) se dividen en barrios. Algunas cabeceras grandes (ciudades) pueden estar divididas en comunas o localidades, sin embargo, a los municipios de la cuenca del río Mayo, no aplica dicha observación.

Los servicios ofrecidos por un asentamiento llegan hasta un cierto umbral y en la medida en que sean más especializados, su influencia se extenderá aún más. Sin embargo, los umbrales de los servicios de carácter corriente o cotidiano tienen un área de alcance reducida, ya que la población no está dispuesta a desplazarse grandes distancias para conseguirlos, pues pueden obtenerlos en su entorno inmediato.

Para la cuenca Mayo se consideraron 41 variables de naturaleza cualitativa o cuantitativa según su naturaleza que corresponden a siete subgrupos, los cuales permitieron establecer condiciones específicas de los 10 asentamientos urbanos de la cuenca Mayo (cabe anotar que están representados en cabeceras municipales que se encuentran divididas en barrios y no en comunas). (Ver *Tabla 443.* Variables de condiciones específicas)

Tabla 443. *Variables de condiciones específicas*

Subgrupos	Variables	Código
Economía	Ingresos Totales	**1**
	Gastos Totales	**2**
	Actividad Económica (Captaciones Crédito)	**3**
	Número De Bancos	**4**

Subgrupos	Variables	Código
Servicios Públicos	Energía	5
	Acueducto (Concesión)	6
	Alcantarillado (Psmv)	7
	Aseo(Disposición Residuos Sólidos)	8
	Telefonía	9
	Servicio De Gas	10
Sistema educativo	Centros Educativos De Educación Secundaria	11
	Centros De Educación Superior	12
	Número De Centros De Educación Técnica	13
Sistema Salud	Numero De Hospitales	14
	Número De Centros De Salud	15
Bienes y servicios	Número De Plazas De Mercado	16
	Número De Plantas De Sacrificio Animal	17
	Numero De Iglesias	18
	ICBF Sede/Subsede	19
	Corponariño Sede/Subsede	20
	Cedenar Sede/Subsede	21
	Oficina De Registro Públicos	22
	Cámara De Comercio	23
	Oficina De Inspección De Trabajo Y Seguridad Social	24
	Fiscalías Delegadas Y Juzgados Penales	25
	Inpec	26
	Registraduría	27
	Policía Nacional	28
	Bomberos	29
	Defensa Civil	30
	Terminal De Transporte	31
	Cooperativa De Caficultores	32
	Casas De Cultura	33
	Museos	34
	Coliseos	35

Subgrupos	Variables	Código
Cultura	Sitios De Esparcimiento Y	36
	Bibliotecas	37
	Numero De Emisoras	38
Instituciones Y Organizaciones Comunitarias	Fundación Social	39
	Asociaciones Campesinas	40
	Gremios Productivos	41

De acuerdo con los subgrupos divididos para los asentamientos urbanos de la cuenca Mayo, se precisó por medio de un escalograma el orden de las principales funciones que presta cada municipio, esto permite ordenar de mayor a menor el número de equipamientos y servicios existentes. El orden final de los asentamientos identifica una categorización que puede interpretarse como índice de centralidad que se presentara más adelante.

En la siguiente tabla, se presenta la información correspondiente al tamaño y densidad de la población; y el inventario de la presencia o ausencia de funciones y definición de intervalos, entre otros.

Tabla 444. *Inventario de funciones por municipio*

MUNICIPIO	LA UNION	LA CRUZ	MERCAERS	TAMINANGO	SAN PABLO	SAN LORENZO	CARTAGO	COLON	BELEN	FLORENCIA
Población	25.886	18.249	18.105	20.902	17.403	20.002	7.568	10.168	7.612	6.146
Densidad poblacional	117.40	76.88	28.22	83.82	161.96	74.34	125.65	160.75	156.63	109.50
Ingresos totales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

MUNICIPIO	LA UNION	LA CRUZ	MERCAERS	TAMINANGO	SAN PABLO	SAN LORENZO	CARTAGO	COLON	BELEN	FLORENCIA
Gastos totales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Actividad económica (captaciones crédito)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Numero de bancos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Energía	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acueducto (concesión)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alcantarillado (psmv)	X	X								
Aseo(disposición residuos sólidos)										
Telefonía	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Servicio de Gas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Centros educativos de educación secundaria	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Centros de educación superior	X									
Número de centros de educación técnica	X	X								
Numero de hospitales 2 Nivel	X									
Número de centros de salud ESE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Número de plazas de mercado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Número de plantas de sacrificio animal	X	X	X	X	X					
Numero de iglesias	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ICBF Sede/Subsede	X									
CORPONARIÑO Sede/Subsede	X									
CEDENAR Sede/Subsede	X	X								
Oficina de registro públicos/ Notaria	X	X	X	X	X					
Cámara de comercio	X									
Oficina de Inspección de Trabajo y Seguridad Social	X									

MUNICIPIO	LA UNION	LA CRUZ	MERCAERS	TAMINANGO	SAN PABLO	SAN LORENZO	CARTAGO	COLON	BELEN	FLORENCIA
Fiscalías delegadas y Juzgados penales	X									
INPEC	X									
Registraría	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Policía Nacional	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bomberos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Defensa civil	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Terminal de transporte	X									
Cooperativa de Caficultores	X									
Casas de cultura	X	X	X	X	X	X				
Museos										
Coliseos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sitios de esparcimiento y recreación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bibliotecas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Numero de emisoras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fundación social Sede/Subsede	X									
Asociaciones campesinas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gremios productivos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NUMERO DE FUNCIONES	39	28	26	26	26	24	21	21	21	21

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de alcaldías municipales

2.5.2. Índice de centralidad. De acuerdo con este insumo se define el índice de centralidad, que se calcula asignándoles un peso a las funciones, y la suma de estos pesos relativos denotaran el índice de centralidad, así mientras mayor sea el índice, tanto mayor su complejidad funcional.

Tabla 445. *Índice de centralidad*

N°	Municipio	Índice Centralidad	N° Funciones	Población Total	Población Urbana
1	La Unión	1.95	39	25,886	10,739
2	La Cruz	1.4	28	18,249	6,633
3	San Pablo	1.3	26	17,403	4,034
4	Mercaderes	1.3	26	18,105	5,149
5	Taminango	1.3	26	20,902	5,133
6	San Lorenzo	1.2	24	20,002	2,829
7	Belén	1.05	21	7,612	2,979
8	Colon	1.05	21	10,168	1,615
9	Florencia	1.05	21	6,146	1,399
10	Cartago	1.05	21	7,588	717

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de alcaldías municipales

Luego del análisis realizado se determinó que el municipio con mejor resultado en jerarquía en la cuenca es el municipio de La Unión con 39 funciones, en una categoría de Centros de Relevo Principal (Ver Tabla 445. Índice de centralidad) Características y Niveles Jerárquicos IGAC, estructura urbano – regional – nacional) especialmente jalonado por los indicadores económicos, los cuales presentan los más altos niveles.

Esta situación implica una influencia directa sobre la cuenca del rio Mayo. Posteriormente encontramos a La Cruz con 28 funciones ubicado en la categoría IV en una clasificación de Centros de Relevo Secundario. En el tercer lugar se ubican los municipios de Mercaderes, San Pablo y Taminango con 26 funciones, ubicado en V categoría, como Centro Local Principal.

En cuarto lugar de San Lorenzo con 24 funciones, en un nivel jerárquico de VI categoría como Centros Locales Secundarios; y en quinto lugar se encuentran los municipios de Belén, San Pedro de Cartago y Florencia con igual número de funciones 21, con los indicadores más bajos de la cuenca, especialmente rezagados por el sistema económico y servicios públicos en un nivel de jerarquización de VII categoría, clasificados como Centros Urbanos Básicos o Primarios con funciones de autoabastecimiento, comercio y servicios elementales e insuficientes.

Tabla 446. *Nivel Jerárquico por municipios*

Nivel Jerárquico	Clasificación	Descripción	Municipio	Indice Centralidad
I	METRÓPOLI REGIONAL Ejerce funciones diversificadas en servicios financieros, comerciales, industriales y especializaciones	• Polariza centros y espacios geográficos de la estructura urbana.	NINGUNO	0
		• Se constituye como centro receptor de población proveniente de otras ciudades		
		• Su influencia alcanza niveles nacionales		
		• Suministra a las subregiones los servicios de que estas		
		• Ofrece toda la gama de servicios propios de una gran ciudad		
		• Posee los equipamientos más numerosos y especializados.		
		• Concentra servicios financieros y comerciales		
		• En ella se emplazan grandes empresas de transporte de carga y		
		• Su Industria es de trascendencia nacional		
		• Ofrece servicios médicos y universitarios especializados.		
II	CENTROS SUBREGIONALES	• Estos centros son influenciados por la metrópoli regional.	LA UNIÒN	1,95
		• Establecen vínculos de dependencia en un espacio geográfico sobre el cual ejercen sus		
		• Poseen equipamientos no comunes con otros centros, de nivel subregional y departamental.		
		• Son prestadores de servicios comerciales y bancarios especializados.		

		• Después de la metrópoli regional son los que poseen mayor actividad académica		
		• Pueden llegar a ser un centro importante para celebrar reuniones de tipo departamental,		
		y hasta internacional.		
		• En ellos se encuentran salas de cine, museos y otros equipamientos de carácter cultural.		
		• Están en proceso de convertirse en metrópoli regional.		
III	CENTROS DE RELEVO PRINCIPAL Función predominantemente económica de impacto subregional con apoyo financiero, servicios administrativos, comerciales y sociales	Son centros de apoyo a los centros subregionales.	LA CRUZ	1.4
		• Poseen funciones polarizantes (concentran sobre si).		
		• En ellos confluyen relaciones ciudad – campo.		
		• Son fundamentalmente ejes económicos de sus respectivas áreas de influencia.		
		• Prestan importantes servicios de salud, administración de justicia, círculo judicial y de		
		• Son centros de expansión agrícola subregional, desde donde se organiza la producción, se acopia, se asegura		
IV	CENTROS DE RELEVO SECUNDARIOS Función económica con énfasis en lo agropecuario, servicios administrativos, comerciales y sociales de influencia próxima	• Dependen de un centro de relevo principal, de un centro subregional o inclusive de una metrópoli regional, según la cercanía geográfica y la	SAN PABLO, TAMINANGO,	1.3
		• La función de relevo es principalmente la agrícola.		
		• Su tipología funcional se centra en el manejo de actividades agrícolas, diferenciándose de los centros de relevo principal en su volumen		

		• Poseen los equipamientos urbanos indispensables para el servicio de su población y de las		
		• Poseen menor desarrollo cultural que los centros de relevo principal.		
V	CENTROS LOCALES PRINCIPALES Funciones económicas y comerciales de apoyo a centros de nivel superior; servicios básicos en lo público y social local	• Presentan un carácter más urbano que los centros locales secundarios. • Sus equipamientos permiten servir a comunidades vecinas de centros menores. • No polarizan a su alrededor otros asentamientos • Su producción surte los centros de relevo que se encuentran en sus proximidades • Están dotados de los servicios mínimos necesarios para atender a la población residente en su núcleo o proximidades inmediatas • Poseen los equipamientos básicos necesarios para su categoría urbana, y algunos esporádicos que incrementan su importancia. • Aunque sus servicios tienen una marcada función para sus habitantes locales, tienen la tendencia a servir fuera de su jurisdicción	NINGUNO	**0**
VI	CENTROS LOCALES SECUNDARIOS Funciones económicas y comerciales básicas; abastecen poblaciones próximas de mayor importancia, poseen servicios básicos locales.	• Son de menor importancia que los centros locales principales. • Sirven a núcleos pequeños de • Abastecen a centros urbanos de mayor importancia que les son • No poseen equipamientos para el servicio de gente que proceda de las afueras. • Presentan un carácter más rural que los centros locales principales. • Su equipamiento urbano se limita a la población local.	SAN LORENZO	**1.2**

VII	CENTROS URBANOS BÁSICOS O PRIMARIOS Funciones de autoabastecimiento, comercio y servicios elementales e insuficientes	• Son producto de agrupaciones de personas con carácter • Su actividad comercial es de • Los servicios de que disponen son realmente escasos. • Sus equipamientos urbanos son elementales para la vida cotidiana y se limitan a servir a su propia población.	BLEN, SAN PEDRO DE CARTAGO, COLON, FLORENCIA	**1.05**

2.5.3. Relaciones Urbano – Rural – Regional en la Cuenca Mayo. El sistema urbano nacional ha generado grandes problemas de concentración en el territorio colombiano. De igual forma, este fenómeno se refleja en el departamento de Nariño y Cauca, al desarrollarse una estructura urbana macrocefálica conformada por Pasto, Popayán y los demás municipios del área metropolitana, en contraposición a un conjunto de pequeños asentamientos dispersos, unos cuantos centros con alguna dinámica económica y un área de influencia supramunicipal en el resto del territorio de la cuenca.

A nivel de la cuenca se puede observar la elevada primacía de los municipios de La Unión y la Cruz en la estructura urbana-regional de la cuenca Mayo, se evidencia claramente al observar que concentra el 42.1% de la población total de la cuenca, ósea 26,763 habitantes.

Además en el municipio de La Unión se presentan el 95% de las funciones analizadas, seguido de La Cruz con el 68%, el casco urbano de los dos municipios de se encuentra dentro del área de la cuenca (ver jerarquización urbana), entre las que se destacan las político administrativas y las correspondientes a su papel de sede de entidades descentralizadas del orden regional y nacional. Estos elementos ratifican la gran concentración de población y funciones en un porcentaje del municipio de la Unión dentro de la cuenca Mayo.

De acuerdo a la clasificación jerárquica urbana en la cuenca Mayo, no se cuenta con la primera categoría (Metrópolis Regional); en la actual estructura urbana departamental, sólo La Unión empieza a cumplir el papel de centro subregional, toda vez que ofrece un grado sobresaliente de bienes y servicios especializados que sirven de apoyo a la metrópoli subregional. Se consolida como una opción para la localización de actividades industriales y de servicios, con énfasis en las actividades modernas.

La Unión se ha afianzado como núcleo receptor de población con 10.739 habitantes urbanos, que representan el 26% del total de la población urbana de la cuenca. Ello se debe principalmente a las ventajas que ofrece en términos de calidad de vida, bancos y corporaciones, comercio, hoteles, hospitales, cobertura de servicios públicos y densidad vial, así como a la prestación de servicios especializados como notarías de primera categoría, juzgados de circuitos especializados y universidades.

Como centro subregional, La Unión presenta un rango de centralidad de 1.95, esto es, 11 puntos más que el centro de relevo principal (La Cruz), nivel que le sigue en orden descendente. Del total de funciones analizadas (41) posee 39, es decir, más del 95% y 5.5% más que el promedio del centro de relevo principal. Esta diferencia ostensible marca su carácter superior en cuanto a funciones y servicios, con respecto a los demás niveles de centros urbanos existentes en la cuenca Mayo.

Este asentamiento ofrece bienes tales como alimentos para consumo humano procesados y en fresco, alimentos procesados para consumo animal, medicamentos, bienes de consumo duradero y semiduradero, insumos para la producción y bienes de capital y además ofrece servicios tales como, administrativos d e salud, bancarios, de esparcimiento, técnicos y diversos servicios profesionales. Pero hay que resaltar que esta relación no es unidireccional pues los municipios que conforman el área de influencia a su vez proporcionan a la ciudad bienes frescos para consumo humano y animal, principalmente

Lo anterior confirma, al comparar a La Unión con los demás niveles jerárquicos, que este asentamiento participa en términos de número y especialización de funciones en un grado mayor en cuanto a industria, comercio y servicios, lo que lo ubica como un centro en vía de consolidación o de transformación a un nivel jerárquico superior al que se encuentra actualmente, dada su ubicación geográfica y espacial.

Este asentamiento presenta como una de sus características la importancia del sector agrario, y avanza en una diversificación económica cada vez mayor, con un crecimiento del sector terciario, lo que genera una multifuncionalidad del espacio y se destaca como sitio de ocio y recreación, esto último por distintos elementos escénicos y paisajísticos de orden natural y cultural. Además, se destacan aceleradas acciones de transformación de espacialidades, economías, sistemas de valores, costumbres, prácticas sociales, etc., lo cual ha venido generando conflictos y tensiones de organización social, de configuración cultural, de medios de producción, de usos del suelo productivo, habitacional e incluso de imagen, así como de protección ambiental, entre otros.

El tercer nivel jerárquico que se define en este análisis, corresponde a los Centros de Relevo Principal, que corresponde al municipio de La Cruz. La característica predominante de esta categoría es su función económica de apoyo de impacto subregional, básicamente en lo financiero, administrativo y de comercio. Este municipio alberga una población de 18.249 habitantes, de los cuales el 16.1% corresponden a la población urbana y el 10.5% restante a la población rural.

El índice de centralidad para este municipio es de 1.4, es decir 2 puntos más que el centro de relevo secundario (Mercaderes, San Pablo, Taminango), nivel que le sigue en orden descendente en la jerarquización. Las funciones, servicios y equipamientos urbanos para este centro de relevo principal se encuentran aquellos relacionados con captaciones en bancos y corporaciones, comercio y servicios, consumo de energía urbana, industria manufacturera, licencias de construcción y servicios públicos en general.

Los centros de Relevo Principal no sólo ejercen funciones de apoyo a los centros subregionales, sino que también poseen funciones polarizantes concentrando alrededor de ellos otros centros y generando elaciones de dependencia con asentamientos de menor jerarquía, como por ejemplo Belén. Dichos centros se constituyen en hitos económicos con influencia supramunicipal, prestadores de importantes servicios de salud, educación, telecomunicaciones, administrativos, y asiento de entidades nacionales y departamentales.

Otra categoría de la clasificación de este análisis, es la de los Centros de Relevo Secundario. Este grupo se destaca por su función económica, con énfasis en lo agropecuario, servicios administrativos, comerciales y sociales de influencia menor que los centros de relevo principal.

Está constituida por los municipios de Mercaderes, San Pablo, Taminango la población de estos centros equivale al 34.7% de la población urbana de la cuenca Mayo es decir, 14.316 habitantes y el 38% de la población rural de la cuenca. Presentan un índice de centralidad de 1.3, 2 puntos más que los centros locales secundarios, además de contar con un total de 26 funciones.

Estos centros urbanos prestan funciones relacionadas con bancos y corporaciones, comercio y servicios, tanto en número de establecimientos como en consumo de energía; número de alumnos matriculados en educación media; hoteles, residencias e industria manufacturera, entre otras. Aunque esta categoría posee los equipamientos necesarios para su población y prestan los servicios en un nivel aceptable, tanto a su población urbana como rural, dependen de un centro de relevo principal (La Cruz) o de un centro subregional (la Unión) según la cercanía de los municipios con los municipios de mayor jerarquía, o inclusive de la metrópoli regional (Pasto y Popayan), según sea la cercanía geográfica y la accesibilidad con respecto a ellos. La dinámica de Mercaderes, San Pablo, Taminango como centro de relevo secundario, obedece más bien a economías de enclave como la cafetera y la aguacatera.

Por su parte, los Centros Locales Secundarios se diferencian de los locales principales, básicamente por poseer menor importancia en términos poblacionales, económicos y de frecuencia en funciones. El papel principal de este asentamiento (San Lorenzo) es el de ejercer funciones económicas y comerciales básicas, ser abastecedores de poblaciones próximas de mayor importancia y prestar servicios básicos a nivel local. En este centro, aunque el total de su área no se encuentra en la influencia de la cuenca, se pueden observar el desplazamiento y movilidad para la prestación de bienes y servicios agropecuarios a los centros de subregionales y de relevo principal. En este centro habita el 13.2% de la población total de la cuenca, es decir el 6.9% corresponde a la población urbana (2829 habitantes) y el 15.5% a la población rural (17.137 habitantes).

El índice de centralidad para San Lorenzo es de 1.2, es decir 3 puntos más que las unidades o poblaciones urbanas básicas, y un total de funciones de 24. Aunque su equipamiento urbano se limita a la población local, estos centros sirven de núcleo a la población circundante y por su carácter eminentemente rural, abastecen centros de mayor jerarquía que les son próximos.

La última categoría de asentamientos urbanos en la cuenca, corresponde a las unidades o poblaciones urbanas básicas. Es el nivel de menor jerarquía encontrado en este análisis. Estas unidades básicas ejercen funciones de poca complejidad con fines netamente de auto

abastecimiento, en lo relacionado con comercio y servicios elementales. Además, sirven a un entorno rural poco dinámico. A este grupo corresponden los municipios de Belén, Colon, San Pedro de Cartago y Florencia que representan el 20.7% del total de la población de la cuenca, de las cuales el 16.3% corresponde a la población urbana (6.710 habitantes) y el 22.4% corresponde a la población rural (24804 habitantes), lo que denota el mayor predominio y características de ruralidad de la población de estos centros urbanos básicos.

El índice de centralidad para estos municipios es de 1.05 y el número de funciones de este nivel es de 21. Este nivel jerárquico presenta un nivel de funciones muy bajo. Sin embargo, se destacan de nuevo los servicios públicos básicos de energía y acueducto, denotando la alta calidad de ellos a nivel departamental. Se trata de las relacionadas con comercio y servicios; consumo de energía y número de establecimientos. En síntesis, estos centros urbanos presentan características netamente agrícolas, con actividades comerciales de supervivencia, y escasos servicios y equipamientos elementales para servir a su propia población.

En cuanto al análisis de soporte ambiental de los asentamientos urbanos de la cuenca, el acceso a los servicios básicos y equipamiento en el suelo urbano, se identificaron Diecisiete acueductos que abastecen alrededor de 41.227 habitantes. En estas zonas de acuerdo a las áreas de uso y cobertura de la tierra de cuencas abastecedoras, se presenta una amenaza a estos ecosistemas que proveen la óptima regulación y adecuado rendimiento hídrico para los acueductos municipales, debido al aumento de la presión demográfica, definida como a mayor densidad poblacional mayor demanda ambiental, mayor presión y mayor amenaza a la sostenibilidad; se puede inferir que existe mayor presión en los cascos urbanos y centros poblados de la cuenca, donde se presenta un crecimiento acelerado y excesivo de la población, que requiere una mayor oferta ambiental y capacidad de soporte de los ecosistemas para las actividades mínimas de desarrollo de la población (Acueducto y alcantarillado).

Por otra parte, las comunidades en los talleres manifiestan que se presentan procesos de degradación en las cuencas abastecedoras de las cabeceras municipales, debido principalmente al aumento de la presión demográfica en estas áreas que se caracterizan por tener coberturas que propician la actividad económica, pueden desencadenar en el agotamiento de los recursos naturales que ponen en riesgo estos ecosistemas estratégicos de aprovisionamiento (nacimientos y fuentes de agua) y de regulación (clima, condiciones de amenaza, calidad del agua); sumado a esto los fertilizantes y plaguicidas y las técnicas de establecimiento de los cultivos requeridos

para el desarrollo de la actividad, han venido deteriorando la aptitud de los suelos. La adecuación de terrenos a pastos, a partir de la adopción de técnicas extractivas de deforestación poco sostenibles también ha producido una elevada incidencia en la apertura de la frontera agrícola en estas áreas.

Tabla 447. *Bocatomas municipales*

Municipio	Microcuenca
Belén	El Granizo
La Cruz	El Carrizal
La Unión	Los Cusillos
	Canchala
San Lorenzo	Las Palmas, Parte Alta
San Pablo	Nacimiento Rosero
	Nacimiento La Cañada
	Nacimiento El Ojo De Agua
	Nacimiento El Cajet
	Nacimiento Lorenzo Mutis
	Quebrada Palma Grande
Taminango	El Molino
	El Cucho
Cartago	Los Frayles
Colon	La Palma
	La Cuesta
Florencia	Las Palmas (El Cucho)

2.5.4. Competitividad. El análisis del comportamiento de la economía permite tener una perspectiva del escenario que se encuentra en la actualidad a nivel de cuenca, la historia y vocación de estos municipios sobre los sectores en los que poseen tanto fortalezas como debilidades, que pueden ser evaluadas y analizadas en pro de crear estrategias integrales enfocadas en el desarrollo sostenible de la cuenca.

El producto interno bruto, como medida que agrupa el valor de los bienes y servicios producidos por una población, permite comparar en el tiempo y el espacio la productividad de la economía regional y local al relacionarse con la cantidad de trabajo incorporado.

Para el año 2016 el Departamento de Nariño según (DANE, Cuentas Departamentales - Colombia Producto Interno Bruto PIB Comportamiento 2016p) presentó un PIB de $ 13.902 Miles de Millones que corresponden a un 1.6% del PIB Nacional y para el Departamento de Cauca de se presentó un PIB de $ 15.253 Miles de Millones que corresponden a 1.8% del PIB Nacional. Para los municipios protagonistas dentro de la cuenca se encontró que su aporte al PIB departamental fue el que se indica en la siguiente tabla.

Tabla 448. *Aporte PIB Municipal al Departamento.*

Departamento	Municipio	Valor agregado (Miles de millones de pesos)	Peso relativo municipal en el Valor Agregado departamental %
Nariño	Belén	45	0.4
	Colón	47	0.4
	La Cruz	67	0.6
	La Unión	168	1.4
	San Lorenzo	96	0.8
	San Pablo	79	0.6
	Cartago	29	0.2
	Taminango	114	0.9
Cauca	Florencia	29	0.2
	Mercaderes	128	1.0

Fuente: DANE (2015). Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales 2015p

2.5.5. Transporte y Accesibilidad Socieconómica. Los medios de transporte y la calidad de los mismos son un factor determinante en la economía de la región por cuanto facilita la estructuración de espacios socioeconómicos en los que se ejecutan actividades de producción e intercambio de bienes y servicios.

2.5.5.1. ***Transporte carretero.*** El modo de transporte de mayor importancia es el carretero, se puede observar que éste sistema ha sido afectado por el mal estado de las vías nacionales, departamentales y municipales donde su regular y mal estado dificultan el dinamismo que se debe brindar para el desarrollo socioeconómico.

Por otro lado, los costos del transporte dificultan la generación de actividades competitivas. No obstante, el departamento de Nariño cuenta con una red de carreteras de aproximadamente 6.530 kilómetros, con una amplia cobertura en la zona Andina que posibilita en gran medida la intercomunicación de sus principales centros urbanos con la región Central del departamento y el resto del país. Sin embargo, dicha comunicación es insuficiente y es necesario adelantar las obras que permitan articular al departamento con la dinámica nacional.

2.5.5.2. Red vial Nacional. Esta red atraviesa al departamento de sur a norte y de oriente a occidente y se encuentra a cargo de la Nación, a través del Instituto Nacional de Vías-INVÍAS. Su función principal es de interconectar al País con el sur del continente y al puerto de Tumaco con el Departamento del Putumayo que es la entrada a la región de la Amazonía, facilitando además la comunicación interna entre los diferentes municipios de Nariño. Esta red cumple una función estratégica para el país en la medida en que posibilita la comunicación nacional e internacional.

Tabla 449. *Vías nacionales que atraviesan a la Cuenca Rio Mayo.*

Código Vía	Municipio	Tramo		Long Km	Km (a)		Km (a)
		Desde	Hasta		B	R	M
	Pasto, Buesaco, Albán, La Unión, S.P de Cartago	Pasto-Buesaco-Mojarras		100	85.45	12.5	2.05
2502	Pasto	Pasto – Mojarras		5,53	1,99		

2502	Pasto	Pasto – Mojarras	120,29	44,51	51,72	

Fuente: Gobernación de Nariño (2009). Plan Vial Departamental 2009 – 2018, Instituto Nacional de Vías-INVÍAS

2.5.5.3. Red vial secundaria. De acuerdo con lo establecido en la Ley 105 de 1993, corresponden a la red vial secundaria aquellas vías que cumplan la siguiente condición: que comunique cabeceras municipales entre sí y/o con una vía nacional. En la cuenca varios kilómetros corresponden a ramales interveredales con características de vías terciarias o municipales pero que hacen parte del inventario vial del Departamento.

Tabla 450. *Red vial secundaria*

Municipio	Tramo	Ancho	Km, Largo
S P De Cartago	Lupa - Villanueva	3	5,6
La Cruz	Cofradia - Escandoy	3	14
San Lorenzo	San Lorenzo - La Laguna	3	8,4
Taminango, San Lorenzo, La Union	Ruta 25 (Granada) - Taminango - Santa Cecilia-La Unión	3	53
La Union, Colon, Belen	La Unión - El Sauce-Santa Rosa	3	20
Sp De Cartago, San Bernardo	La Estancia - San Bernardo	3	7

San Pablo, Colon	San Pablo - Villanueva	3	6
San Pablo, Colon	San Pablo - Genova-	3	7
La Cruz, Belen	Plazuelas - Belén	3	5
La Cruz	Casa Blanca (Cruce Ruta 25anr01) - Tajumbina	3	10
La Cruz, San Pablo	Cabuyales - Briceño	3	3
San Jose, San Bernardo, La Cruz, San Pablo	Cruce Tramo 2501a - San José - San Bernardo - La Cruz - San Pablo - Florencia	3	70

Fuente: Gobernación de Nariño (2009) Plan vial departamental (2009-2018)

2.5.5.4. Red vial secundaria, conectividad. Contiene un análisis de los kilómetros d e red vial terciaria (INVIAS), que se conecta a cada tramo de Red Vial Secundaria, relacionando l o s municipios, y la población que sirve cada uno de estos tramos, tal y como se muestran a continuación.

Tabla 451. *Red vial secundaria: Conectividad red terciaria*

Cód De Vía	Municip	Tramo	Longitud De Vía Terciaria Nacional INVIAS Que Se Conecta Al Tramo De La Vía Secundaria			Longitud Total De Vías Terciarias Conectadas Al Tramo De La Vía Secundaria	Población Servida Por El Tramo De La Vía Secundaria Censo 2005		Total Población Servida Por El Tramo De La Vía Secundaria
		Desde Hasta	Cód	Desde Hasta	Km	(A)	Municipios	Población (Hab)	(B)
25ANR01	ALBAN, SAN BERNARDO, LA CRUZ, SAN PABLO	CRUCE TRAMO 2501A - SAN JOSÉ - SAN BERNARDO - LA CRUZ - SAN PABLO - FLOR	05501	PLAZUELAS - APOSENTO	9,2				
			05405	SAN PABLO - LA	9,8		ALBAN	19.303	
			05404	SAN PABLO - EL ALTO	4,3		SAN BERNARDO	14.261	69.297
			05502	LA CRUZ - LAS ARADAS	2,7		LA CRUZ	17.630	
			05401	EL CHILCAL - FRANCIA	5,6		SAN PABLO	18.103	
			05402	FRANCIA - LOS	10,6	42,2			
25anr01-2	La Cruz, San	Cabuyales - Briceñ					La	17.630	35.733
							SAN PABL	18.103	
25ANR01-	LA CRUZ	CASA BLANCA (CRU	05503	TAJUMBINA-LA CIENAGA	7,4	7,4	LA CRUZ	17.630	17.630
25anr01-5	La Cruz, Belen	Plazuelas - Belén	05501	Plazuelas - Aposento - Altamira	9,2	21,4	La Cruz	17.630	24.217
			05302	BELEN - GENOVA	12,2		BELEN	6.587	

Cód De Vía	Municip	Tramo	Longitud De Vía Terciaria Nacional INVIAS Que Se Conecta Al Tramo De La Vía Secundaria			Longitud Total De Vías Terciarias Conectadas Al Tramo De La Vía Secundaria	Población Servida Por El Tramo De La Vía Secundaria Censo 2005		Total Población Servida Por El Tramo De La Vía Secundaria
		Desde Hasta	Cód	Desde Hasta	Km	(A)	Municipios	Población (Hab)	(B)
25ANR01-5	COLON, SAN PABLO	SAN PABLO - GENOVA-	05502	VILLANUEVA - LA	14,2	29,8	COLON	9.658	27.761
			05201	GENOVA - SANTA ROSA	15,6		SAN PABLO	18.103	
25anr0	San Pablo,	San Pablo -					San COLO	18.103 9.658	27.761
25ANR02	Sp De Cartago, San Bernardo	La Estancia - San Bernar		Martin - La Estancia	7,8	7,8	Sp De Cartago	7.051	21.312
							SAN BERNARDO	14.261	
25ANR03	LA UNION, COLÓN, BELEN	LA UNIÓN - EL SAUCE- SANTA ROSA	04301	LA UNION - LA PLAYA -	18	48,55	LA UNION	27.914	44.159
			04304	LA UNION - GUANABA	4,3				
			04303	LA UNION - CURSILL	8,15		COLON	9.658	
			04302	LA UNION - JUAN SOLARTE ORANDO	5,3		BELEN	6.587	

Cód De Vía	Municip	Tramo	Longitud De Vía Terciaria Nacional INVIAS Que Se Conecta Al Tramo De La Vía Secundaria			Longitud Total De Vías Terciarias Conectadas Al Tramo De La Vía Secundaria	Población Servida Por El Tramo De La Vía Secundaria Censo 2005		Total Población Servida Por El Tramo De La Vía Secundaria
		Desde Hasta	Cód	Desde Hasta	Km	(A)	Municipios	Población (Hab)	(B)
			05301	LA ESPERANZA - SANTA	12,8				
25NR05	TAMINANGO, SAN LORENZO, LA UNION	RUTA 25 (GRANADA) - TAMINANGO - SANTA CECILIA-LA UNIÓN	04301	LA UNION - LA PLAYA - PALMAC	18	72,95	TAMINANGO	17.218	63.530
			04105	LOS MORADOS - LA CONCORDIA	3				
			04102	TAMINANGO EL SALADO	7,7				
				LA LAGUNA - SALINAS -	20,5				
			04201	EL CARMEN - REJOYA	6		SAN LORENZO	18.398	
			04304	LA UNION - GUANABA	4,3		LA UNION	27.914	
			04302	LA UNION - JUAN SOLARTE OBANDO	5,3				
			04303	LA UNION -	8,15				

Cód De Vía	Municip	Tramo	Longitud De Vía Terciaria Nacional INVIAS Que Se Conecta Al Tramo De La Vía Secundaria			Longitud Total De Vías Terciarias Conectadas Al Tramo De La Vía Secundaria	Población Servida Por El Tramo De La Vía Secundaria Censo 2005		Total Población Servida Por El Tramo De La Vía Secundaria
		Desde Hasta	Cód	Desde Hasta	Km	(A)	Municipios	Población (Hab)	(B)
25NR06	TAMINANGO	PANOYA (CRUCE TRAMO 2502) -					TAMINANGO	17.218	17.354
25NR19	ARBOLEDA, SAN LORENZO, TAMINANGO	CRUCE TRAMO 2501A (ROSA FLORIDA) - BERRUECO	04203	SAN LORENZO	23	50,5	ARBOLEDA	7.443	43.059
			04401	BERRUECOS - SANTA	9,1		SAN LORENZO	18.398	
			04403	BERRUECOS - MARTIN	9		TAMINANGO	17.218	
			04404	BERRUECOS - LA HERMITA	9,4				
25NR19-1	SAN LORENZO	SAN LORENZO - SANTA CECILIA - EL CARM					SAN LORENZO	18.398	18.398
	La Cruz	COFRADIA - ESCANDO					LA CRUZ	17.630	17.630

Cód De Vía	Municip	Tramo	Longitud De Vía Terciaria Nacional INVIAS Que Se Conecta Al Tramo De La Vía Secundaria			Longitud Total De Vías Terciarias Conectadas Al Tramo De La Vía Secundaria	Población Servida Por El Tramo De La Vía Secundaria Censo 2005		Total Población Servida Por El Tramo De La Vía Secundaria
		Desde Hasta	Cód	Desde Hasta	Km	(A)	Municipios	Población (Hab)	(B)
	S P De Cartago	LUPA - VILLA NUEVA					SAN PEDRO DE CART	7.051	7.051

Fuente: Gobernación de Nariño (2009). Plan Vial Departamental 2009 – 2018, Secretaria de Infraestructura y Minas Departamental, Instituto Nacional de Vías, INVÍAS, DANE, CENSO 2005

Tabla 452. *Red vial secundaria: Servicios de transporte*

Código de la vía	Municipio	Tramo	Frecuencia del servicio de transporte / Semana			Tot. Frec. serv de Transporte
25ANR01	Albán, San Bernardo, La Cruz, San Pablo	Cruce 2501a -San José -San Bernardo-La Cruz-San Pablo-Florencia	199	206	447	852
25ANR01-2	La Cruz	Cabuyales - Briceño	186	4	1	191
25ANR01-3	La Cruz	Casa Blanca (Cruce Ruta 25anr01) Tajumbina	168	6	2	176
25ANR01-5	La Cruz, Belén	Plazuelas - Belén	336	8	2	346
25ANR01-5	Colon, San Pablo	San Pablo - Génova	360	15	4	379

25ANR01-6	San Pablo, Colon	San Pablo - Villanueva	280	10	2	292
25ANR02	San Pablo De Cartago, San Bernardo	La Estancia - San Bernardo	240	7	2	249
25ANR03	La Unión, Colon, Belén	La Unión - El Sauce-Santa Rosa	252	46	29	327
25NR05	Taminango, San Lorenzo, La Unión	Ruta 25 (Granada) - Taminango - Santa Cecilia-La Unión	143	100	160	403
25NR06	Taminango	Panoya (Cruce Tramo 2502) - La Granada	129	1	0	130
25NR19	Arboleda, San Lorenzo, Taminango	Cruce 2501A (Rosa Florida)-Berruecos-San Lorenzo-Cruce Taminango (Honda)	204	90	135	429
25NR19-1	San Lorenzo	San Lorenzo - La Laguna	200	6	2	208
	La Cruz	Cofradía - Escandoy	187	6	2	195

Fuente: Gobernación de Nariño (2009). Plan Vial Departamental 2009 – 2018, Terminales de Transporte Municipales, Empresas varias de Transporte, información relacionada Por los municipios, EOT municipales y secretaria de Infraestructura.

2.5.5.5. Red Terciaria. En la presente tabla se relaciona la red Terciaria en la Cuenca, están a cargo del instituto Nacional de Vías-INVÍAS, y a cargo de los municipios, el Departamento de Nariño no tiene Red Vial Terciaria a Cargo. *Tabla 453* y *Tabla 454*, muestran la descripción más detallada.

Tabla 453. *Red vial terciaria municipal*

Red Vial Terciaria Municipal			**Red En Afirmado**		
Municipios	Tramo	Longitud	Km (A)		
	Desde – Hasta	(Km)	B	R	M
Belen	Belen - Santa Rosa	21		21	
	Belen - Peña Negra	16		16	
	Plazuelas - Belen - Sebastianillo	11		11	
Colon(Genova)	Genova-Bohio	3,5			3,5
	La Lupa- Villanueva	6,5			6,5
	Cuatro Esquinas-Puente Blanco	7			7

Red Vial Terciaria Municipal			Red En Afirmado		
Municipios	Tramo	Longitud	Km (A)		
	Desde – Hasta	(Km)	B	R	M
San Lorenzo	San Lorenzo - Armenia - San Pablo - Santa Marta	23			23
	La Rejoya - El Placer . El Recodo - El	15			15
	San Vicente - San Clemente	5		5	
	San Vicente - Val Paraiso Bajo	6			6
	Cruce La Rejoya - La Abrigada	5			5
	Santa Cruz - Relleno Sanitario	4			4
	El Molino - Corregimiento Santa Cecilia -	5,4			5,4
	Cruce San Vicente - La Legua	4,6			4,6
	San Rafael – Corpus	4			4
	Via El Mirador - La Cabaña	10			10
	San Gerardo - El Cabuya	3			3
San Lorenzo	La Honda - El Yaruma	2			2
	La Honda - El Ecuador - El Cucho	1,5			1,5
	La Estancia - Los Frijoles	1			1
	Salinas - Santa Helena	2,6			2,6
	Salinas – Mosquera	3			3
	Salinas – Vega	8			8
	Puente Olivos - Puente Charguayaco	2			2
	El Carmen – Madroñero	1			1
	El Carmen - San Jose Alto	2			2
	San Lorenzo - La Cañada	1			1
	San Lorenzo. El Cajeto	0,5			0,5
	Armenia - Sector Armero	1			1
	San Isidro. Vuelta Honda	2			2
	San Isidro - San Antonio	2,5			2,5
San Pablo	Derrumbes – Cabuyales	2,35		2,35	
	Campobello - Bateros - Las Palmas -	10,76			10,76
	Yungilla – Lucitania	1,55		1,55	
	Ramal – Altamira	4,16			4,16
	Cabuyales - Briceño – Robles	6,24			6,24
	Briceño – Dantas	3,71			3,71
Taminango	Panoya – Taminango	17		17	
	Charguayaco – Taminango	13		13	
	Curiaco - Paso Feo	2		2	
	Majuando – Curiaco	5		5	
	Pantano - Palo Bobo	4		4	
	Taminango - Limoncito –Chilcal	5		5	
	Paso Feo – Potrerillo	3			3
	Viento Libre – Bramadero	4			4

Red Vial Terciaria Municipal			Red En Afirmado		
Municipios	Tramo	Longitud	Km (A)		
	Desde – Hasta	(Km)	B	R	M
	Los Morados - Llano Verde	4			4
	Turbambilla – Manipia	3			3
	Majuando – Chapungo	2		2	
	San Isidro Alto - San Isidro Bajo	3			3
	Taminango - El Paramo	5		5	
	El Paramo - Llano Grande	3		3	
	Bellavista - Tierras Blancas	2		2	
	El Tablon - Guambuyaco – Juanambu	8		8	
	Los Morados - La Concordia - La Cocha	3		3	
	Taminango - El Arado	3		3	
	La Aguada - Guayacanal - El Hueco	4		4	
Taminango	Guayacanal – Granadillo	1,5			1,5
	Los Morados - Llano Verde	2			2
	Curiaco - El Terreno	0,5			0,5
	Las Aguilas - Granada - La Ye	2			2
	Pantano - Corneta – Remolino	10		10	
	B/ Fatima - Pedregal – Taminango	3		3	
	Las Juntas - La Vega	2,5		2,5	
	Manzano - Cumbal	2,5		2,5	
	Manzano - Relleno Sanitario	3		3	
	Manzano – Guache	1			1
	Remolino - El Puente Patia	1		1	
	Mama Juana - La Meza	2			2
	Curiaco - Manipia Sector Alto	1		1	
	La Palma - Sector El Tablon	1		1	
S.P De Cartago	Martin – Chozonas	3			3
	Martin - Chimayoy Bajo	4			4
	La Cocha - La Comunidad	9			9
	Botanilla - La Comunidad	3		3	
	Cartago - Los Frailes	**5**			5

Fuente: Gobernación de Nariño (2009). Plan Vial Departamental 2009 – 2018, Esquemas de Ordenamiento Municipales, EOT y Secretarías de obras Municipales.

Tabla 454. *Red vial terciaria INVÍAS*

Red Vial Terciaria Invias				Red En Afirmado		
Código	Municipios	Tramo	Long	Km (A)		
		Desde - Hasta	(Km)	B	R	M
05501	La Cruz	Plazuelas - Aposento - Altamira	9,20		9,20	

Red Vial Terciaria Invias				Red En Afirmado		
Código	Municipios	Tramo Desde - Hasta	Long (Km)	Km (A) B	R	M
05502	La Cruz	La Cruz - Las Aradas	2,70		2,70	
05504	La Cruz	La Estancia - Alto De Ledesma	1,80		1,80	
05503	La Cruz	Tajumbina - La Cienaga	6,40		6,40	
05505	La Cruz	San Francisco - San Gerardo	5,40		5,40	
05402	San Pablo	Francia - Las Cruces	10,60		10,60	
05404	San Pablo	San Pablo - El Alto	4,30		4,30	
05401	San Pablo	El Chilcal - Francia	5,60		5,60	
05405	San Pablo	San Pablo - La Cuchilla	9,80		9,80	
05201	Colon	Genova - Sta Rosa	15,60		15,60	
05202	Colon	Villanueva - La Plata - Contadero	14,20		14,20	
05301	Belen	La Esperanza - Santa Rosa	12,80		12,80	
05303	Belen	El Mocal - Escuela	0,95		0,95	
05302	Belen	Belen - Genova	12,20		12,20	
04304	La Union	La Union - Guanabanos	4,30		4,30	
04302	La Union	La Union - Juan Solarte Obando	5,30		5,30	
04303	La Union	La Union - Cusillo	8,15		8,15	
04301	La Union	La Union - La Playa - Dalmacia	18,00		18,00	
04401	Arboleda	Berruecos - Sta Rosa	9,10		9,10	
04404	Arboleda	Berruecos - La Hermita	9,40		9,40	
04403	Arboleda	Berruecos - Martin	9,00		9,00	
04402	Arboleda	Martin - La Estancia	7,80		7,80	
04405	Arboleda	El Arenal - La Union	9,60		9,60	
04201	San Lorezno	El Carmen - Rejoya Grande	5,55		5,55	
04202	San Lorenzo	La Laguna - Salinas - Olivos	20,50		20,50	
04203	San Lorenzo	San Lorenzo - Bella Vista-Panamericana	23,00		23,00	
04403	San Pedro De Cartago	Berruecos - Martin	5,00		5,00	
04501	Buesaco	Buesaco - Veracruz - San Ignacio	13,20		13,20	
05002	El Rosario	Remolino - El Rosario	15,00		15,00	
05001	El Rosario	El Rosario - El Rincon	10,10		10,10	
05104	Leiva	Leiva - El Palmar	16,60		16,60	
05101	Leiva	Mamaconde - Santa Lucia	15,20		15,20	

Red Vial Terciaria Invias				Red En Afirmado		
Código	Municipios	Tramo Desde - Hasta	Long (Km)	Km (A) B	R	M
05102	Leiva	Santa Lucia - Martin Perez	18,00		18,00	
05103	Leiva	Santa Lucia - Leiva	11,70		11,70	
04101	Policarpa	Remolino - Altamira - Policarpa	9,50		9,50	
04102	Taminango	Taminango - El Salado	7,70		7,70	
04105	Taminango	Los Morados - La Concordia	3,00		3,00	
04103	Taminango	El Salado - Corneta	6,00		6,00	
04106	Taminango	San Gerardo - Salinas	12,75		12,75	
04104	Taminango	Corneta - Olivos	12,80		12,80	
04107	Taminango	Corneta - Algodonal - Remolino	4,40		4,40	
05403	San Pablo	El Ramal - Escuela	0,85		0,85	
04702	El Tablon	La Victoria - El Empate	15,70		15,70	
04701	El Tablon	Las Mesas - La Florida - Altamira	7,60		7,60	

Fuente: Gobernación de Nariño (2009). Plan Vial Departamental 2009 – 2018, Instituto Nacional de Vías, INVÍAS Territorial Nariño.

2.5.5.6. Estado de la red vial. En buena parte de la Red Nacional que se encuentra en buen estado, existen tramos de saturación por volúmenes de tráfico vehicular, lo cual se traduce en un incremento de la accidentalidad y bajos niveles de servicio.

La situación se agrava en la Red Secundaria y Terciaria, se encuentran en regular o mal estado. Los inconvenientes presentados en estas carreteras generan para los usuarios, elevados costos operacionales y dificulta el desarrollo socioeconómico de la población del departamento.

En algunos tramos de la red secundaria se presentan interrupciones de tráfico por la generación de emergencias, cuya intervención supera la capacidad presupuestal del departamento y los municipios, pero la necesidad de la comunidad de tener transitables estas vías hace que se realicen trabajos de apertura y desalojo de pequeños deslizamientos, además la misma comunidad no permite que sus vías permanezcan más de un día cerradas.

La situación descrita anteriormente tiende a agravarse si no se realizan los correctivos para la rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de la red vial. Lo anterior, significa un gran reto para el Gobierno nacional y conlleva a altos niveles de gestión por parte de la administración municipal y departamental con el apoyo decidido de todos y el sector privado.

2.6. Caracterización De Las Condiciones Del Riesgo

Teniendo en consideración los lineamientos metodológicos y técnicos para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas hidrográficas POMCAS, además de las diferentes guías y protocolos que sustentan el conocimiento técnico requerido para la reducción del riesgo, se procedió a identificar, clasificar y categorizar por medio de análisis multicriterio la susceptibilidad, exposición y amenaza para los fenómenos de inundaciones, Ffnómenos de remoción en Masa FRM, avenidas torrenciales e incendios forestales y de cobertura vegetal.

A continuación se referencian las diferentes metodologías, procesos y resultados obtenidos a partir del análisis espacial multicriterio a partir de la georeferenciacion y clasificación de los eventos históricos presentes en la cuenca, esto para establecer una primera medida en el proceso de identificar por medio de escenarios el riesgo al que se ve expuesta la población ante los diferentes eventos amenazantes, y así establecer las estrategias y herramientas normativas que permitan reducir las condiciones a as que se ven expuestas las diferentes comunidades de la región.

Amenazas

Para la cuenca río mayo, se tomaron en consideración los fenómenos de inundación, FRM, avenidas torrenciales e incendios forestales y de cobertura vegetal, con el fin de establecer su nivel de susceptibilidad física y su nivel de amenaza, elementos que condicionan las diferentes practicas productivas y la distribución de la población en las diferentes regiones del departamento, y más específicamente para el área que comprende el presente estudio

Vulnerabilidad y riesgos

Tabla 455. *Indicadores de gestión del riesgo*

Indicador	Valor
% Área con amenaza alta y media por inundaciones	11.53
% Área con amenaza alta y media por movimientos en masa	95.3
% Área con amenaza muy alta, alta y moderada por incendios forestales	86
% Área con susceptibilidad alta y media por Avenidas torrenciales	

Área total de la cuenca – HA	87305.4

2.6.1. Introducción. El objetivo principal de la gestión del riesgo es generar información necesaria de las amenazas que afectan el territorio para llevar a cabo procesos de concientización comunitaria, existen varios caminos para definir la gestión del riesgo, sin embargo, el pilar de todos estos procesos se enmarca en el Marco de Sendai Para la Reducción de Riesgos y Desastres (MSRRD) 2015 – 2030, que busca prevenir y reducir los riesgos, por medio de medidas integradas que prevengan y reduzcan la exposición a las amenazas y la vulnerabilidad a los desastres.

En este sentido, la gestión del riesgo constituye un proceso de participación social que coadyuva al desarrollo y crecimiento de la comunidad, integrando la colaboración de instituciones gubernamentales con el propósito de identificar los peligros latentes que representan una posible afectación directa a la comunidad en un periodo de tiempo; a causa de un fenómeno natural o socio – natural, el cual puede suscitar influencias adversas en las personas, la producción, el ambiente, la infraestructura, los bienes y servicios con los que cuenta la comunidad, en esta oportunidad se habla entonces de las características significativas pertenecientes a diez municipios de la cuenca del Río Mayo, que se encuentra ubicada en el suroccidente colombiano, entre los departamentos de Nariño y Cauca.

El análisis está dirigido a las amenazas que corresponden a movimientos en masa, incendios forestales, sismos, inundaciones y avenidas torrenciales, destacando el hecho de que los sismos se presentan en todo el territorio objeto de estudio.

En coherencia con el Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo (2014), en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, se deben tener en cuenta los alcances de la gestión del riesgo en las cuencas hidrográficas, que contienen los siguientes apartes:

Se debe realizar la “Ordenación y manejo de la cuenca de manera participativa buscando establecer consensos en la zonificación ambiental que conduzcan a: a) la protección, conservación, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables; b) una ocupación del territorio de forma segura; y c) evitar nuevas condiciones de riesgo en la cuenca, objetivos que hacen parte de la gestión integral del riesgo. Definición de acciones y medidas para el manejo y

administración de los recursos naturales renovables, así como para el conocimiento, reducción y manejo del riesgo en la cuenca".

En esta medida, la gestión del riesgo como elemento estructurante del ordenamiento y gestión territorial y ambiental, es de vital importancia dentro del territorio colombiano, ya que permite establecer mecanismos, medios y herramientas de planificación que permitan ella libre desarrollo económico y social de las diferentes poblaciones en escenarios que no representen ningún tipo de afectación física, económica y social.

El presente documento recopila los procesos técnicos que se ejecutaron por parte del equipo de profesionales para la clasificación, categorización y zonificación tanto de la susceptibilidad, como de la exposición, amenaza, vulnerabilidad y riesgos, así como la descripción de metodologías y resultados obtenidos.

La zonificación y categorización de la amenaza se realizó para los fenómenos de movimientos en masa, además de adelantarse el análisis de susceptibilidad a incendios forestales, avenidas torrenciales e inundaciones, enfatizando la necesidad de complementar estos estudios con información más detallada y precisa al respecto.

Se evaluó la metodología del MAVD (2014) para la categorización de la vulnerabilidad, donde se establecieron las amenazas por fenómenos de movimientos en masa MM, incendios forestales y de cobertura vegetal, como los principales fenómenos amenazantes de la cuenca. Además, se presentaron medidas estructurales y no estructurales para la reducción categórica del riesgo; y se identificaron las zonas donde es necesario adelantar los estudios detallados para la articulación del POMCA como elemento fundamental tanto de los planes locales de gestión del riesgo, como de los diferentes EOT´s, PBOT´s y POT´s de los municipios que conforman la cuenca Río Mayo.

2.6.2. Caracterización histórica de amenazas y eventos amenazantes

Objetivo General

Recopilar, ordenar y caracterizar los diferentes eventos históricos presentes en la cuenca, distinguiéndolos por su carácter (natural y socio – natural), así como de su proceso generador (hidrogravitatorios, meteorológicos o sísmicos), tomando como fuentes de información el trabajo con la comunidad, recopilación de información secundaria y de registros fotográficos en campo.

Objetivos Específicos

a) Identificar las zonas que presentan históricamente procesos amenazantes.
b) Clasificar y tipificar los diferentes eventos identificados por su naturaleza y carácter.
c) Establecer los sitios con mayor ocurrencia historia de eventos como áreas estratégicas para adelantar los estudios de zonificación y categorización de la amenaza.

2.6.2.1. Metodología. La identificación y caracterización de eventos históricos ocurridos dentro de la cuenca, se desarrolló la siguiente manera:

2.6.2.1.1. Diseño de las rutas de campo. Los recorridos de campo se diseñaron mediante la sobreposición de la información secundaria recolectada en los diferentes estudios a escalas generales a nivel nacional, donde los estudios más relevantes para establecer las zonas críticas son: la zonificación y clasificación de la amenaza por inundaciones, establecidas por el IDEAM (2011), los reportes de movimientos en masa del SGC (2015); incluyendo los reportes municipales, esquemas/planes básicos y planes de ordenamiento territorial, verificando los sitios críticos identificados para cada tipo de evento dentro de la cuenca.

2.6.2.1.2. Talleres de identificación de amenazas y escenarios de riesgo con la comunidad, en los municipios de la cuenca Río Mayo. Se estableció una hoja de ruta, con el fin de establecer una serie de reuniones, las cuales determinaron desde las administraciones municipales, cual es la situación referente a la aparición de eventos amenazantes para cada uno de los elementos que componen el escenario de riesgos para la cuenca Río Mayo.



Fotografía 74. *Taller de identificación de amenazas*

2.6.2.1.3. Recorridos de campo y levantamiento de la información de eventos históricos. Los recorridos de campo para la cuenca se realizaron teniendo en cuenta la accesibilidad, relevancia de los puntos y la cercanía a los centros poblados y de interés socioeconómico, a partir de ello, se procedió a diligenciar para cada punto el formato de campo presentado por el MAVD (2014), a través del protocolo de riesgos, además de registros fotográficos y de acompañamiento técnico a los diferentes entes administrativos en la cuenca.

2.6.2.1.4. Procesamiento de datos. A partir de las diferentes actividades, de recolección de eventos, su georreferenciación y la clasificación e identificación del tipo, ocurrencia, elemento desencadenante entre otros, se procedió a realizar el volcado de la información espacial en la correspondiente base de datos, localizados en el Feature Class EventosPT.

2.6.2.2. Identificación preliminar de eventos históricos. Antes de iniciar con los avances realizados para el componente de Gestión del Riesgo, es necesario mencionar la dificultad al momento de seleccionar y priorizar la información documental que aporte a dar un contexto claro de la situación a estudiar. Existen muchos vacíos en la normatividad regional y planificación local, reflejados en la carencia de herramientas y documentos que aporten al conocimiento de la gestión del riesgo.

En primer lugar, la carencia de un catálogo consolidado de eventos históricos para la cuenca del Río Mayo, dificulta la identificación y priorización de amenazas, así como los lugares afectados, fecha de ocurrencia, damnificados, daños e impactos reflejados en pérdidas humanas y materiales.

De manera individual las entidades territoriales que forman parte de la cuenca del Río Mayo, poseen un registro de eventos los cuales deben ser reportados por el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD), quienes a su vez envían reportes a la Dirección Administrativa de Gestión del Riesgo de Desastres (DAGRD) de la Gobernación de Nariño, quienes son encargados de registrar y evaluar los escenarios, y coordinar acciones orientadas al conocimiento, el manejo y la reducción del riesgo.

Sin embargo, los Reportes de Emergencias que se presentan en la DAGRD, carecen de una estructura lógica que integre un modelo “entidad-relación” en la base datos de registros departamental, lo que impide una adecuada manipulación y análisis de datos espaciales, también, varios reportes no poseen información completa y dificultan el análisis de la amenaza priorizada; además, estos datos geográficos carecen de coordenadas, impidiendo un análisis espacial y probabilístico certero.

En el marco del proyecto del plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, (POMCA) llevado a cabo para la cuenca del Río Mayo y específicamente como base para el estudio en la gestión del riesgo, se realizó un inventario de eventos activos e históricos amenazantes en los diez municipios que conforman la cuenca.

El inventario de eventos activos, se generó mediante una comisión de campo; el histórico, a partir de revisión documental y acercamiento con el personal de planeación, cuerpo de bomberos y comunidad en general de cada municipio, donde se obtuvo registros físicos y digitales de algunos

eventos ocurridos y de las zonas susceptibles a amenaza. A partir de la base de datos final obtenida del inventariado total, tanto de eventos históricos como activos, se presenta el siguiente informe estadístico para efecto de constatar la distribución de datos según las variables y características estudiadas.

Como producto final se obtuvieron 713 eventos para la Cuenca del Río Mayo, de los cuales el 42% (298 eventos) corresponden a los datos adquiridos en la fase de campo, mientras que el 58% restante (415 eventos) se obtuvo a partir de POMCAS, registros de las entidades de riesgo y bases datos de entidades públicas.

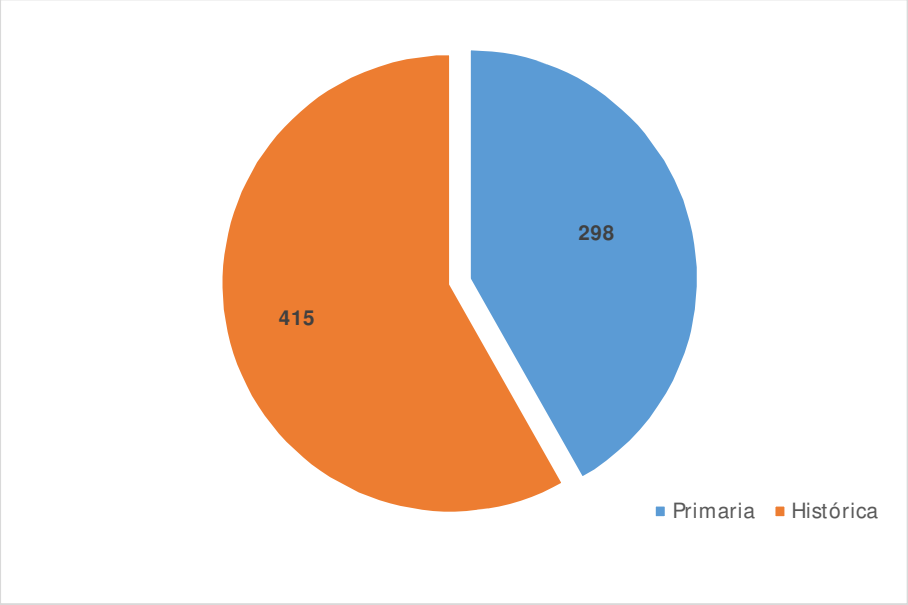


Figura 247. *Registro de eventos amenazantes*

Tabla 456. *Registro de Eventos*

Registro de Eventos Amenazantes	
Primaria	298
Histórica	415
Total Eventos	713

Los municipios que presentan mayor cantidad de eventos amenazantes son: San Pablo con 84 eventos que representan el 20% de los datos recolectados, seguido del municipio de San Lorenzo con un total de 79 eventos, que equivalen al 19% del inventario. En tercer lugar, con 76 eventos (18%) se encuentra el municipio de La Unión, La Cruz en cuarto lugar, que representa el 17% del inventario con 71 eventos. Mientras Belén, Taminango, Colón y San Pedro de Cartago presentan porcentajes inferiores al 10% como se puede apreciar en la Figura 248. Porcentajes de Eventos amenazantes por Municipio

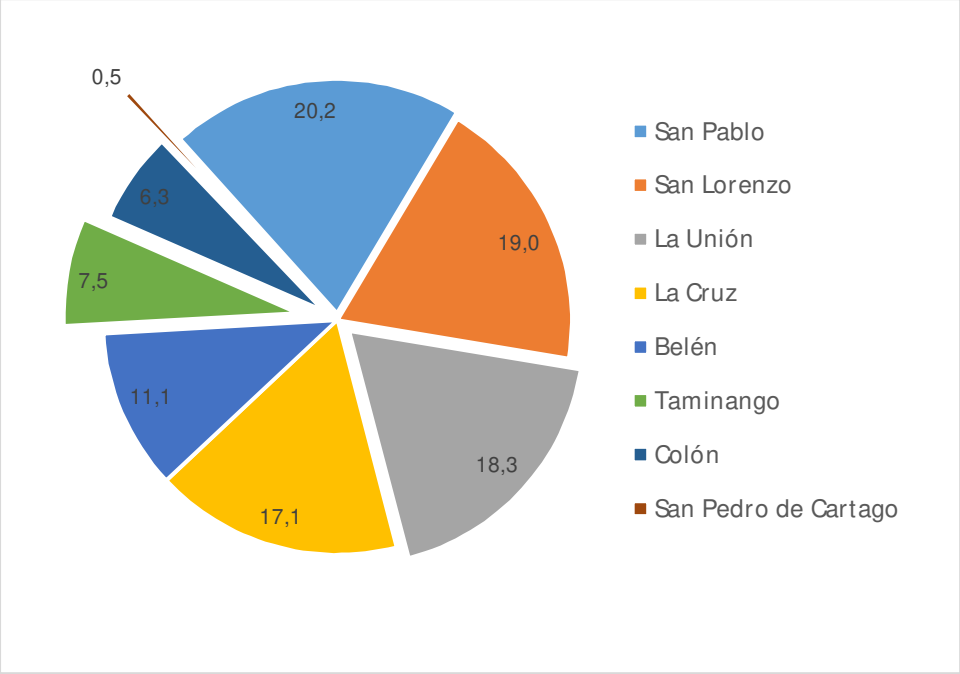


Figura 248. *Porcentajes de Eventos amenazantes por Municipio*

Tabla 457. *Registro de Eventos*

Eventos Amenazantes por Municipio		Porcentaje
San Pablo	84	20,2
San Lorenzo	79	19,0
La Unión	76	18,3
La Cruz	71	17,1
Belén	46	11,1
Taminango	31	7,5

Colón	26	6,3
San Pedro de Cartago	2	0,5
Total	415	100,0

De los 415 eventos amenazantes, los movimientos en masa presentan la mayor ocurrencia en la cuenca del Río Mayo con un 77% (320 eventos). Los Incendios forestales y las Inundaciones representan el 19% de los eventos amenazantes en la cuenca (11% y 8% respectivamente), siendo 44 de Incendios forestales y 34 de inundaciones.

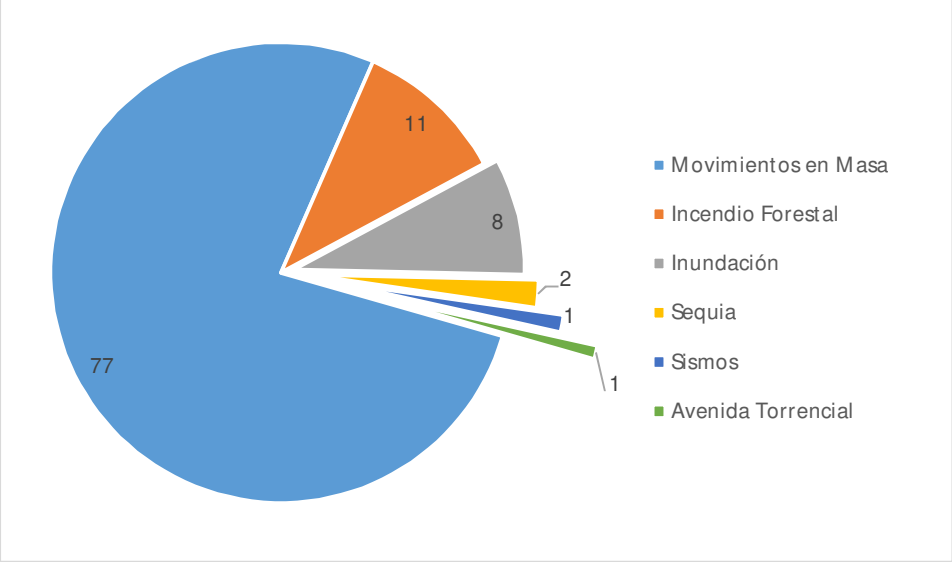


Figura 249. *Eventos amenazantes*

Tabla 458. *Eventos amenazantes*

Eventos Amenazantes		Porcentaje
Movimientos en Masa	320	77
Incendio Forestal	44	11
Inundación	34	8
Sequia	8	2
Sismos	5	1
Avenida Torrencial	4	1
Total	415	100

En cuanto a la ocurrencia discriminada para los eventos amenazantes, se definieron cuatro categorías en las cuales los eventos que se presentaron con una frecuencia menor a 5 años (130) predominan con el 31% del inventario. Los eventos ocurridos entre 5 y 15 años (225) representan el 54%; los eventos entre 16 y 30 años (27) el 7% y finalmente los eventos más antiguos obtenidos en los registros históricos, entre los 31 y 70 años (33) constituyen el 8% del inventario total. De esta manera, se evidencia que la mayoría de los eventos observados son actuales o estuvieron activos hace menos de 15 años. (*Tabla 459, Tabla 458 y Figura 250*).

Tabla 459. *Ocurrencia Eventos Amenazantes*

Ocurrencia Eventos Amenazantes		Porcentaje
Menor a 5 años	130	31
Entre 5 y 15 años	225	54
Entre 16 y 30 años	27	7
Entre 30 y 70 años	33	8
Total	415	100

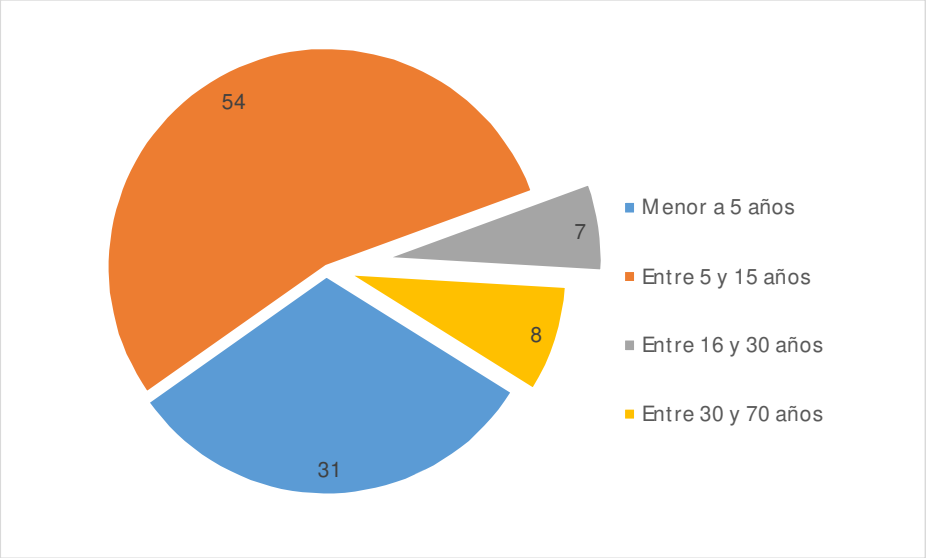


Figura 250. *Ocurrencia Eventos Amenazantes*

Los eventos de movimientos en masa (82) que corresponden al 26% del inventario ocurrieron en un tiempo menor de 5 años. Entre 5 y 15 años ocurrieron 193 eventos de movimientos en masa, que representan el 60%; mientras que entre 16 y 30 años se produjeron 14 eventos. Finalmente,

en un periodo comprendido entre 31 y 50 años se evidenciaron 31 eventos correspondientes al fenómeno de movimiento en masa, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 460. *Ocurrencia Movimientos en Masa*

Ocurrencia Movimientos en Masa		Porcentaje
Menor a 5 años	82	26
Entre 5 y 15 años	193	60
Entre 16 y 30 años	14	4
Entre 30 y 70 años	31	10
Total	320	100

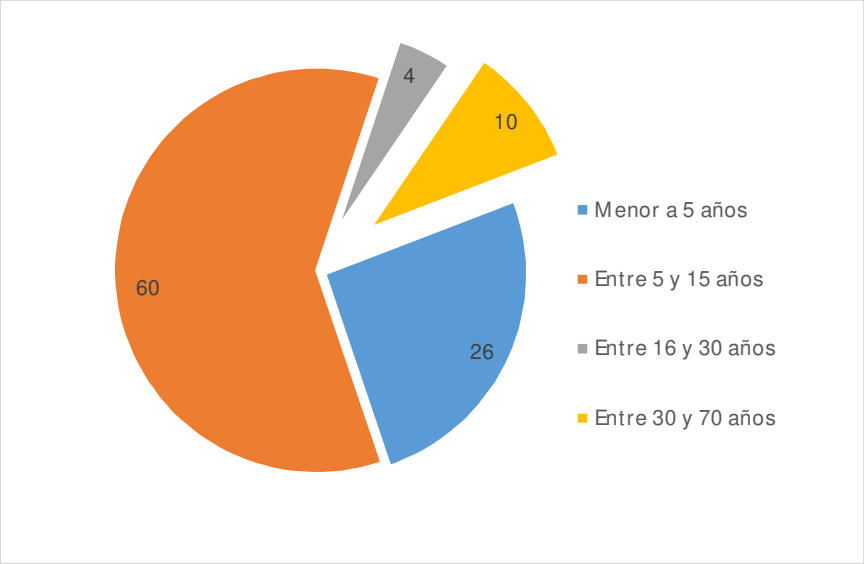


Figura 251. *Ocurrencia Movimientos en Masa por porcentaje*

De acuerdo con la *Tabla 461*, en un periodo menor a 5 años han ocurrido 38 Incendios forestales correspondientes al 84% de los mismos. Por otra parte, sólo se tiene registro de 7 eventos entre los últimos 5 y 15 años.

Tabla 461. *Ocurrencia de Incendios Forestales*

Ocurrencia a Incendios Forestales		Porcentaje
Menor a 5 años	38	84

Entre 5 y 15 años	7	15
Total	45	100

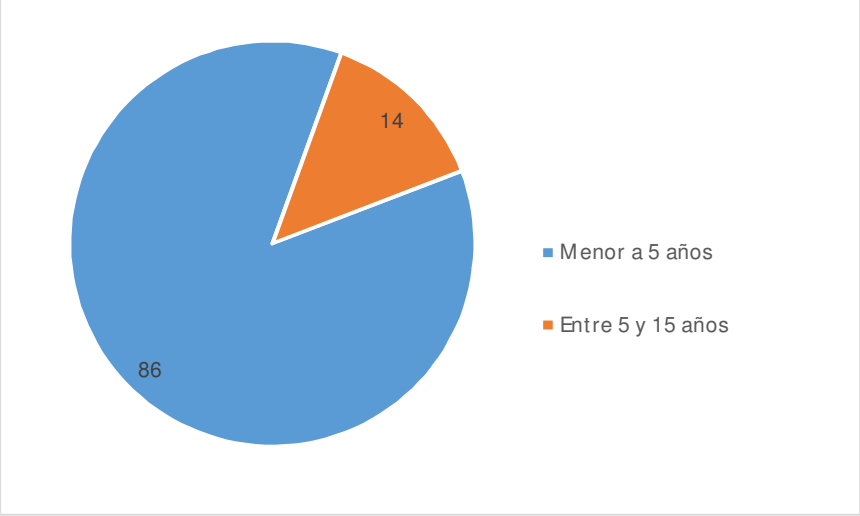


Figura 252. *Ocurrencia a Incendios Forestales*

Es necesario mencionar que el resultado del análisis de eventos históricos de la cuenca Río Mayo, se realizó con información general a escala internacional, nacional y local de las amenazas más representativas en la cuenca; búsqueda necesaria para priorizar los peligros, sitios y afectaciones más recurrentes en la cuenca.

Para el desarrollo esta actividad se usaron fuentes de información y bases de datos, como: el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA), la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC), U. S. Geological Survey (USGC), DesInventar y la Incorporated Research Institution for Seismology (IRIS); plataformas virtuales de bases de datos que ayudan principalmente a identificar y priorizar los escenarios de riesgo en el área de estudio, por medio de una base de datos que pretende conformar un catálogo de eventos.

Para iniciar con la realización del inventario de eventos históricos ocurridos en la cuenca, es importante tener en cuenta los tipos de registro, las fuentes y condición de información, ya que los datos de cada evento serán sistematizados en una sola matriz, que contiene como mínimo la fecha de ocurrencia, lugar afectado, damnificados, daños y evidencias de la magnitud del evento; sin embargo como se mencionó al inicio del texto, la mayoría de eventos registrados no cumplen con los requerimientos mínimos de registro, dificultando la localización y priorización de eventos.

- **Registro de Sismos:** Para la realización de esta actividad se revisaron varias fuentes de registro y seguimiento de los sismos a nivel mundial y nacional, como DesInventar, the Incorporated Research Institution for Seismology (IRIS) y la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC); encargadas de registrar la actividad sísmica durante las últimas décadas, cabe aclarar que este tipo de información es general y no contiene un registro detallado del evento; sin embargo la RSNC posee un registro general de los sismos ocurridos desde el año 1993 el cual contiene las coordenadas del epicentro.

Los eventos recopilados en la RSNC para el área de estudio, datan desde 1993 y permiten identificar que la mayoría de sismos son generados por sistemas de fallas, ya que el epicentro se localiza cerca a los pliegues y fallas geológicas que atraviesan el área de la cuenca, según la fuente consultada en el área de estudio se han registrado cincuenta y ocho (58) eventos desde el 1.993; el sismo presentado en el sector de San Lorenzo tuvo una magnitud de 2.9, siendo el de mayor valor en toda la cuenca.

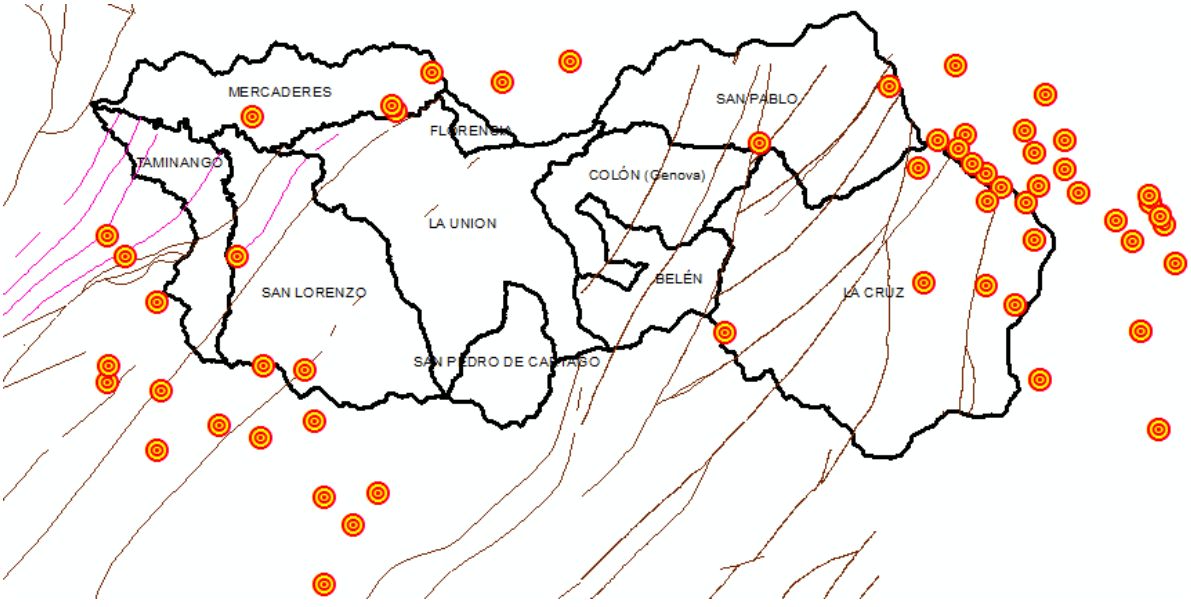


Figura 253. *Eventos Sísmicos Registrados por RSNC.*
Fuente: RSNC – Este Estudio

El Departamento de Nariño, está catalogado en la zona de amenaza sísmica de alta a muy alta; debido a la ubicación del territorio Colombiano en la confluencia de tres placas principales como son la Placa Nazca o Pacifica, Placa Caribe y Placa Suramericana, las cuales han contribuido

con su permanente actividad, tanto a la formación de estructuras dominantes como montañas, valles y llanuras, como a enmarcar un patrón tectónico y volcánico muy activo, que se refleja en la intensa deformación y severo fracturamiento de las rocas y la constante amenaza por sismos .

- **Registro de Inundaciones y Avenidas Torrenciales:** al observar los registros de este tipo de eventos, se analizaron fuentes de información como la base de datos DesInventar, los reportes de emergencias de la DAGRD, los registros de los Planes Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD), de los cuales se reconocieron la existencia de treinta y cuatro (34) registros de inundación y cuatro (4) de avenidas torrenciales, registros que carecen de coordenadas geográficas, sin embargo, se hizo énfasis a los nombres de quebradas, veredas o sitios afectados; es importante identificar el sitio exacto de la afectación, ya que sirve de referencia en el momento de priorizar las áreas más susceptibles a inundaciones y avenidas torrenciales.

En conclusión, se identificaron cincuenta y tres (53) veredas, distribuidas en ocho (8) municipios, en los cuales se han registrado eventos relacionados con inundaciones; las avenidas torrenciales se registran en las quebradas Caucanes (La Cruz), Mocondino y San Mateo (Belén) identificadas de color naranja en la *Figura 254*.

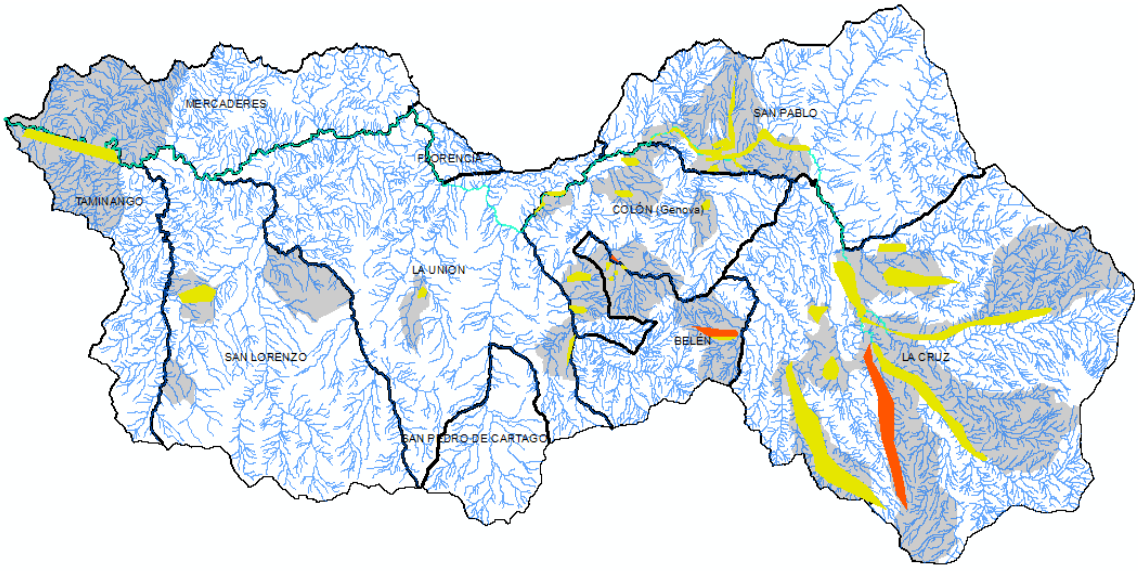


Figura 254. *Eventos de Inundaciones (color amarillo) y Avenidas Torrenciales (color naranja).*

- **Registro de Incendios Forestales:** La recopilación de eventos que hacen referencia a esta amenaza, fue tomada de los PMGRD y la DAGRD, de los cuales existen cuarenta y cuatro (44) registros distribuidos en veintisiete (27) veredas de la cuenca; es importante mencionar que este tipo de registros tienen una base de datos con una buena caracterización del evento, lo que permite una identificación más exacta de las zonas susceptibles a este tipo de amenaza, se realizó una verificación de los registros, que sirven para priorizar las zonas con mayor susceptibilidad a la ocurrencia de incendios forestales.

Cabe mencionar que este tipo de eventos se presentan en toda el área de la cuenca, particularmente en épocas intensas de verano, generando impactos negativos a los ecosistemas estratégicos, al recurso hídrico, la flora y la fauna de la zona; es necesario mencionar que el fenómeno del niño tiene mayor influencia en esta zona y las sequías se presentan con mayor intensidad; los incendios forestales generan pérdidas significativas a las condiciones biofísicas de la cuenca, principalmente por desabastecimiento de agua debido a disminución de los caudales en las fuentes hídricas.

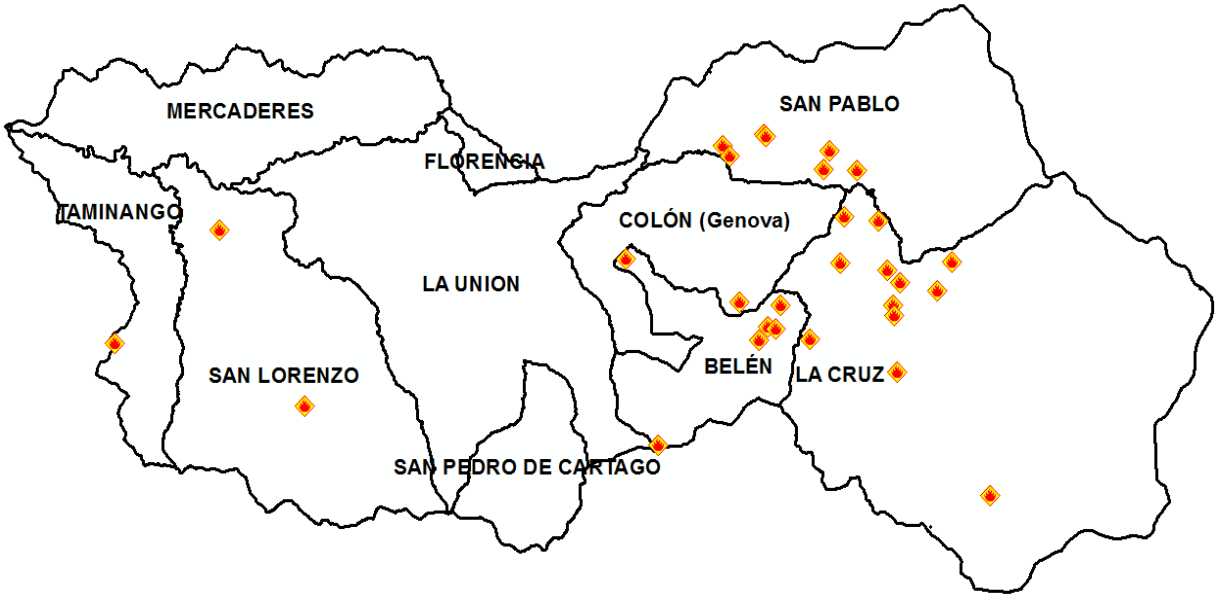


Figura 255. *Eventos de Incendios Forestales.*

- **Registro de Movimientos en Masa:** Como se mencionó anteriormente, existe un Mapa de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa, elaborado por el SGC en el año 2015, este insumo es importante para priorizar zonas susceptibles a este tipo de eventos; los Municipios pertenecientes a la Cuenca presentan una categorización alta y muy alta a presentar este

tipo de fenómenos, manifestándose principalmente en laderas, taludes viales, varias zonas urbanas como Belén, Colón (Génova), La Unión, La Cruz y San Pablo; principalmente en áreas con pendientes por encima del 50% de inclinación.

El catálogo de eventos elaborado para observar el comportamiento de los movimientos en masa en la cuenca, se realizó con datos del Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA) del SGC, con setenta y seis (76) registros que poseen coordenadas geográficas para la visualización exacta del área afectada, por otro lado, con los datos de eventos de la DAGRD, los PMGRD y la base de datos DesInventar, se logró conformar un catálogo de trecientos veinte (320) registros que permitieron identificar a este fenómeno amenazante como el de mayor jerarquía en el área de la Cuenca del Río Mayo.

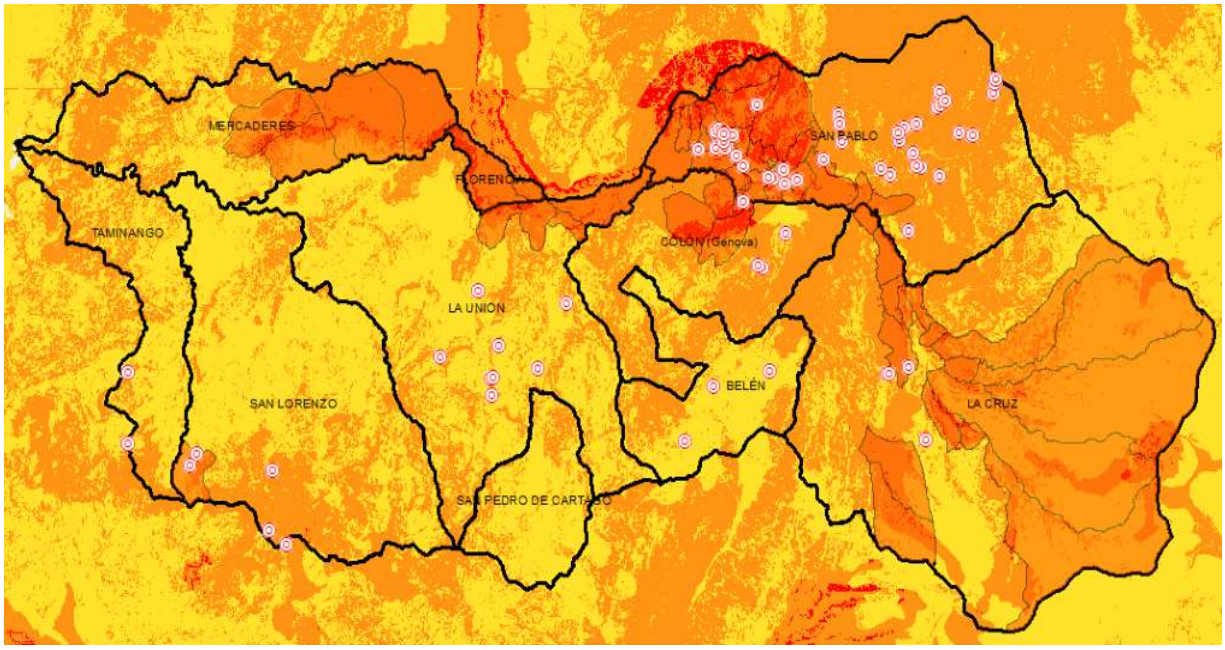


Figura 256. *Eventos Movimientos en Masa.*
Fuente: Este Estudio con base al Mapa de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa.

El análisis descriptivo de la información recopilada en las fuentes secundarias, permiten dar una idea contextual de las amenazas presentes en la cuenca, según las fuentes de información histórica analizada, se registraron cuatrocientos quince (415) eventos amenazantes, los cuales fueron organizados en una base de datos fácil de consultar. Como recomendación es necesario que la DAGRD cuente con una base de datos estructurada, que permita homologar los reportes

de todo el departamento en una base consolidada que sirva como herramienta de planificación y ordenamiento territorial. Ver Anexo Cartográfico 44.

- **Identificación de Amenazas Naturales y Socio – Naturales, con Comunidad:** a continuación se describe el desarrollo de los talleres comunitarios, utilizados como estrategia para el acercamiento a las comunidades que habitan en la cuenca, además de ser un método que permite generar conocimiento reciproco partiendo de información primaria, relacionada con la identificación de lugares y zonas que resultan afectadas por fenómenos amenazantes de tipo de natural y socio natural (avenidas torrenciales, incendios forestales, inundaciones y movimientos en masa), mencionados anteriormente.

Es importante en la investigación la acción participativa (IAP), porque permite a la comunidad, suministrar información relacionada con escenarios de riesgo a nivel local, comunal y veredal, siendo una variable importante del territorio, ya que suministra conocimiento de primera mano a partir de: entrevistas, experiencias personales, historias de vida y observaciones de campo; con el fin de producir conocimiento a través del proceso de construcción y utilización de sus propias experiencias.



Fotografía 75. *Socialización Corponariño – Seccional Norte (La Unión)*

Para ello, es necesario mencionar de forma general, los conceptos relacionados con las cuencas hidrográficas, la gestión del riesgo de desastres, la normatividad y estructura orgánica relacionada con la incorporación al POMCA; tener la atención total de los participantes es importante para luego poder identificar y mapificar las amenazas desde la perspectiva de la comunidad, así como también generar conciencia participativa y sus aportes mejoren el manejo y ordenación de la cuenca, por medio del Consejo de Cuenca.

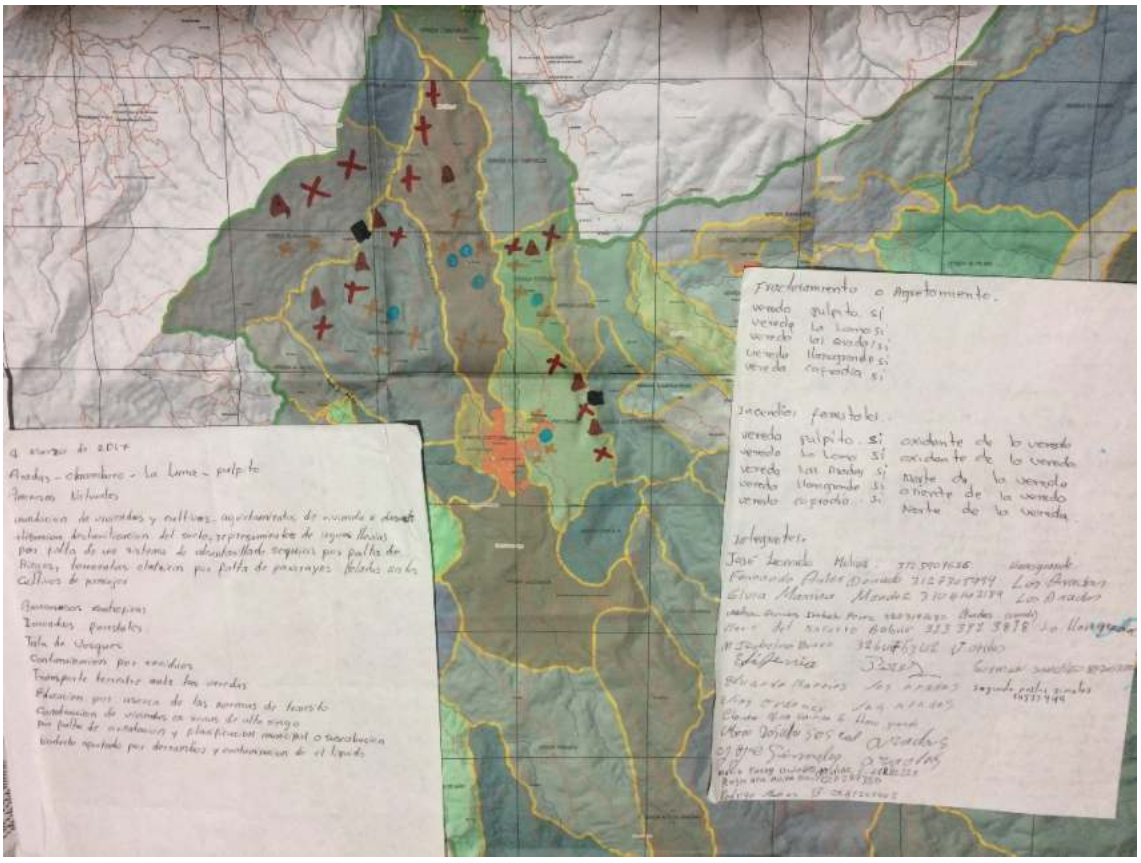


Fotografía 76*. Socialización Colón (Génova)*

En el desarrollo de este proceso es indispensable el uso de la cartografía social, para que, a partir del reconocimiento del mapa, se permita la identificación del territorio relacionado con los peligros naturales y socio naturales a los que se encuentran expuestos habitualmente; es indispensable este proceso con las comunidades como estrategia para el conocimiento en la gestión local del riesgo de desastres.

La necesidad de la población de dar a conocer los peligros a los cuales se exponen, es información que debe ser procesada y como mínimo debe proporcionar datos que permitan identificar el sitio, la temporalidad, la afectación y el tipo de amenaza.

Para la realización de este proceso se solicitó a las personas elaborar una línea de tiempo, con la cual a partir del conocimiento histórico que recapitularon los escenarios de riesgo y fueron ubicados en el mapa de cada municipio, para que posteriormente, de manera conjunta, se pudieran plasmar de la mejor manera el escenario de riesgo propuesto.



Fotografía 77. *Cartografía Social Municipio La Cruz.*

La inclusión de la Gestión del Riesgo en los POMCAS y su participación en el proceso, son necesarios para identificar de manera preliminar su territorio, al igual de las amenazas y riesgos expuestos; por esta razón mediante un trabajo gráfico que consiste en plasmar la cotidianidad de la población en la cartografía social, se pueden reconocer los peligros a los que se encuentran expuestos en la interacción del territorio.

Para lo cual se diseñaron y programaron ocho talleres, distribuidos en lugares estratégicos, con el fin de reunir a población de distintas zonas de la cuenca, personas de veredas interesadas en dar a conocer los problemas relacionados con las practicas inadecuadas, preocupadas por el

manejo del recurso hídrico, el ambiente y la planificación del territorio. En la *Tabla 462.* Programación de Talleres de Participación Comunitaria. se puede observar la organización respecto a las fecha y lugares de reunión, con el fin de desarrollar los talleres de participación comunitaria, para identificar y priorizar los peligros naturales y socio naturales presentes en el área de estudio.



Fotografía 78. *Socialización Belén.*

Tabla 462. *Programación de Talleres de Participación Comunitaria.*

id	Municipio	Lugar	Fecha	Objetivos	Evidencias
1	San Pedro de Cartago	Alcaldía Municipal de San Pedro de Cartago	18 de febrero	1. Importancia de los POMCAS 2. Conceptos Básicos de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) Naturales y Socio naturales 3. Incorporación de la GRD en los POMCA 4. Identificación y priorización de amenazas en el territorio habitado	1. Lista de asistencia 2. Registro fotográfico 3. Cartografía social 4. Base de datos con diagnostico participativo
2	Colón	Colegio Leopoldo López	25 de febrero		
3	La Cruz	Salón Fundación Manos Unidas	4 de marzo		
4	San Pablo	Alcaldía Municipal - Oficina Umata	3 de marzo		
5	San Lorenzo	Vereda La Lagua - Escuela Rural	16 de marzo		
6	Taminango	Vereda La Lagua - Escuela Rural	16 de marzo		
7	La Unión	Institución Educativa Municipal	18 de marzo		
8	Florencia	Casa de La Cultura - Mercaderes	25 de marzo		
9	Mercaderes	Casa de La Cultura - Mercaderes	25 de Marzo		
10	Belén	Casa de La Cultura - Belén	26 de Marzo		

Como resultado de los ocho talleres de participación comunitaria, se registraron doscientos noventa y ocho (298) eventos de información primaria representados en veinticinco (25) mapas, de los cuales existe un registro fotográfico de la cartografía social, el registro de la información comunitaria fue estructurada en filas y columnas, de manera secuencial, un esquema estructural de bases de datos geográficas que permite organizar la información alfanumérica de forma ordenada y consecutiva, como una entidad geográfica.



Fotografía 79. *Socialización La Unión.*

Con el fin de establecer un análisis general de los 298 datos recopilados en los talleres comunitarios participativos, se evidencio que la amenaza que afecta con mayor presencia a la cuenca son los movimientos en masa, con un total de ciento treinta y dos (132) registros; continúan los incendios forestales con noventa y ocho (98) registros; seguidos de las avenidas torrenciales con cuarenta (40) registros, donde se identificaron las quebradas que han generado pérdidas y daños; y con veintiocho (28) registros están las inundaciones, este tipo de afectaciones principalmente se identifican en las partes bajas y ribera del Río Mayo, y también por las condiciones del alcantarillado que colapsan y generan estancamientos en las partes altas y medias de la cuenca.

Tabla 463. *Priorización de Eventos Amenazantes*

Eventos Amenazantes	%

1	Movimientos en Masa	132	44
2	Incendio Forestal	98	33
3	Avenida Torrencial	40	13
4	Inundación	28	9
Total		298	100

El resultado de la priorización de información recopilada en campo establece que la amenaza con mayor presencia en la zona de la cuenca Río Mayo, la representan los fenómenos de tipo movimientos en masa, seguida de los incendios forestales y avenidas torrenciales, y que las inundaciones, entendidas como el desbordamiento del cauce principal, tienen menor probabilidad de ocurrencia.

Las principales causas de las inundaciones son de tipo socio – natural, puesto que se generan por la transformación del espacio geográfico a través de actividades productivas, mal estado de acueductos locales, veredales y municipales; en la mayoría de los casos, las vías y carreteras no tienen en cuenta la captación, disposición y transporte adecuado de aguas lluvia; también, existen casos donde deslizamientos generan estancamientos de agua que luego se convierten en flujos de lodo.

Sin embargo, para correlacionar la información y dar un criterio claro de los eventos que tienen mayor presencia en la cuenca, de acuerdo a la información analizada, se organizó una base de datos de las veredas afectadas por cada fenómeno amenazante, con el fin de priorizar las amenazas de tipo natural y socio natural presentes en la cuenca; para ello, se tuvo en cuenta el análisis situacional inicial de registros históricos (eventos amenazantes) y el diagnostico participativo con el registro de información primaria elaborado a partir del análisis de los mapas parlante elaborados en los talleres con la comunidad.

Tabla 464. *Priorización de Amenazas*

Priorización de Amenazas	
Muy Alta	Movimientos en Masa
Alta	Avenidas Torrenciales e Incendios forestales
Media	Inundaciones

2.6.3. Identificación, clasificación y caracterización de fenómenos amenazantes y evaluación de la amenaza. El análisis se basa en la valoración de la amenaza, como medida para la definición del riesgo, por ello se plantea la evaluación de cuatro fenómenos naturales (avenidas torrenciales, incendios forestales, inundaciones y movimientos en masa) los cuales se han considerado como generadores de amenaza en la cuenca Río Mayo.

2.6.3.1. Inundaciones. La identificación de la amenaza por inundación tiene como propósito, reconocer las áreas que son afectadas por el aumento del nivel del agua en las corrientes y sobre las llanuras aluviales, al igual que el comportamiento de los caudales en las corrientes hídricas.

Colombia experimento escenarios de riesgo que se convirtieron en desastre, a causa del fenómeno de La Niña durante los años 2010 al 2012, como resultado, mediante la Ley 1523 del 2012, se estableció que el IDEAM, es parte del Comité Nacional para el conocimiento del Riesgo, conformado por identificación de escenarios de riesgo, análisis y evaluación del riesgo, monitoreo y seguimiento, que orienten a la reducción del riesgo y el manejo del desastre.

Por ello, es necesario citar el documento elaborado por Corponariño, llamado "Identificación, análisis y modelamiento de zonas inundadas e inundables del departamento de Nariño" (2011); información que genera un contexto regional del tipo de amenaza a estudiar, la identificación de los municipios que reportan eventos desde el 2004 hasta el 2011, el cual se pudo complementar y retroalimentar con la revisión documental de reportes de emergencias de la DAGRD, registros en Planes Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD).

Tabla 465. *Número de Reportes por Año*

Municipio		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
1	Belén			1		2	1			2			6
2	Colón			1			1			1	1		4
3	La Cruz				1		1				1	1	4
4	La Unión		1		1		2						4
5	San Pablo		1		1		1				1		4
6	San Pedro de Cartago	1	1										2
7	Taminango				1		1					1	3
													27

Fuente: Este Estudio con base Reportes DGRD

Se reportaron veintisiete (27) eventos de inundación, registros que carecen de coordenadas geográficas e información detallada, sin embargo, según la información recopilada en campo a través de entrevistas con autoridades municipales como Bomberos, Defensa Civil, oficina municipal de Gestión del Riesgo de Desastres GRD, y por medio de los talleres de participación comunitaria, se pudo establecer que la magnitud de los eventos reportados en este tipo amenaza es baja y se generan por procesos antrópicos, en los cuales la intervención del hombre afecta las condiciones del entorno, ocasionando encharcamientos, condiciones inseguras en acueductos y alcantarillados municipales, veredales y locales, inadecuado manejo de sistemas de riego y disposición final de vertimientos, deficiente canalización en cunetas viales, entre otros; son las causas más frecuentes en la generación de inundaciones, que se convierten en represamientos.

No obstante, el municipio de San Pablo, posee varios escenarios con un alto grado de amenaza ante un posible desbordamiento del río, ya que el centro poblado al igual que los sectores de Vega Quito, La Cañada y La Playa, se localizan a la ribera del río Mayo, siendo propensos a sufrir pérdidas o daños a causa del desbordamiento del río, producto de las fuertes precipitaciones.

Otro sitio susceptible a presentar inundaciones, se encuentra al occidental de la cabecera municipal de Belén, sector que constantemente es afectado por el desbordamiento de la quebrada Mocondino, eventos que han ocasionado varias perdidas y daños a la población que habita este sector.

2.6.3.1.1. Susceptibilidad a inundaciones por origen morfogénico. Para determinar el nivel de susceptibilidad de la cuenca Rio Mayo ante el fenómeno de inundaciones, es necesario establecer las condiciones que originan las diferentes formas de terreno, y que a su vez determinan la probabilidad de ocurrencia de los mismos; con el fin de establecer este elemento de análisis, se tomó como referencia la clasificación de procesos morfodinamicos elaborada por el equipo de profesionales POMCA Rio Mayo 2017; y con base a esta se pudo establecer el nivel de susceptibilidad de acuerdo a su génesis y condiciones de transformación.

En la *Tabla 466* y *Figura 257* se referencia, tanto la distribución de las diferentes unidades morfogenicas en la cuenca, como su participación porcentual; donde las geoformas que presentan mayor participación son las de origen erosional pluvial (13.02%) y glaciar (11.68%), además de los procesos de sedimentación aluvial (9.2%), así como de erosión eólica(9.6%).

Tabla 466. *Distribución de unidades morfogenicas en la cuenca*

NOMBRE	Área en Ha	Porcentaje
Principio de formación de suelos	35417,95	40,57
Sedimentación coluvial	845,98	0,97
Sedimentación aluvial	8032,10	9,20
Meteorización de las rocas	449,13	0,51
Remoción en masa	7298,98	8,36
Sedimentación diluvial	302,88	0,35
Meteorización de las rocas	483,01	0,55
Remoción en masa	409,90	0,47
Erosión pluvial	11363,69	13,02
Erosión fluvial	3806,26	4,36
Erosión glaciaria	10200,67	11,68
Erosión eólica	8343,71	9,56
Acción atrópica positiva	351,97	0,40
Total	87306,2357009935	100

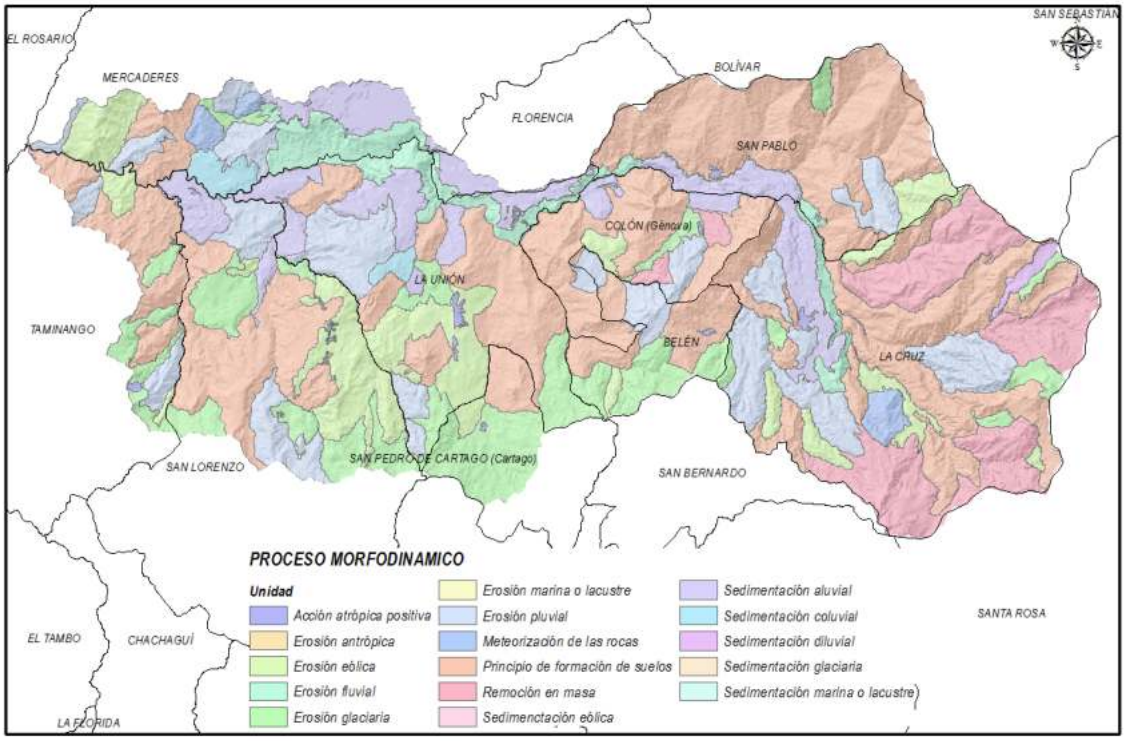


Figura 257. Mapa proceso morfodinamico
(Ver Anexo Cartográfico 45)

Se tiene en cuenta para el análisis de la susceptibilidad por inundaciones, los orígenes de formación fluvial, aluvial, además de la sedimentación diluvial, categorizándolas por su nivel de susceptibilidad de ocurrencia de inundaciones, es así como el proceso que transforma y origina las formas del terreno determina en cierta medida el grado de ocurrencia de las inundaciones.

A continuación, se referencia tanto las áreas como porcentajes de susceptibilidad a inundaciones por proceso morfo dinámico en la cuenca, así como la localización de la susceptibilidad y su distribución en la cuenca.

Tabla 467. *Susceptibilidad a inundaciones por proceso morfodinamico*

Rango Susceptibilidad	Area_ Ha	Porcentaje
Baja	74319.023578	85%
Media	8334.972991	10%
Alta	4652.239131	5%

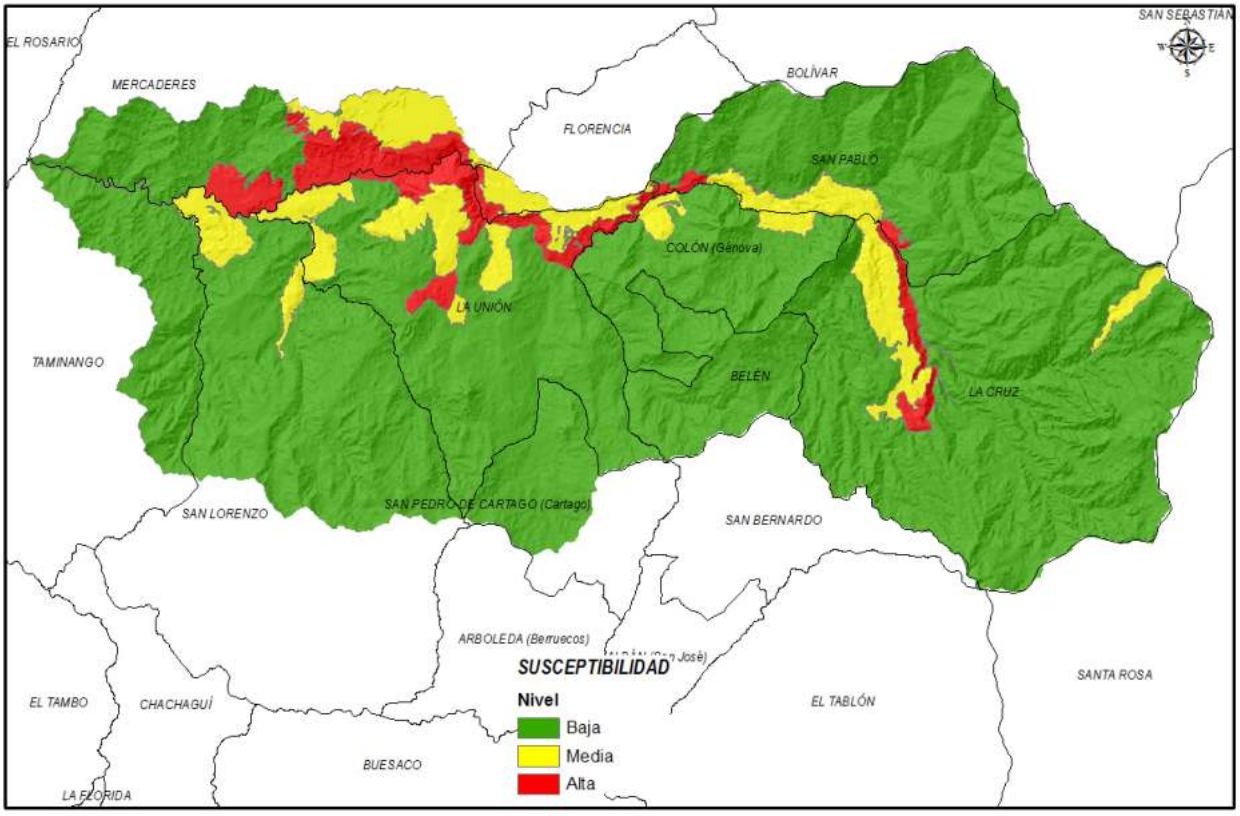


Figura 258. *Mapa susceptibilidad a inundaciones por proceso morfodinamico*

Se evidencia una distribución de los procesos sedimentarios y de erosión fluvial tendientes a la cuenca media, municipios de la Unión, Mercaderes, Florencia, Colon, San Pablo y La Cruz, a lo largo del cauce del río Mayo, viéndose influenciado por el elevado nivel de afluentes que desembocan en el mismo hacia estas zonas.

2.6.3.1.2. Susceptibilidad a inundaciones por geomorfología. El análisis de la susceptibilidad a inundaciones se fundamenta, por una parte, en establecer los ambientes donde se producen con mayor frecuencia los eventos de inundaciones, por otra a establecer los vestigios de estos fenómenos y geoformas, que se toman como elemento para establecer cuál ha sido el comportamiento de la cuenca con referencia a los fenómenos de inundaciones, y que de cierta forma determinan a futuro la dinámica del rio, produciendo zonas que se convierten en susceptibles físicamente a este fenómeno amenazante.

Se determinaron las terrazas bajas, escarpes de terraza, planos de cauce e inundaciones de baja pendiente con fuerte incidencia del mismo, zonas deposicionales recientes como de susceptibilidad alta, además de tomar las zonas de acomulacion antiguas y los relictos de terraza de acomulacion, pequeños valles y zonas deposicionales sub recientes como de susceptibilidad media.

A continuación, se referencian tanto las áreas como porcentajes de susceptibilidad a inundaciones por unidad geomorfológica en la cuenca, como la localización de la susceptibilidad y su distribución en la cuenca.

Tabla 468. *Áreas y porcentajes de susceptibilidad a inundación*

Rango Susceptibilidad	Area_ Ha	Porcentaje
Baja	79972.1	91.6%
Media	4498.96	5.1%
Alta	2835.19	3.3%

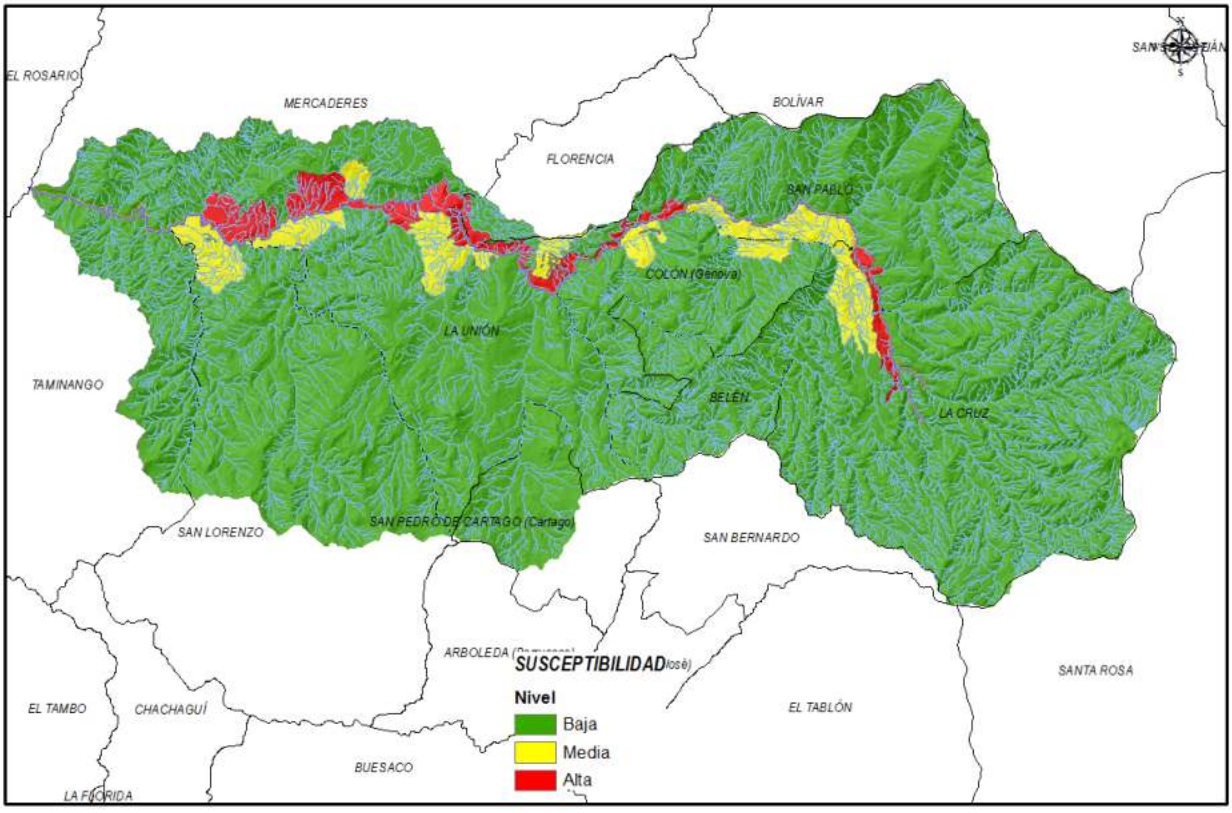


Figura 259. *Susceptibilidad a inundaciones*

2.6.3.1.3. Análisis a la Susceptibilidad a Inundaciones. Para determinar la susceptibilidad a inundaciones, se ponderaron los resultados de ambos elementos de análisis, además de establecer las zonas con mayor dinámica por medio del análisis de clusters de los eventos históricos, determinando así cuales son las zonas que históricamente han presentado inundaciones, y que debido a su morfología y morfoestructura presentan algún grado de ocurrencia a futuro, además de las áreas afectadas por medio del análisis espacial y la delimitación de la geoforma.

Para este proceso, se tuvieron en cuenta tanto los insumos calificados anteriormente, como el registro de eventos históricos verificado en terreno y validado por el equipo profesional en conjunto con las entidades territoriales y con la comunidad (ver *Figura 260*).

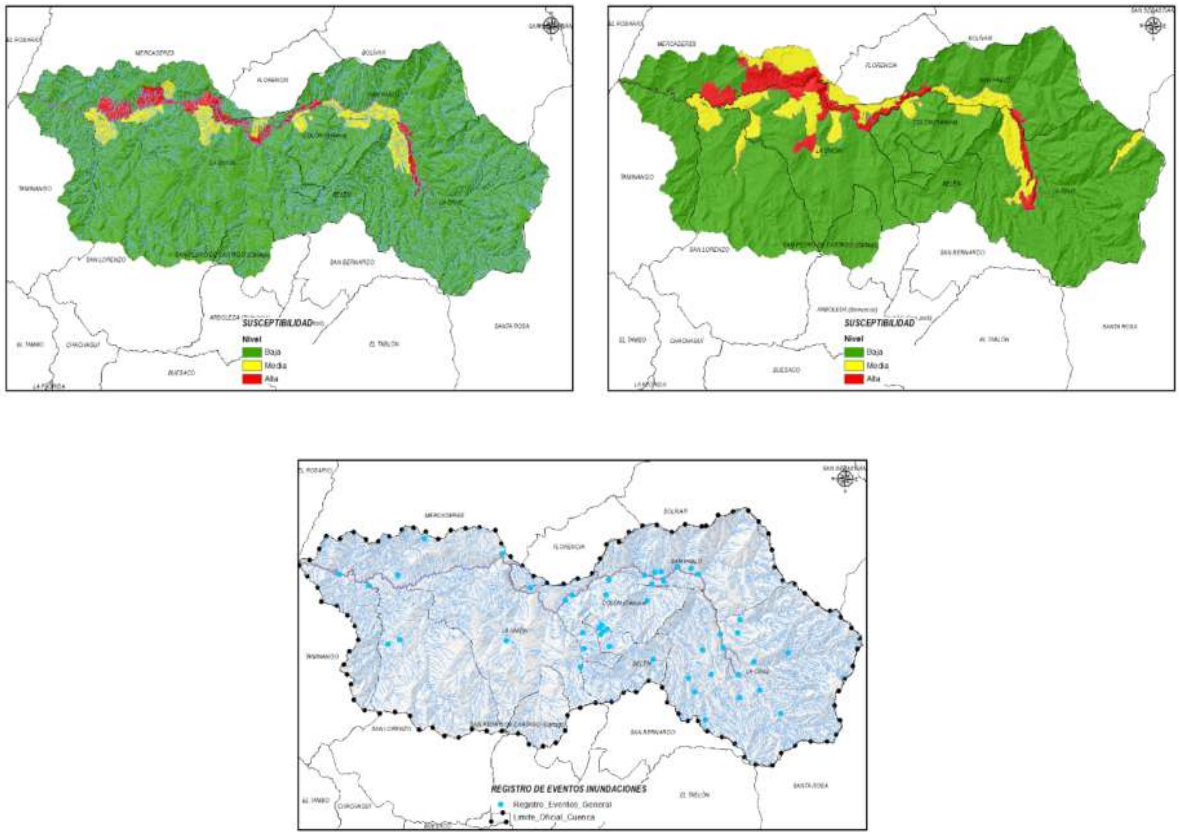


Figura 260. *Áreas afectadas y susceptibles a fenómenos*

Se consideraron para el análisis los eventos históricos que tengan como desencadenante el desbordamiento de cauce, además de los registros históricos recientes para clasificación de susceptibilidad alta, e medianamente recientes y antiguos para determinar las zonas de susceptibilidad media.

A través del análisis visual y de elementos geomorfológicos, se determinaron las zonas y áreas de susceptibilidad presentadas en la siguiente tabla y figura.

Tabla 469. *las zonas y porcentajes de susceptibilidad*

Rango Susceptibilidad	Area_ Ha	Porcentaje
Baja	81181.9	93%
Media	2917.9	3.4%
Alta	3206.36	3.6%

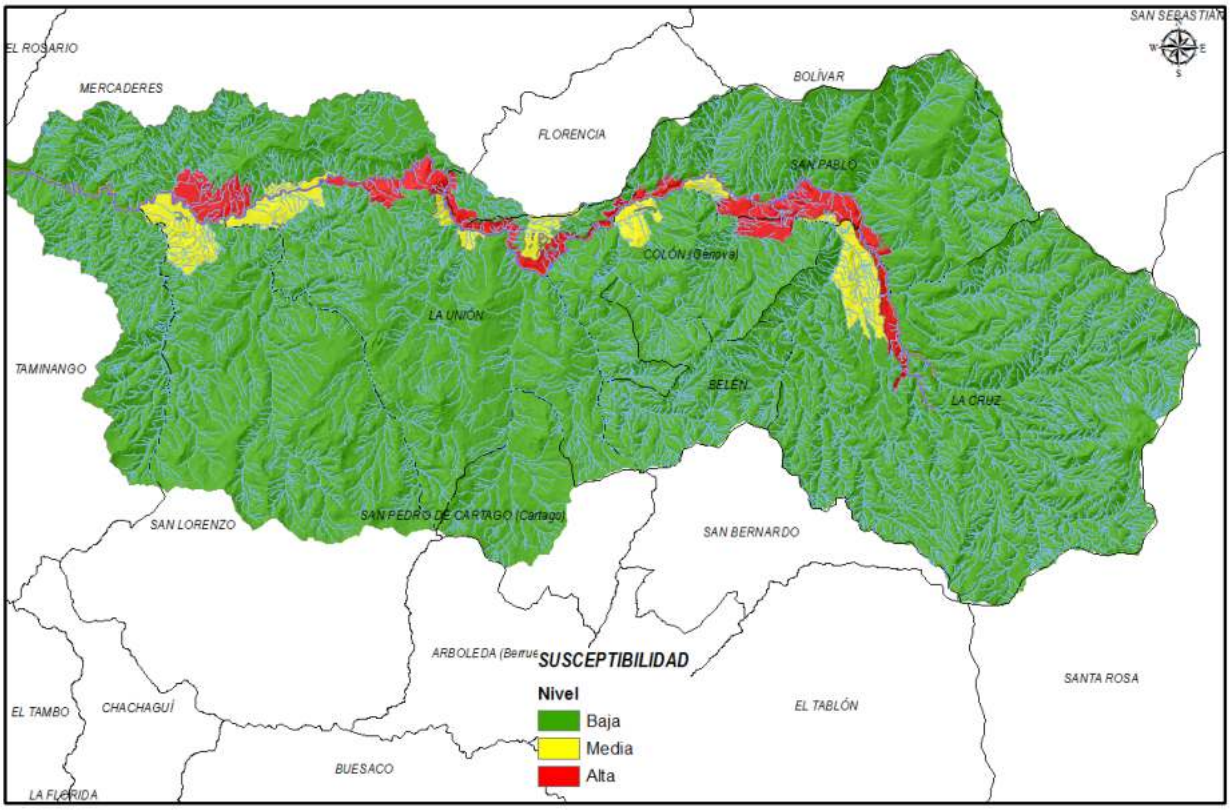


Figura 261. *Áreas de susceptibilidad a inundaciones*
(Ver Anexo Cartográfico 46)

A nivel municipal, se evidencia que la susceptibilidad por inundaciones se concentra en los municipios de La Unión y San Pablo, además de Mercaderes y Florencia (Cauca), debido a que se encuentran en la zona deposicional y de planos inundables del Río Mayo, en la tabla siguiente se relaciona el área de cada nivel de susceptibilidad en la cuenca.

Tabla 470. *Area de cada nivel de susceptibilidad en la cuenca*

Nivel de Susceptibilidad	Nombre del Municipio	Área en Ha
Alta	LA CRUZ	316,97
	SAN LORENZO	0,96
	COLÓN (Génova)	265,84
	LA UNIÓN	936,34
	SAN PABLO	968,68
	MERCADERES	588,90
	FLORENCIA	128,66
Media	LA CRUZ	756,22
	SAN LORENZO	695,51
	COLÓN (Génova)	289,67
	TAMINANGO	18,71
	LA UNIÓN	823,11
	SAN PABLO	184,39
	MERCADERES	129,80
	FLORENCIA	20,58

2.6.3.1.4. Amenazas por inundaciones. Para determinar las amenazas del Rio Mayo, es necesario realizar un modelamiento hidrológico, para lo cual se requirió establecer una serie de pasos metodológicos, desde la recolección de información hidrometereologica y topográfica de detalle, pasando por su posterior depuración, validación, zonificación y análisis, procesos que se relacionan a continuación.

2.6.3.1.5. Análisis y tratamiento de la información hidrológica. Para determinar la amenaza por inundaciones, fue necesario contar con una cierta cantidad de insumos, tanto a escala regional, como de detalle para el análisis de inundaciones en las zonas priorizadas para estos estudios; a continuación, se relacionan los insumos utilizados para determinar la amenaza en la cuenca.

- Cartografía 1:25.000 IGAC.
- Información hidrológica de una (1) estación del IDEAM en el Departamento de Nariño. Información Meteorológica de siete (7) estaciones Climatológicas del IDEAM, cuatro (4) en el Departamento de Nariño, cuatro (4) en el Cauca y dos (2) en el Putumayo.
- Información Meteorológica de siete (7) estaciones Pluviométricas del IDEAM en el Departamento de Nariño.

2.6.3.1.6. Modelación de la amenaza. Se tomó la cartografía 1: 25.000 para realizar un modelo digital de terreno con el cual se modelaron los posibles eventos de inundación con una intensidad máxima de lluvias para un periodo de 100 años de acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio hidrológico.

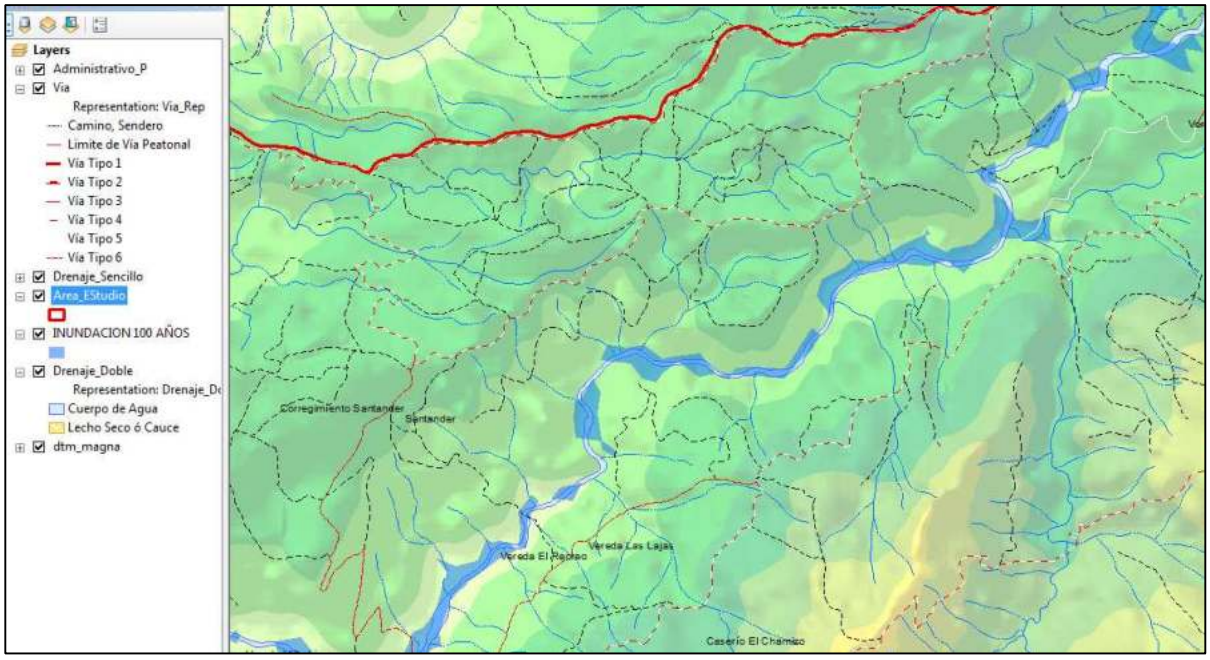


Figura 262 Detalle de zonas inundables a escala 1: 25.000

1. Una vez obtenidos las zonas más propensas a inundaciones, se procede a confrontarlas con los hechos históricos de inundaciones presentados en la cuenca y que puedan afectar directamente la infraestructura vial, de servicios, vivienda o cultivos en la zona, con esto se determinan 5 zonas en particular.
2. Se procede a realizar una toma de placas geodésicas con las cueles se amarra la ubicación de 52 puntos geodésicos que permitirán obtener una malla para cada zona y contar con información de campo que permita el ajuste del modelo digital de terreno detallado.



Figura 263 Detalle del trabajo de georeferenciacion.

3. Se realizan vuelos con VAT o Vehículos Aéreos no Tripulados más conocidos como DRON, con los cuales se obtiene aerofotografías de las zonas determinadas para los estudios detallados, con esta información la cual cuenta con las siguientes características, se realiza un trabajo de procesamiento de las imágenes en el software PIX 4D con lo cual se obtiene un Modelo Digital de Superficie de las zonas en mención, dichos modelos son ajustados con las mallas de puntos obtenidos en campo.



Figura 264 Ortofoto puente sobre el rio Mayo limite Nariño, Cauca

4. Con el último ajuste se generan 1500 puntos con los cuales se obtiene una topografía detallada de cada zona objeto de estudio usando el software Arc GIS y se ajustan nuevamente con la información en campo.

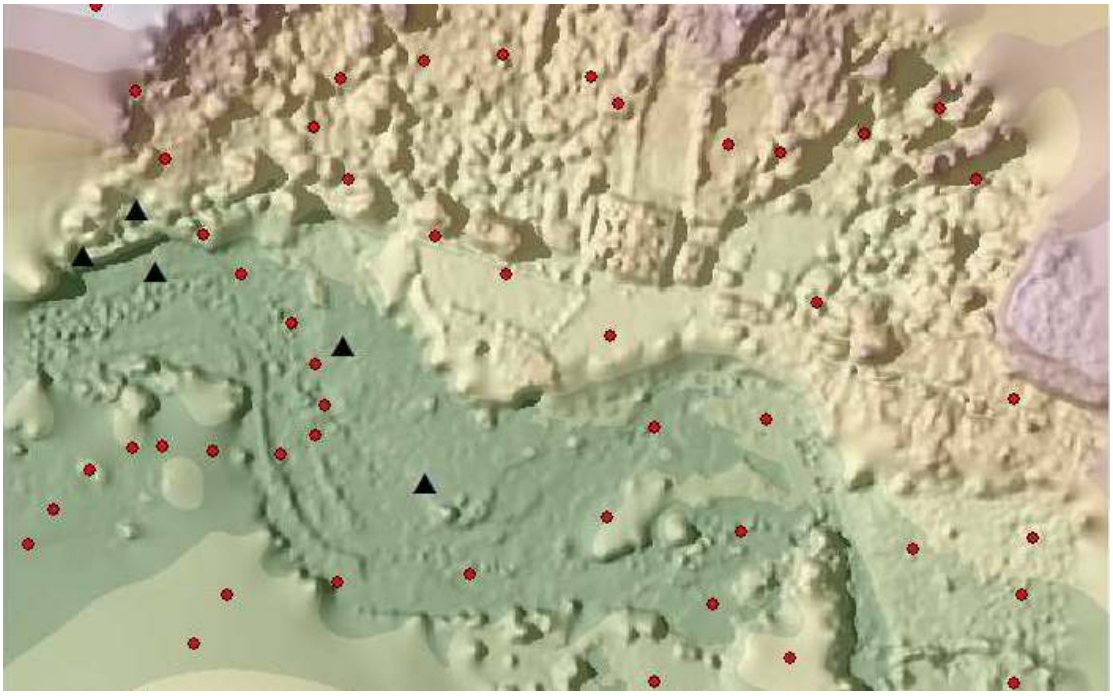


Figura 265 Puntos geodésicos en campo y generados, San Pablo 2

Los puntos en campo se aprecian en triángulos negros, los puntos de corrección (1500) son los círculos rojos.

5. Posteriormente se realizan levantamientos topográficos detallados de las zonas objeto de estudio con el fin de rectificar los puntos generados a partir de las imágenes tomadas con drones.

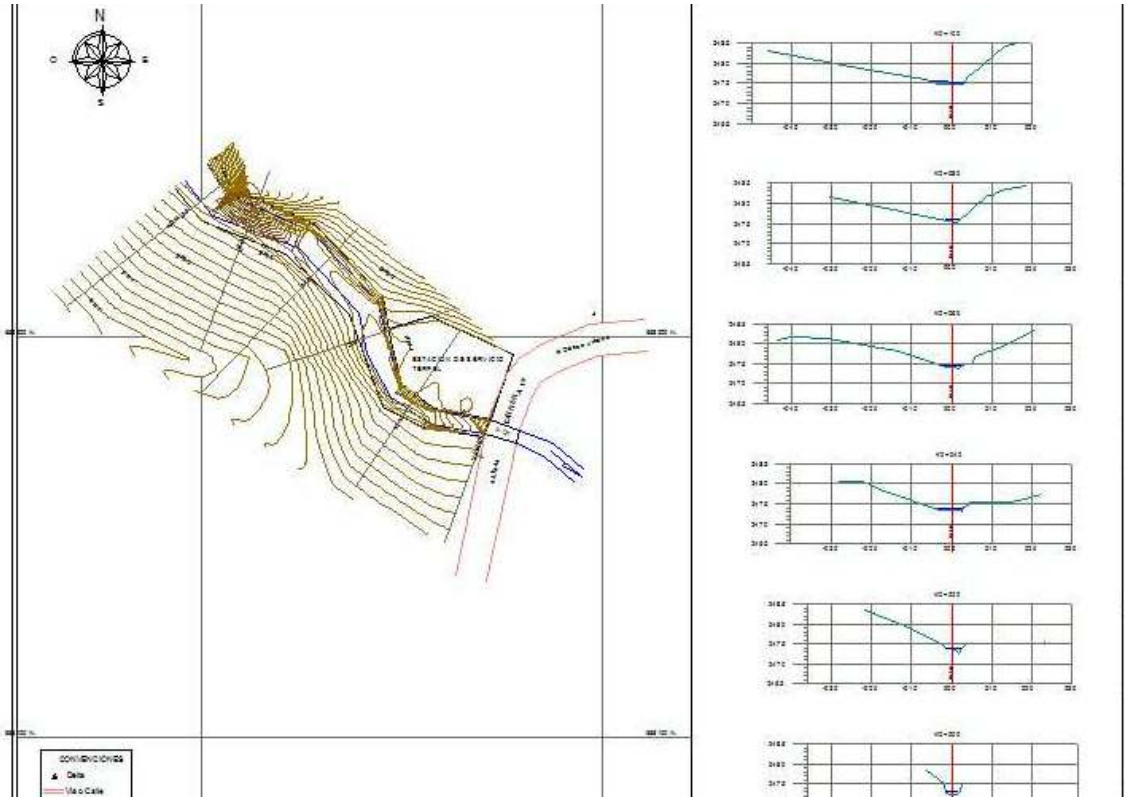


Figura 266 Detalle de la topografía final. Planta y Secciones.

En la gráfica anterior se observa el detalle de las topografías levantadas en campo donde se aprecia la planta y las secciones transversales que más tarde serán insertadas en el software Arc Gis para su proceso en Arc GEORAS y luego para su proceso final en HEC RAS.

6. Una vez obtenido el modelo digital de terreno, corregido a través de los puntos geodésicos y las placas geodésicas, se procede a crear el modelo en el software HEC RAS, se crean secciones transversales cada 5 metros y se procede a cargar la información de avenidas máximas con diferentes tiempos de retorno, con lo cual se calcula las zonas hasta dónde puede llegar la inundación en un evento de crecida máxima del rio Mayo.

Para realizar el cálculo de niveles en las diferentes secciones del levantamiento topográfico del Rio Mayo se procedió a realizar vuelos con tecnología DRONE usando para esto un DRONE PHANTON IV, la información fotogramétrica se insertó en el software PIX 4D con el fin de obtener información topográfica, una vez obtenida se ingresó los datos al software Arcgis 10.2 como se puede apreciar en las siguientes imágenes:



Figura 267. *Ortofotomosaico puente sobre el rio Mayo, frontera entre Cauca y Nariño*



Figura 268. Rio Mayo, Salida Oeste del casco urbano de San Pablo.

Posteriormente se procesan los Modelos de superficie con los puntos tomados en campo con GPS Sub Metrico tipo Base y Robert, (Anexo estudio topográfico de placas geodésicas y puntos de control). Esto con el fin de ajustar los modelos y crear una topografía que se ajuste a las cotas en la realidad, para esto se interpola los puntos y se obtiene la diferencia de cotas entre los puntos y el modelo, luego se procede a calcular un modelo restando la diferencia obtenida de la interpolación de punto, como se muestra en la siguiente figura y tabla:

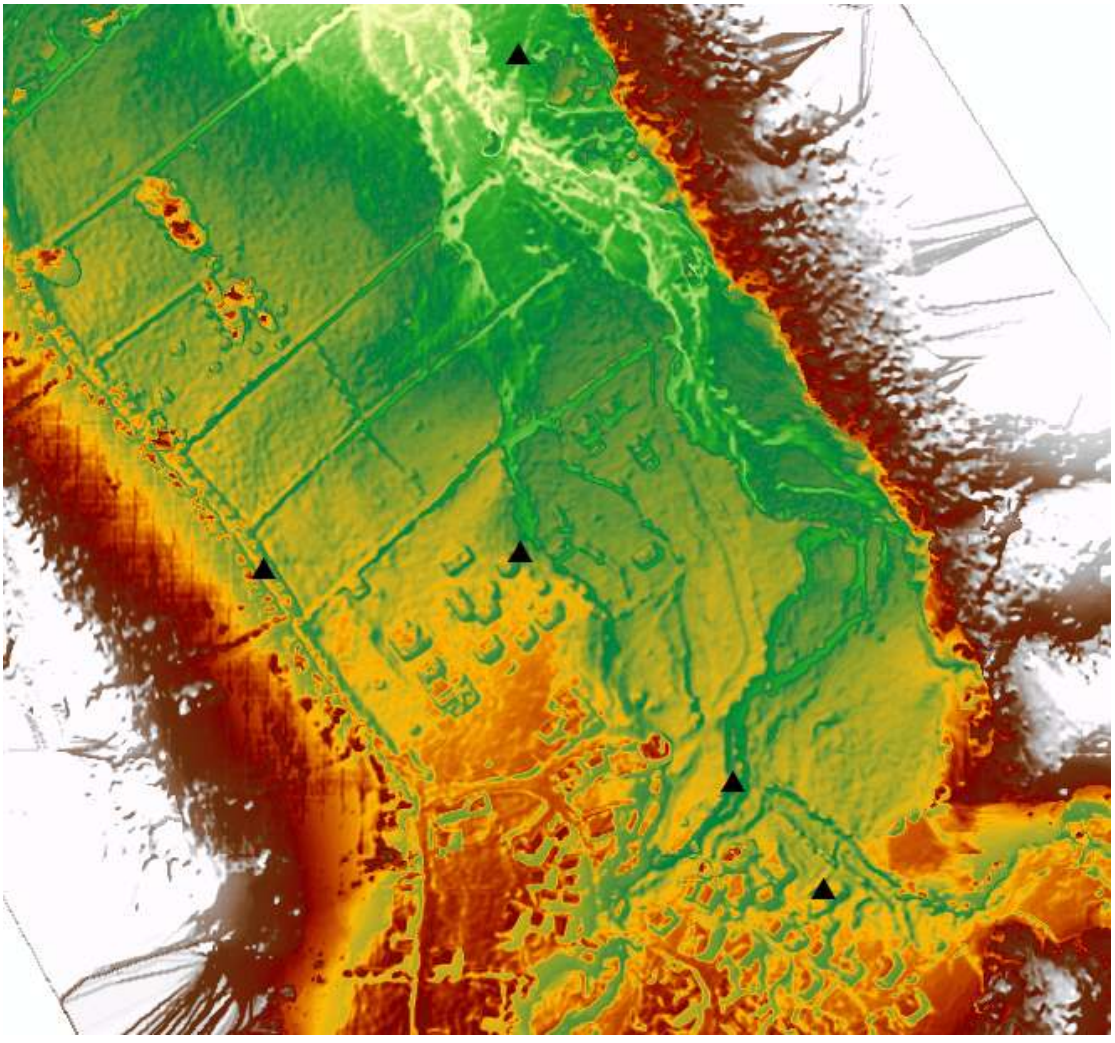


Figura 269. MDS La Cruz, puntos de control en negro.

Tabla 471. *Diferencias de cotas entre los puntos GPS y los datos del MDS*

DATOS DE GPS				DATOS DEL DEM			
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	POINT_X	POINT_Y	POINT_Z	COTA-POINT_Z
1	1017134,08	665009,683	2599,363	1017122,41	665008,89	2635,16	-35,79545
4	1016989,56	665405,529	2585,918	1016977,89	665404,74	2596,04	-10,122794
6	1016868,68	665161,505	2600,562	1016857,01	665160,71	2641,12	-40,557319
7	1016990,04	665169,07	2600,175	1016978,37	665168,28	2619,95	-19,778062
8	1017091	665060,78	2600,233	1017079,33	665059,99	2627,03	-26,793181
PROMEDIO=							-26,6093612

El promedio se resta al MDS y se ajustan las cotas. Posterior a esto se obtiene un modelo TIN con el fin de obtener las geometrías en la extensión HEC GEO RAS de ArcGIS como se puede ver en la siguiente figura:

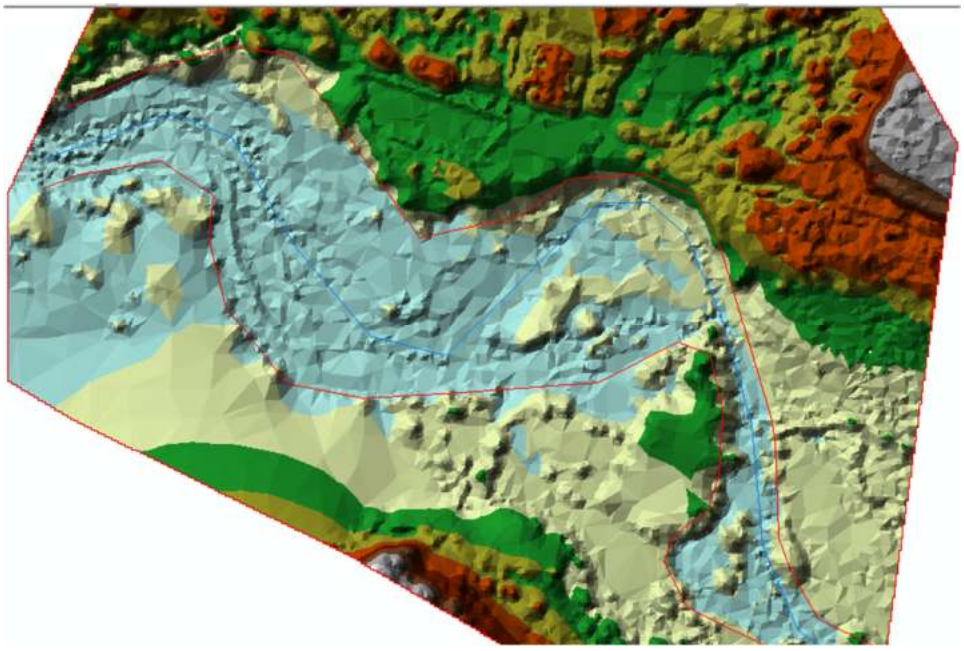


Figura 270. *Obtención de las geometrías necesarias para insertar datos al HEC RAS. Zona salida San Pablo.*

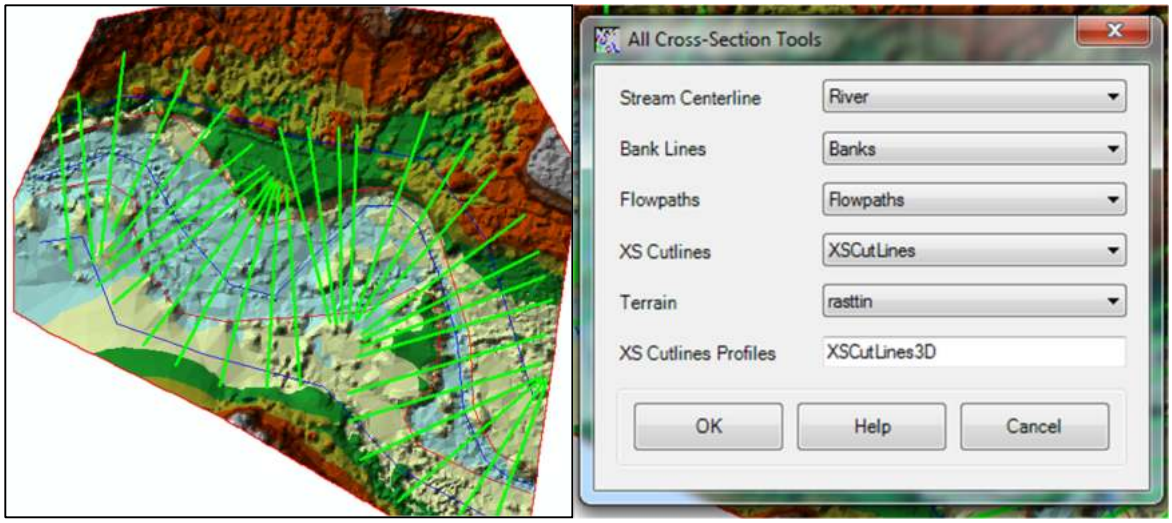


Figura 271. *Secciones obtenidas con el HEC Geo RAS y ventana de obtención de secciones 3D.*

Estas geometrías son exportadas al software HEC RAS para ser procesadas y ajustadas con los valores exigidos por el programa y poder realizar el modelo de inundación deseado.

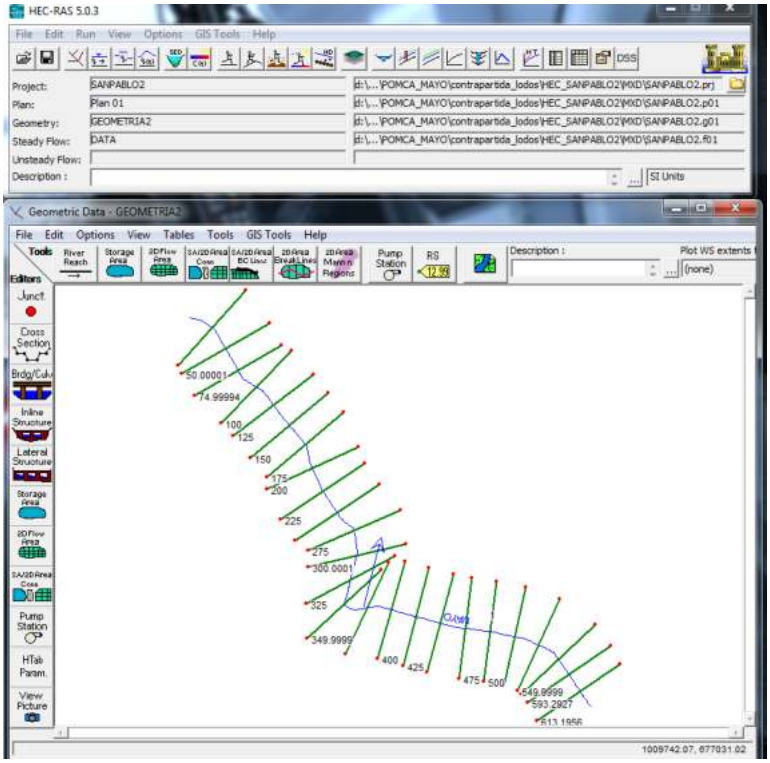


Figura 272. *Detalle del ingreso de los datos y estructura del proyecto para la sección de San Pablo 2 entrada este del casco urbano*

Los datos geométricos son ingresados al software HEC RAS y se estructuran teniendo en cuenta el coeficiente de Manning, se filtran los puntos innecesarios de las secciones y se ajusta su longitud, con el fin de que el modelo se ejecute a la perfección.

Una vez estructurados los datos geométricos en el HEC RAS, se procede a cargar los datos de caudales máximos con diferentes tiempos de retorno (2 años, 5 años, 10 años, 25 años, 50 años y 100 años) obtenidos por el estudio hidrológico para el diagnóstico del POMCA de la Cuenca Mayo, estos datos se pueden apreciar a continuación:

Tabla 472. *Caudales Generados Método Racional Para Diferentes Periodos De Retorno (Mt3)*

CUENCAS	Qo(2)	Qo(5)	Qo(10)	Qo(25)	Qo(50)	Qo(100)
RIO MAYO	172,43	253,38	309,78	383,99	440,92	499,48
SUB CUENCAS						
CAÑADA DE TAMINANGO	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12
CAÑADA SECA O LOS ALISOS	1,02	1,16	1,25	1,34	1,41	1,47
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No.4	8,12	11,93	14,58	18,08	20,76	23,51
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO ALTO	10,49	30,25	48,05	75,25	98,43	123,89
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No. 1	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No. 2	0,85	0,97	1,05	1,12	1,18	1,23
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No. 5	3,83	6,24	8,04	10,56	12,58	14,73
CORRIENTES DIRECTAS RIO MAYO No.3	11,86	14,49	16,25	18,46	20,09	21,72
QUEBRADA CHARGUAYACO	12,48	14,23	15,26	16,42	17,23	17,98
QUEBRADA EL MESON	5,81	9,47	12,21	16,02	19,10	22,36
QUEBRADA EL RINCON	5,01	7,37	9,01	11,17	12,82	14,53
QUEBRADA LA ALPUJARRA	5,72	7,03	7,84	8,79	9,47	10,13
QUEBRADA LA FRAGUA	13,78	16,95	18,89	21,19	22,82	24,42
QUBRADA LOS MOLINOS	15,23	24,80	31,98	41,97	50,02	58,57
QUEBRADA QUIEBRA CAMILLA	2,33	2,86	3,19	3,58	3,85	4,12
QUEBRADA SAN GERARDO	3,83	6,24	8,05	10,57	12,59	14,75
QUEBRADA SAN MATEO	4,78	7,03	8,59	10,65	12,23	13,86
QUEBRADA SANTA ANA	26,99	33,21	37,00	41,51	44,71	47,84
QUEBRADA LAS CAÑADAS	4,63	5,66	6,35	7,21	7,85	8,49
QUEBRADA BATEROS	1,34	1,97	2,41	2,98	3,43	3,88
QUEBRADA DE CUSILLO	5,14	6,32	7,04	7,90	8,51	9,11

QUEBRADA DEL PURGATORIO	0,50	0,82	1,05	1,38	1,65	1,93
QUEBRADA GUAYAQUIL	0,16	0,19	0,20	0,22	0,23	0,24
QUEBRADA HONDA	0,36	0,45	0,50	0,57	0,62	0,67
QUEBRADA LAS PALMAS	1,16	1,89	2,43	3,20	3,81	4,46
RIO TAJUMBINA	10,11	16,46	21,23	27,87	33,21	38,88

Los datos se ingresan en el STEADY FLOE DATA.

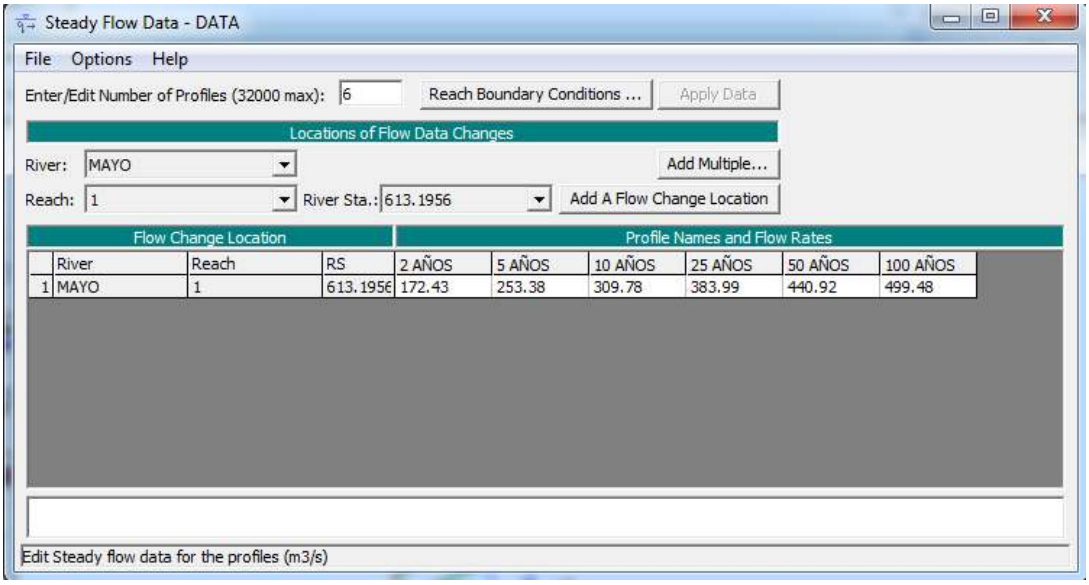


Figura 273. *Configuración de periodos de retorno*

Posteriormente se procesa la información geométrica y la de caudales obteniendo como resultado el área inundada como se muestra en la siguiente figura:

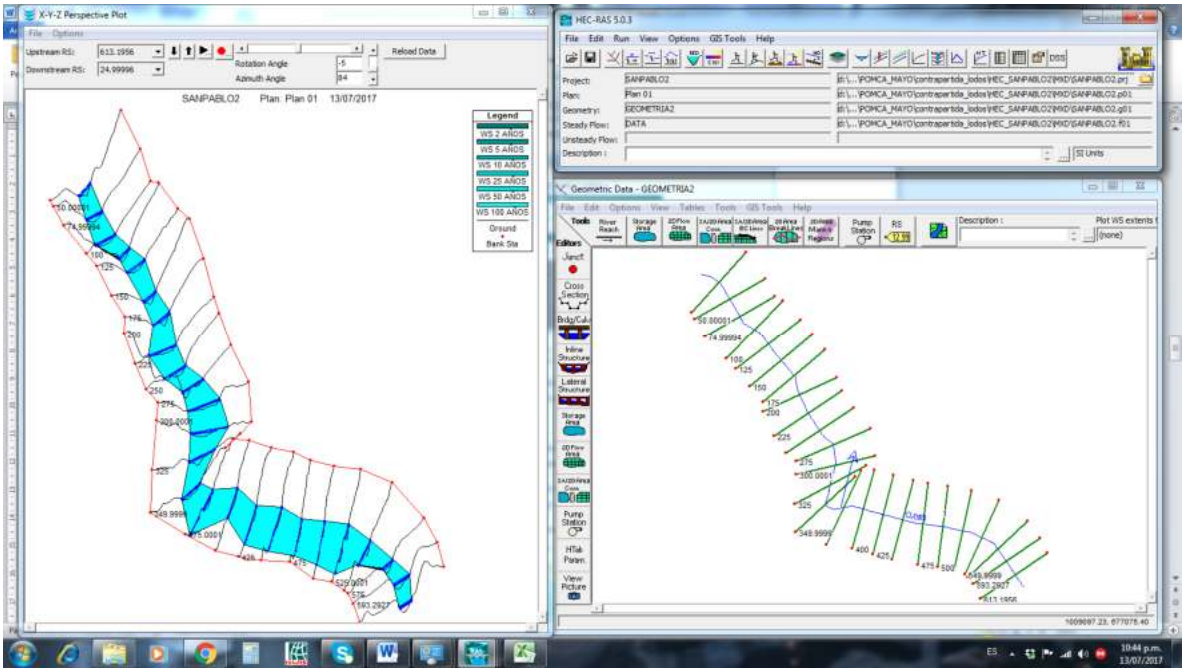


Figura 274. *Área inundada, resultado del procesamiento en HEC RAS*

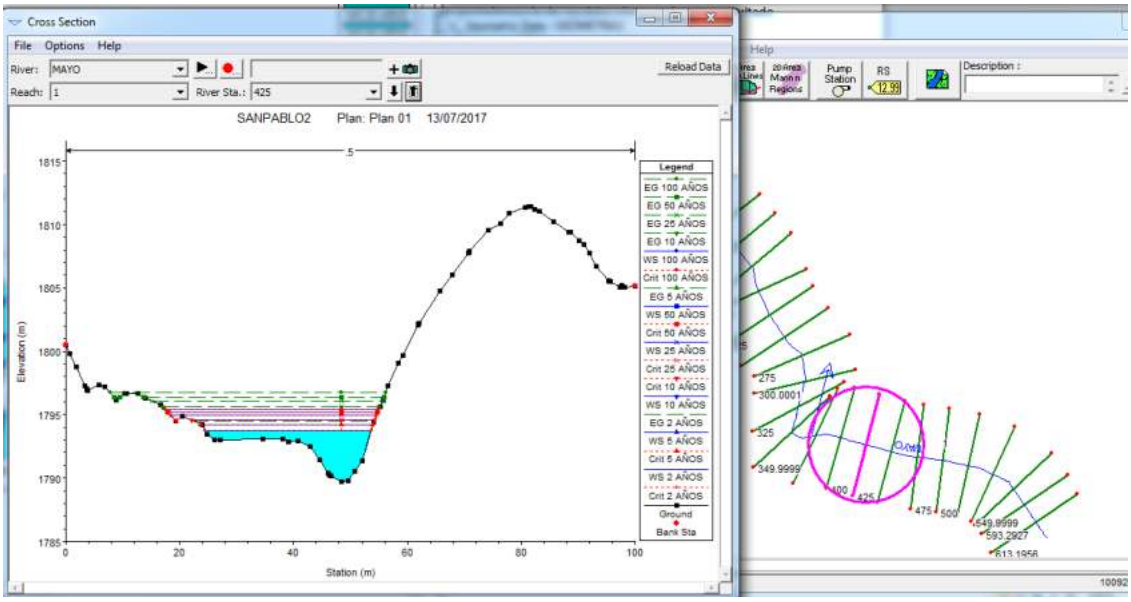


Figura 275. *Secciones inundadas en corte trasversal.*

Una vez obtenido este resultado se exportan las áreas inundadas y las geometrías resultantes al Arc GIS para crear la cobertura de inundación.

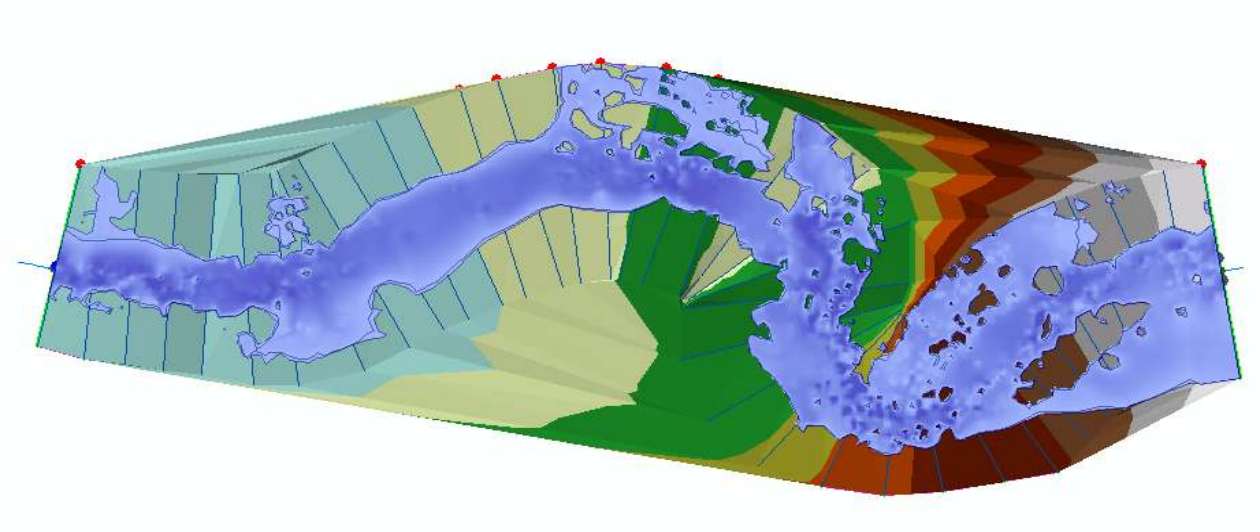


Figura 276. *Detalle de los datos obtenidos en HEC RAS e importados al Arc GIS.*

Las coberturas se obtuvieron para diferentes épocas de retorno y analizadas para cada sección.



Figura 277. *Zona inundada puente Remolino.*



Figura 278. *Zona inundada salida San Pablo*



Figura 279. *Zona inundada Entrada San Pablo.*



Figura 280. *Zona inundada Salida Belén.*



Figura 281. *Zona inundada caserío Tajumbina.*

2.6.3.1.7. Análisis detallado de inundación con topografía de campo. Pra efectos de este análisis es necesario el levantamiento de la topografía en campo la cual se geo referenció usando las placas geodésicas y los punto geodésicos levantados en campo en la primera campaña de topografía.

Los levantamientos contemplan una batimetría de cada zona con el fin de obtener la forma del lecho del rio y la cantidad normal de flujo de agua por el cauce, de esta menara se asegura una mayor precisión a la hora de realizar estos modelamiento.

Esta información final sirve para ajustar los modelos anteriores y obtener unas zonas de inundación mucho más aproximadas a la realidad.

Las zonas analizadas con levantamiento topográfico detallado se aprecian a continuación:



Figura 282 Detalle de zona de inundación generada a través de la topografía, San Pablo 2

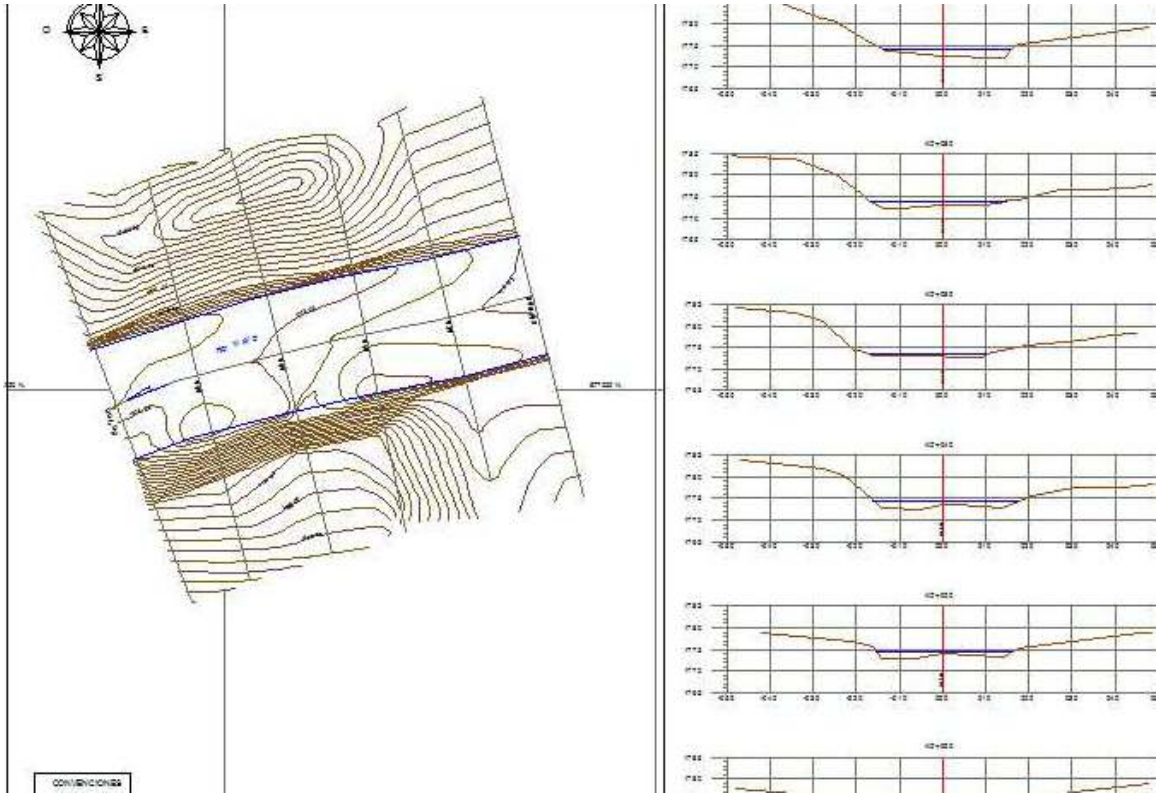


Figura 283 Detalle de la topografía usada para el estudio detallado, San Pablo 2

Las secciones con análisis de inundación se presentan en los anexos a este estudio.



Figura 284 Detalle de zona inundada, zona Belén.

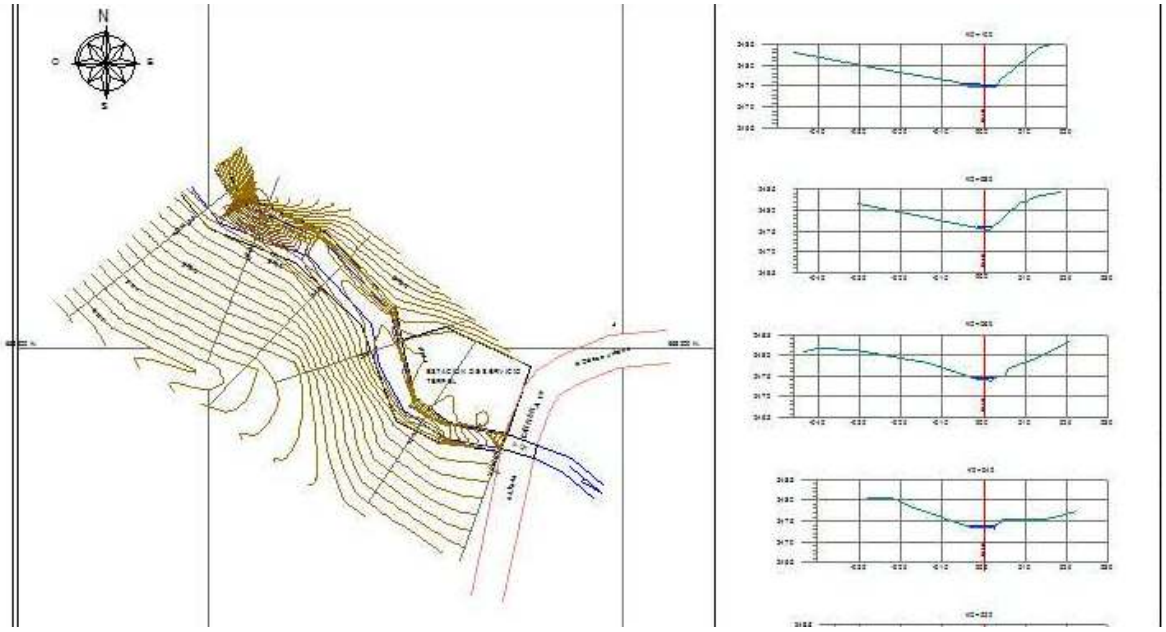


Figura 285 Topografía detallada para el estudio de Belén.



Figura 286 Zona de inundación San Pablo 1.

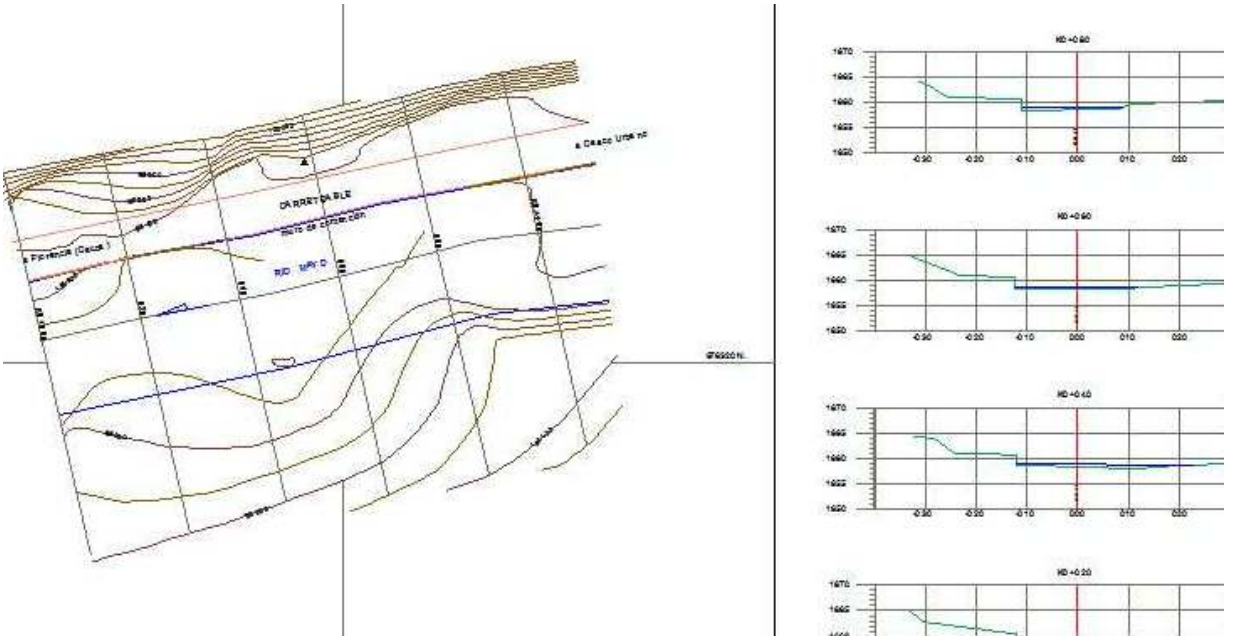


Figura 287 Detalle de la topografía levantada para efectos del análisis detallado.



Figura 288 Zona de inundación Tajumbina

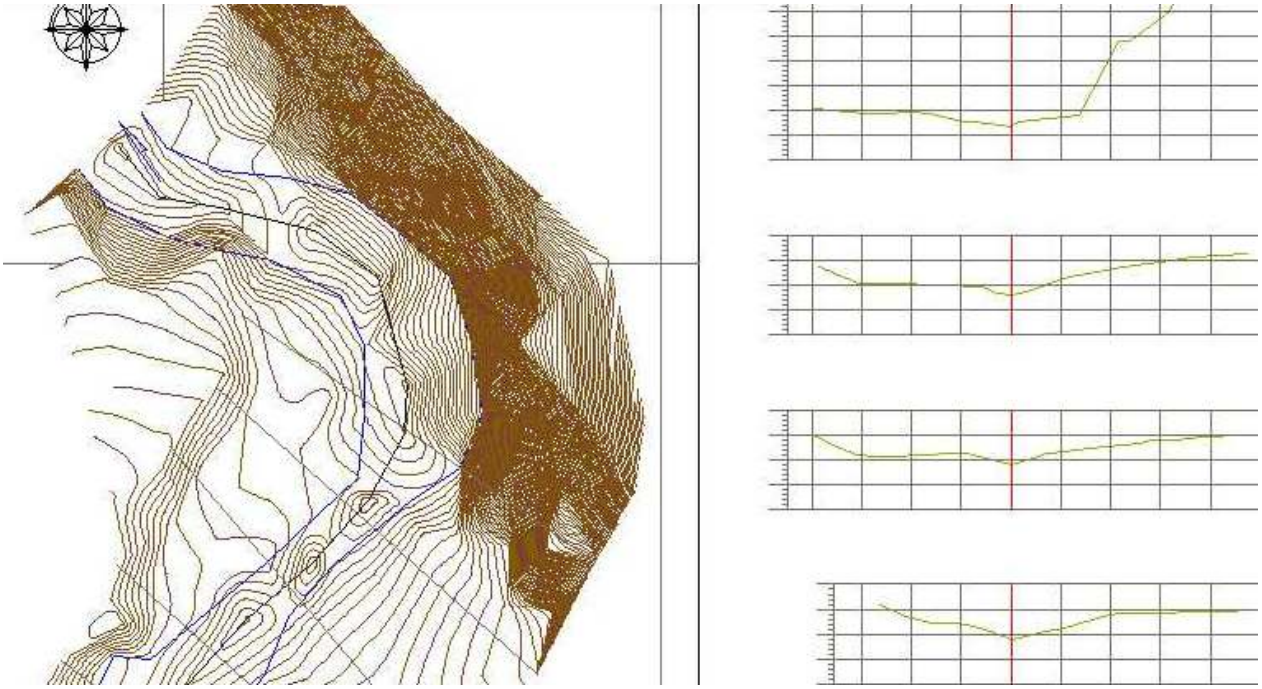


Figura 289 Detalle de topografía levantada para el estudio Tajumbina.

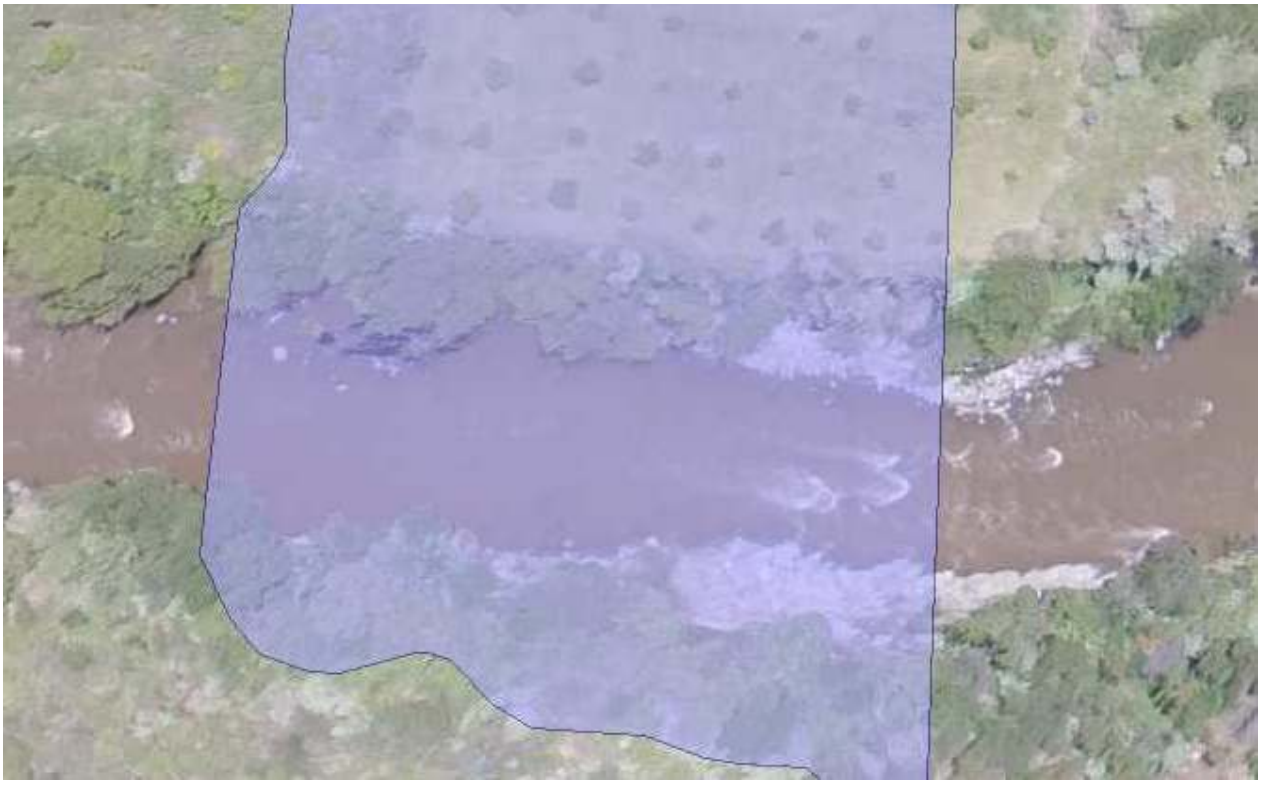


Figura 290 Zona de inundación Remolino Puente Mayo

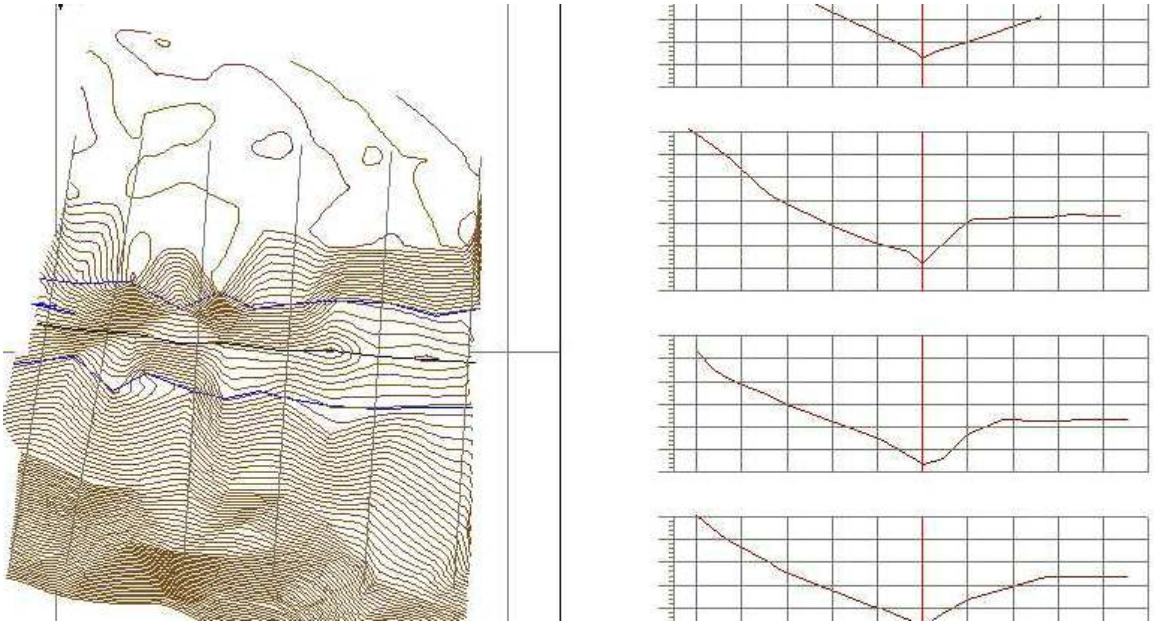


Figura 291 Topografía detallada zona Remolino, Puente Mayo.

Con el trabajo anterior se pudieron obtener cálculos de niveles de inundacion en las secciones transversales del levantamiento, dichas secciones se pueden apreciar en el anexo a este documento.

Las secciones obtenidas por el cálculo del programa HEC RAS son generadas en dibujo de sección y en datos numéricos.

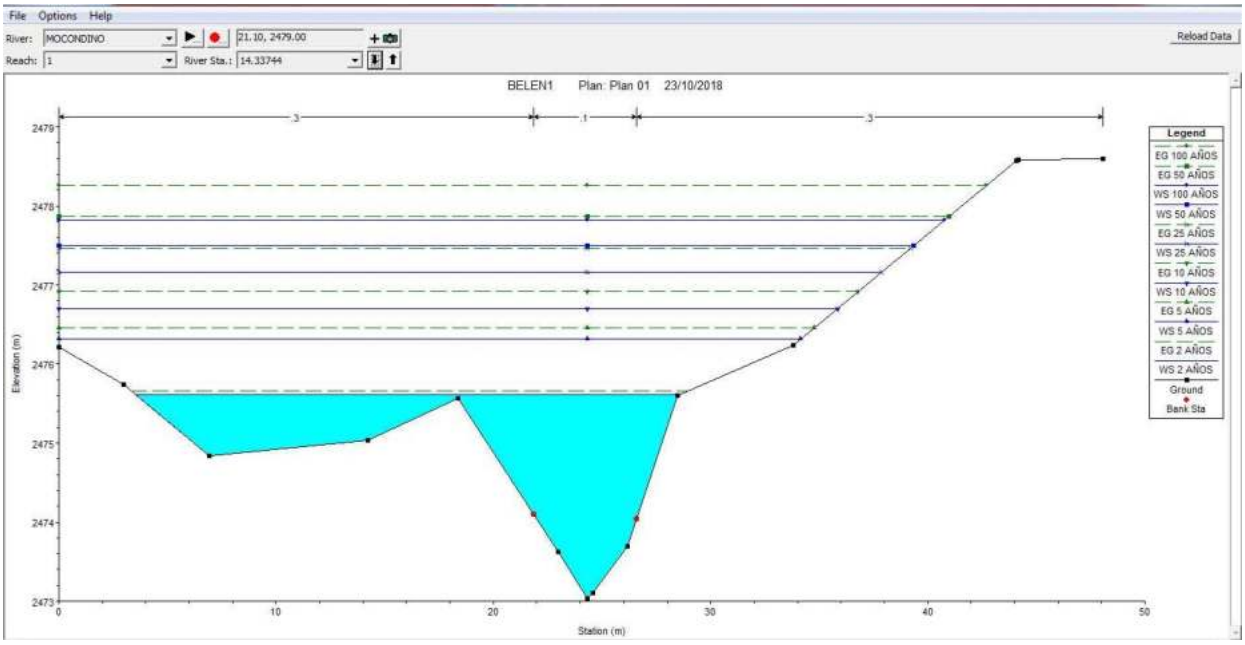


Figura 292 Sección trasversal con líneas de inundación a diferentes tiempos de retorno.

En esta sección se aprecia los niveles máximos de inundación llegando hasta los 3 metros más del nivel normal del rio, estos niveles pueden representar un riesgo para los habitantes de estas zonas.

Los niveles de inundación y la información asociada a cada una de las secciones analizadas como: Elevación mínima, elevación máxima, elevación critica, velocidad en el canal, área inundada y ancho máximo de inundación, se expresan para futuros análisis en tablas alfa numéricas las cueles permiten crear reportes para futuros estudios sobre riesgo detallado en estas zonas.

Estos datos completos se pueden apreciar en el anexo técnico de este documento.

Tabla 473 Datos de salida para cada sección transversal.

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev
		(m3/s)	(m)	(m)
1433744	2 AÑOS	12,8	2473,04	2475,61
	5 AÑOS	36,4	2473,04	2476,32
	10 AÑOS	57,55	2473,04	2476,71
	25 AÑOS	89,76	2473,04	2477,17
	50 AÑOS	117,17	2473,04	2477,5
	100 AÑOS	147,24	2473,04	2477,82
E.G. Elev	**E.G. Slope**	**Vel Chnl**	**Flow Area**	**Top Width**
(m)	**(m/m)**	**(m/s)**	**(m2)**	**(m)**
2475,66	0,005116	1,1	21,65	25,05
2476,46	0,011013	1,96	42,83	34,15
2476,91	0,014836	2,48	56,37	35,86
2477,47	0,019209	3,09	73,42	37,9
2477,87	0,022077	3,51	86,16	39,35
2478,26	0,024641	3,91	98,99	40,76

2.6.3.1.8. Análisis de la amenaza. A partir de la información obtenida del modelamiento de la amenaza por inundaciones; se procedió a realizar el reconocimiento fotogramétrico, además de la validación de las zonas en terreno, con el fin de establecer las áreas inundables tanto históricas, como verificar la certeza de los resultados obtenidos en el software Hec-RAS.

A partir de la información espacial obtenida en el modelamiento de los diferentes hidrogramas para cada periodo de retorno, se procedió a realizar un reconocimiento y delimitación de zonas

de forma visual, obteniendo la captura de áreas inundables de forma analítica, estableciendo criterios como los cambios de pendientes, elementos viales y naturales expuestos, además del registro histórico de eventos.

A nivel regional, y a escala 1:25.000, se obtuvieron las siguientes áreas y zonas de amenaza por inundación en un periodo de retorno de 100 años.

Tabla 474. *Áreas y zonas de amenaza por inundación en un periodo de retorno de 100 años*

Nivel de Amenaza	Area_ Ha	Porcentaje
Baja	358.53	57.7%
Media	38.7	6.3%
Alta	8.1	1.3%
Cuerpo de Agua	215.9	34.7%

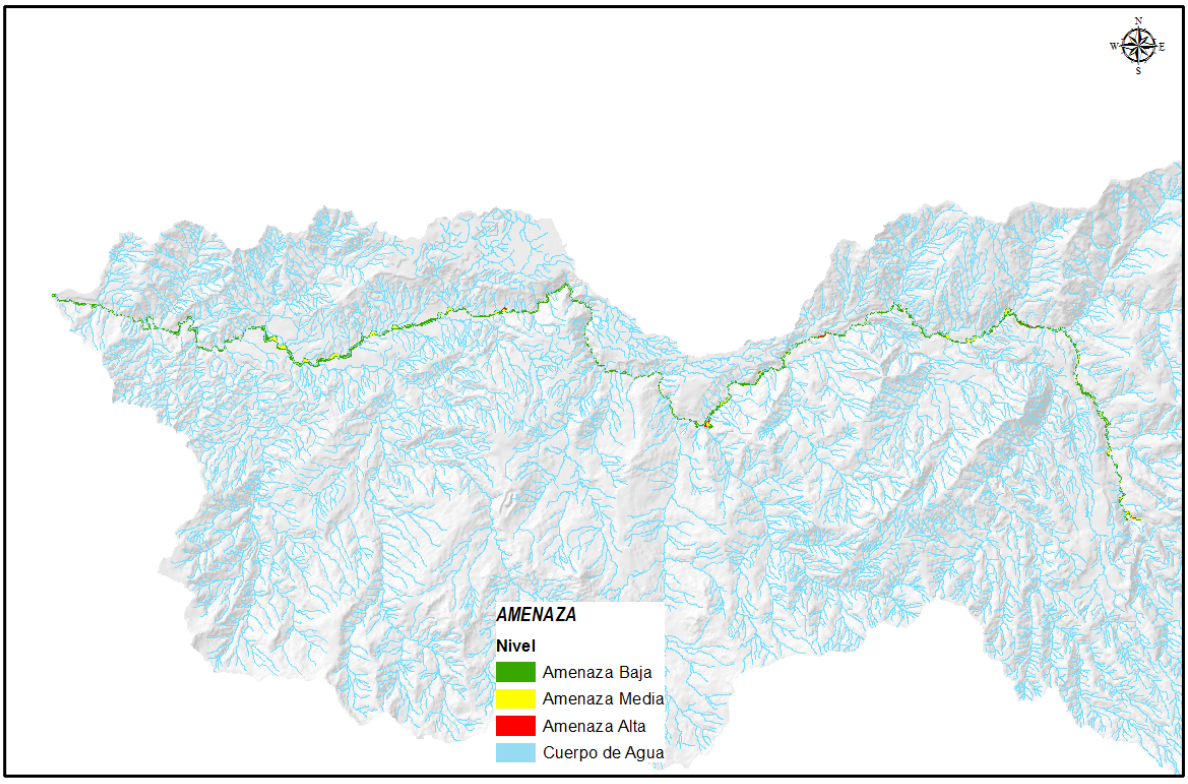


Figura 293. *Zonas de amenaza por inundación en un periodo de retorno de 100 años*

(Ver Anexo Cartográfico *47*. Mapa zonas de amenaza por inundación)

2.6.3.2. Movimientos en Masa. La terminología y clasificación de movimientos en masa, para este documento es conforme a la Guía para la Evaluación de Amenazas por Movimientos en Masa propuesta por el Proyecto Multinacional Andino (PMA), adoptada por Colombia, en la que movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos de ladera, deslizamientos o fallas de taludes, debajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad.

También se considera como "un conjunto de procesos denudativos relacionados con la deformación del terreno y el desplazamiento o transportación más o menos rápida y localizada de diferentes volúmenes del suelo, de mantos completos de meteorización, incluyendo material de suelo, detritos, bloques y masas rocosas, cuesta abajo por incidencia de fuerzas de desplazamiento, a veces con participación mayor o menor del agua, del suelo, del hielo y otros agentes" IGAC (2005). Las partes que constituyen de un movimiento en masa, pueden observarse en la siguiente figura.

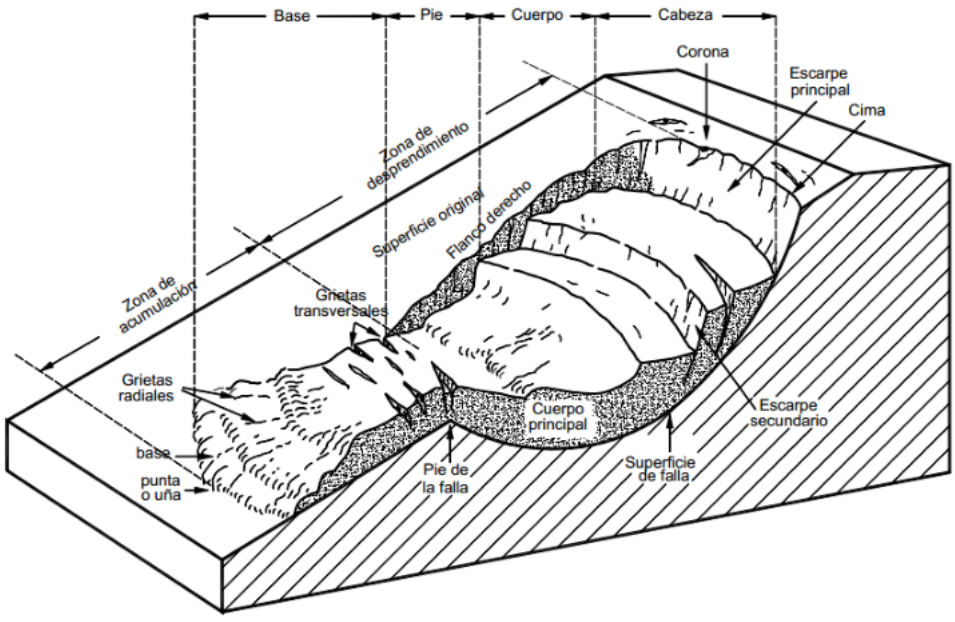


Figura 294. *Partes que conforman un movimiento en masa.*
Fuente: Jaime Suárez Díaz, 2007.

Escarpe principal: superficie muy inclinada a lo largo de la periferia posterior el área en movimiento, causado por el desplazamiento del material. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material conforma la superficie de la falla.

Escarpe secundario: superficie muy inclinada producida por el desplazamiento diferencial dentro de la masa que se mueve. En un deslizamiento pueden formarse varios escarpes secundarios.

Superficie de falla: área por debajo del movimiento y que delimita el volumen del material desplazado. El suelo por debajo de la superficie de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de ésta, se desplaza. En algunos movimientos no hay superficie de falla.
Cabeza: parte superior de la masa de material que se mueve. La cabeza del deslizamiento no corresponde necesariamente a la cabeza del talud. Arriba de la cabeza está la corona.

Cima: el punto más alto de la cabeza, en el contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.

Corona: el material que se encuentra en el sitio, (prácticamente inalterado), adyacente a la parte más alta del escarpe principal, por encima de la cabeza.

Pie de la superficie de falla: la línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno. Es necesario tener en consideración los procesos que infieren en la etapa de deterioro. Luego de la ocurrencia de un fenómeno, la zona afectada manifiesta procesos de inestabilidad cuya naturaleza tanto por su geometría como por su composición geológica, no es de un movimiento en masa en sí, sino una etapa de deterioro.

Según Suárez Díaz, entre los procesos que ocurren previamente a la falla masiva, están:

a) Caída de granos: Consiste en la caída de granos individuales de la masa de roca con desintegración física a granos como pre-requisito.
b) Descascaramiento: Caída de cáscaras de material de la masa de roca. Las cáscaras tienen forma de láminas con una dimensión significativamente menor a las otras dos dimensiones.
c) Formación, inclinación y caída de losas de roca: Se forman prismas o pequeñas placas con dimensiones mínimas de 50 mm, Pudiendo existir deslizamiento y rotación 0 pandeo. Las inclinaciones pueden considerarse como un proceso de deterioro o como un movimiento del talud.
d) Caída de bloques: Pueden caer por gravedad, en forma ocasional bloques individuales de roca de cualquier dimensión, produciendo un deterioro en la estructura del talud.
e) Desmoronamiento del talud: El desmoronamiento general del talud produce la caída de bloques de diversas dimensiones en forma semi continua.

f) Caída de roca: La caída de muchos bloques de roca "en un solo evento" requiere que haya ocurrido un debilitamiento de la masa de roca, debido a la fragmentación y a la ausencia de soporte lateral.

g) Lavado superficial o erosión: Desprendimiento, transporte y deposición de partículas o masas pequeñas de suelo o roca, por acción de las fuerzas generadas por el movimiento del agua. Son procesos muy comunes en suelos residuales poco cementados o en suelos aluviales, especialmente los compuestos por limos y arenas finas principalmente.

h) Flujo de detritos: El desprendimiento y transporte de partículas gruesas y finas en una matriz de agua y granos en forma de flujo seco o saturado.

i) Agrietamiento por tensión: La mayoría de los suelos poseen muy baja resistencia a la tensión y la generación de esfuerzos relativamente pequeños (especialmente arriba de la cabeza de los taludes y laderas), puede producir grietas de tensión, las cuales facilitan la infiltración de agua y debilitan la estructura de la masa de suelo permitiendo la formación de superficies de falla.

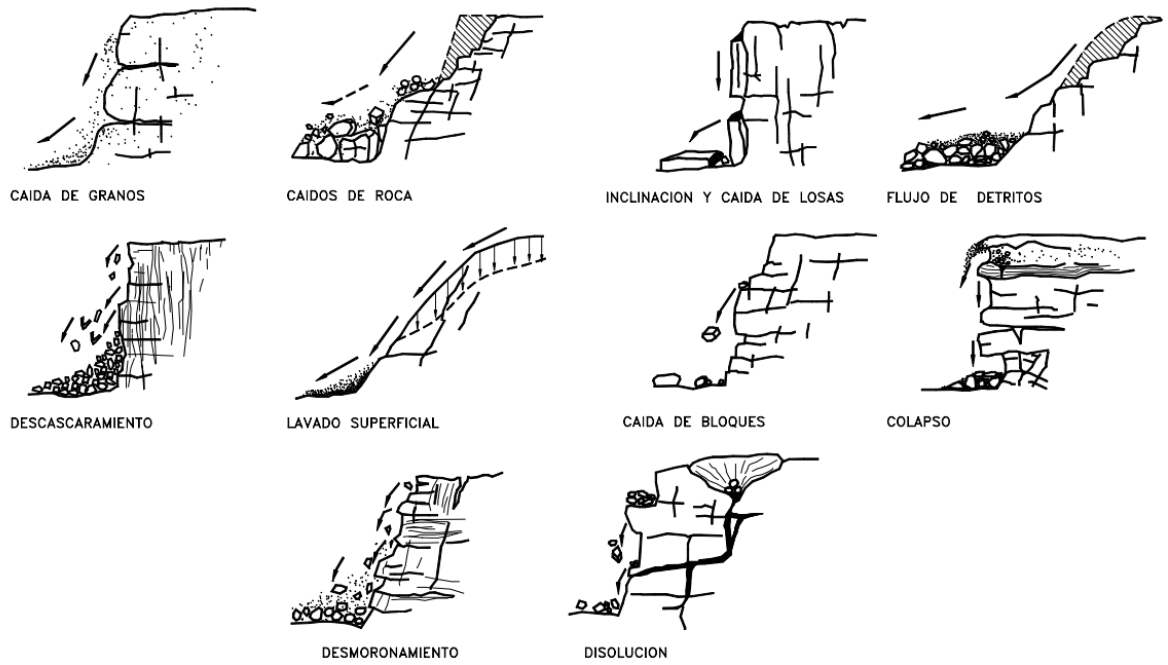


Figura 295. *Proceso de deterioro de un movimiento en masa.*
Fuente: Jaime Suárez Díaz, 1998.

Otro factor importante es la ocurrencia de una falla, que obedece a un proceso, el cual comprende una gran cantidad de factores que incluyen: la topografía, geológica, tipo y características de los materiales y perfiles, drenaje, condiciones ambientales generales, cobertura vegetal, sismicidad,

etc., estas condiciones determinan una susceptibilidad al deterioro, a la acción de los factores detonantes y al fallamiento.

Entre los principales factores de deterioro se encuentra la disminución en la resistencia al cortante del material, y los factores detonantes que son el resultado del aumento en el corte a lo largo de la superficie de falla hasta que ocurre un movimiento; los procesos que infieren en estos factores son:

- Procesos geomorfológicos o físicos: la tectónica de placas producen esfuerzos e inducen deformaciones, las cuales son difíciles de evaluar.
- La erosión, la sedimentación, la lluvia, las inundaciones, los sismos, las erupciones volcánicas, la expansión de los suelos, etc.

- Procesos antrópicos: las excavaciones o cortes, las excavaciones subterráneas, los rellenos o depósitos de material sobre el talud, la irrigación, las fugas de agua, el mantenimiento inadecuado de sistemas de drenaje y subdrenaje, la deforestación, entre otras.

2.6.3.2.1. Clasificación de los Movimientos en Masa: para la clasificación de los movimientos en masa se presenta el sistema propuesto originalmente por Varnes y presentado por Suárez, el cual tipifica los principales tipos de movimiento así:

- Caído: en los caídos una masa de cualquier tamaño se desprende de un talud de pendiente fuerte, a largo de un superficie, en la cual ocurre o muy poco desplazamiento de corte y desciende principalmente, a través del aire por caída libre, a saltos o rodando. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (*Figura 296* y *Figura 297*).

- Inclinación o volteo: este tipo de movimiento consiste en una rotación hacia adelante de una unidad(es) de material térreo con centro de giro por debajo del centro de gravedad de la unidad y generalmente, ocurren en las formaciones rocosas (*Figura 298*).

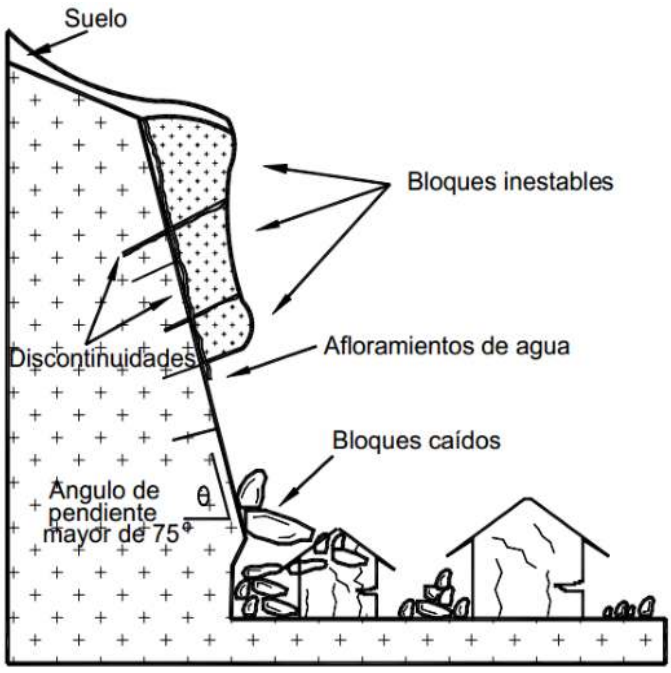


Figura 296. *Caída de bloques por gravedad en roca fracturada.*

Fuente: Jaime Suárez Díaz, 1998.

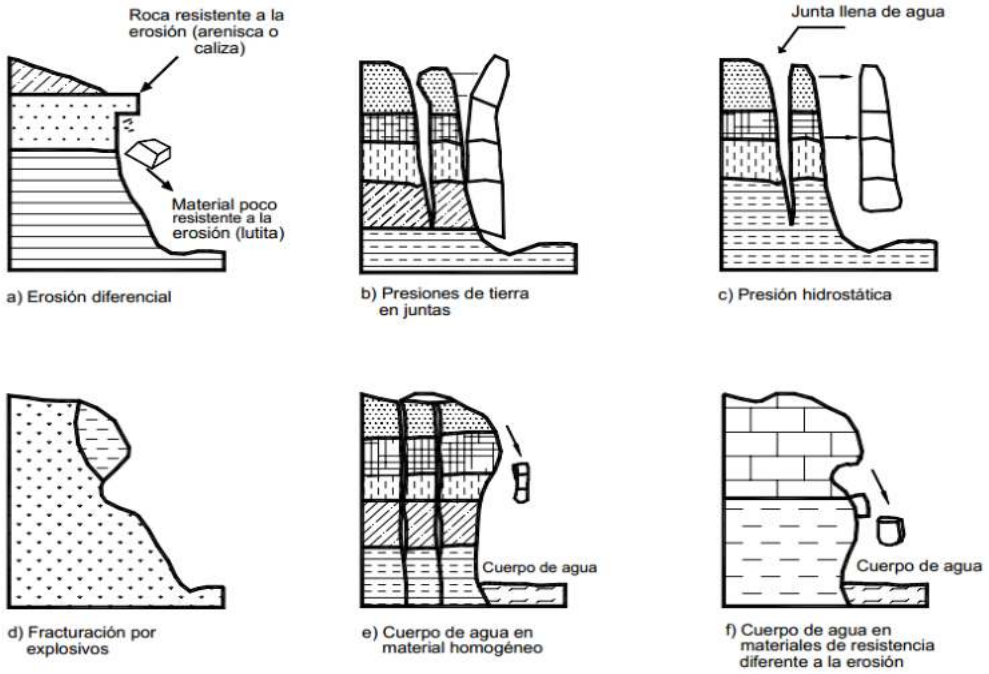


Figura 297. *Procesos de Deterioro*

Fuente: Jaime Suárez Díaz, 1998.

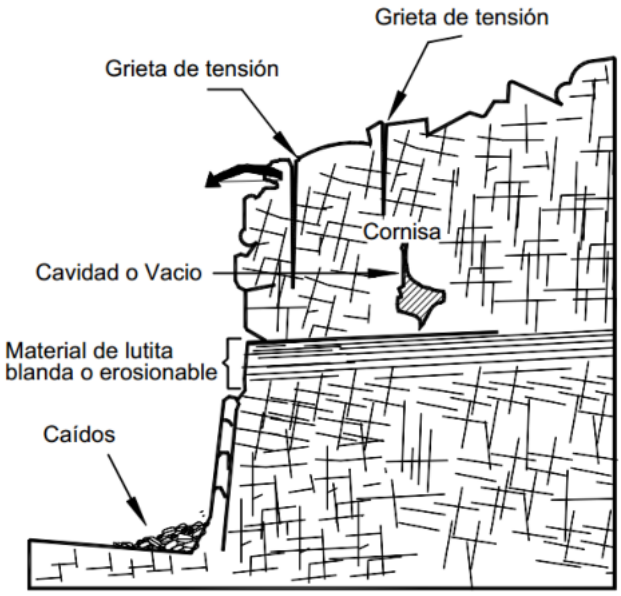


Figura 298. *Volteo o Inclinación de Materiales Residuales.*
Fuente: Jaime Suárez Díaz, 1998.

- Reptación: consiste en movimientos muy lentos extremadamente lentos del suelo sub – superficial sin una superficie de falla definida; generalmente, el movimiento es de unos pocos centímetros al año y afecta grandes areas de terreno.

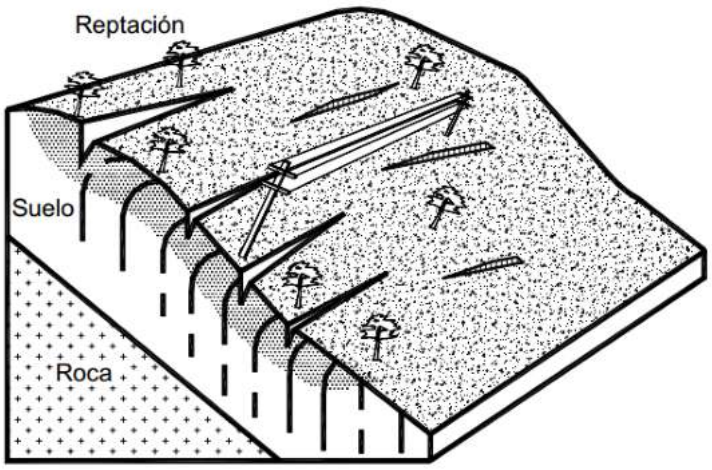


Figura 299. *Esquema proceso Reptación.*
Fuente: Jaime Suárez Díaz, 1998.



Fotografía 80. *Movimiento Reptación, Vereda El Salado, Municipio de La Cruz.*

- Deslizamiento: este movimiento consiste en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. El movimiento puede ser progresivo, o sea, que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda, la que sería, la superficie de falla. Los deslizamientos se pueden a su vez dividir en dos subtipos denominados deslizamientos rotacionales y traslacionales o planares.

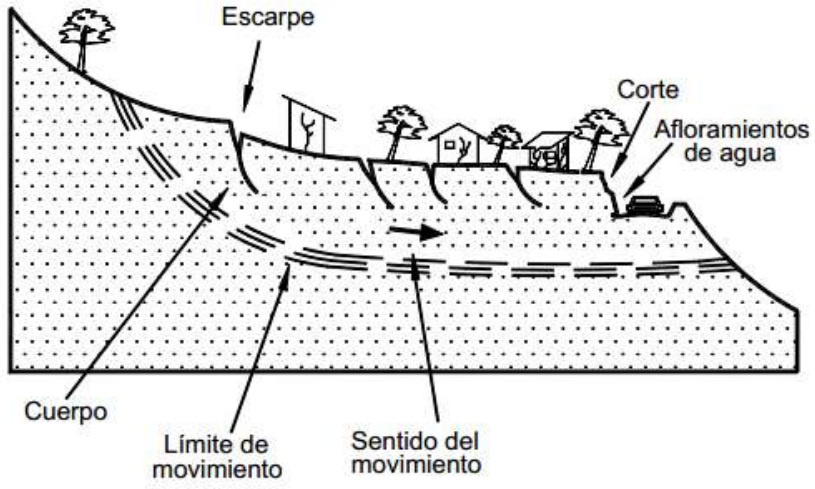


Figura 300. *Deslizamiento en suelos blandos*

Fuente: Jaime Suárez Díaz, 1998

Deslizamiento rotacional: La superficie de falla es formada por una curva cuyo centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento (*Figura 302*).

El movimiento produce un área superior de hundimiento y otra inferior de deslizamiento generándose comúnmente, flujo de materiales por debajo del pie del deslizamiento. En muchos deslizamientos rotacionales se forma una superficie cóncava en forma de "cuchara". Los deslizamientos estrictamente rotacionales ocurren usualmente, en suelos homogéneos.

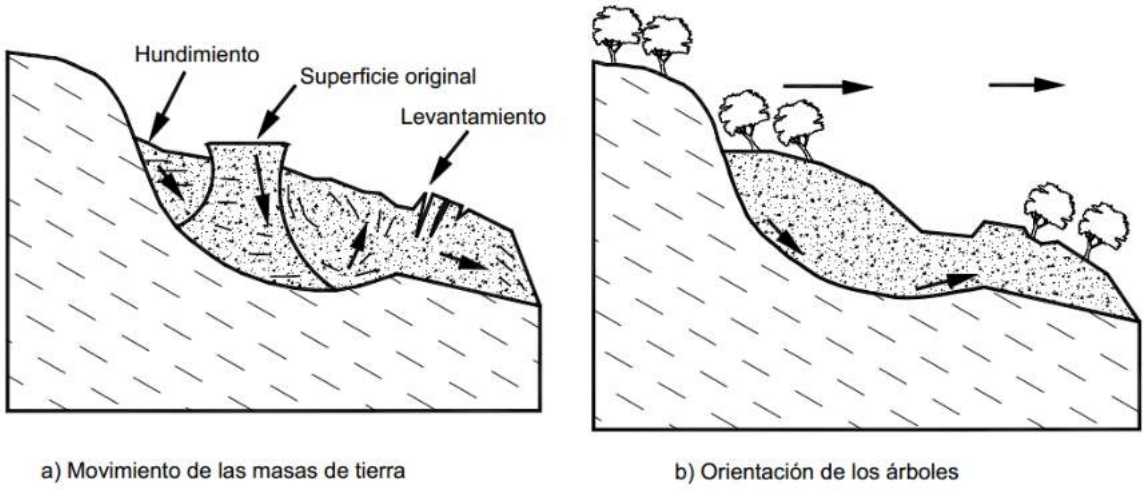


Figura 301. *Deslizamiento Rotacional*
Fuente: Jaime Suárez Díaz, 1998

Deslizamiento de traslación: El movimiento de la masa se desplaza hacia fuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada.

Un movimiento de rotación trata de auto-estabilizarse, mientras uno de traslación puede progresar indefinidamente a lo largo de la ladera hacia abajo. Los movimientos de traslación son comúnmente controlados por superficies de debilidad tales como fallas, juntas, fracturas, planos de estratificación y zonas de cambio de estado de meteorización que corresponden en términos cuantitativos a cambios en la resistencia al corte de los materiales o por el contacto entre la roca y materiales blandos o coluviones.

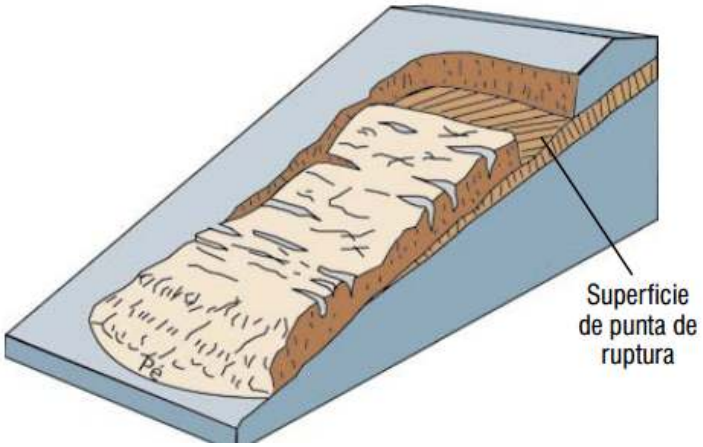


Figura 302. *Deslizamiento de Traslación*
Fuente: Manual de Derrumbes (USGS, 2008).



Fotografía 81 Movimiento Traslacional, Vereda Tajumbina, Municipio La Cruz.

Esparcimiento lateral: En los esparcimientos laterales el modo de movimiento dominante es la extensión lateral acomodada por fracturas de corte y tensión. El mecanismo de falla puede incluir elementos no solo de rotación y traslación sino también de flujo.

Generalmente, los movimientos son complejos y difíciles de caracterizar. La franja del movimiento es por lo general extremadamente lenta y pueden ocurrir en masas de roca, sobre suelos plásticos o en suelos finos, tales como arcillas y limos sensitivos que pierden gran parte de su resistencia al remoldearse.

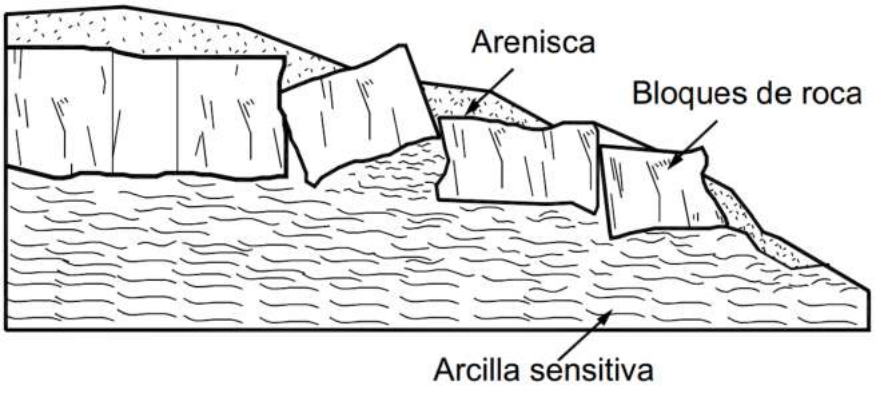


Figura 303. *Esquema de un Esparcimiento Lateral.*
Fuente: Jaime Suárez Díaz, 1998

Flujo: En un lujo movimientos relativos de las panículas o bloques pequeños dentro de una masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser lentos 0 rápidos, así como secos o húmedos y los puede haber de roca, de residuos, de suelo o tierra.

Avalanchas: En las avalanchas la falla progresiva es muy rápida y el desciende formando una especie de "ríos de roca y suelo- (*Figura 304*). Las avalanchas son generadas a partir de gran aporte de materiales de uno o varios deslizamientos 0 combinados con un volumen importante de agua. Los cuales forman una masa de comportamiento de líquido viscoso que puede lograr velocidades muy altas con gran poder destructivo.

Movimientos complejos: Con mucha frecuencia los movimientos de un talud incluyen una combinación de dos o más principales tipos de desplazamiento descritos anteriormente, este tipo de movimientos se les denomina como ¨complejo¨.

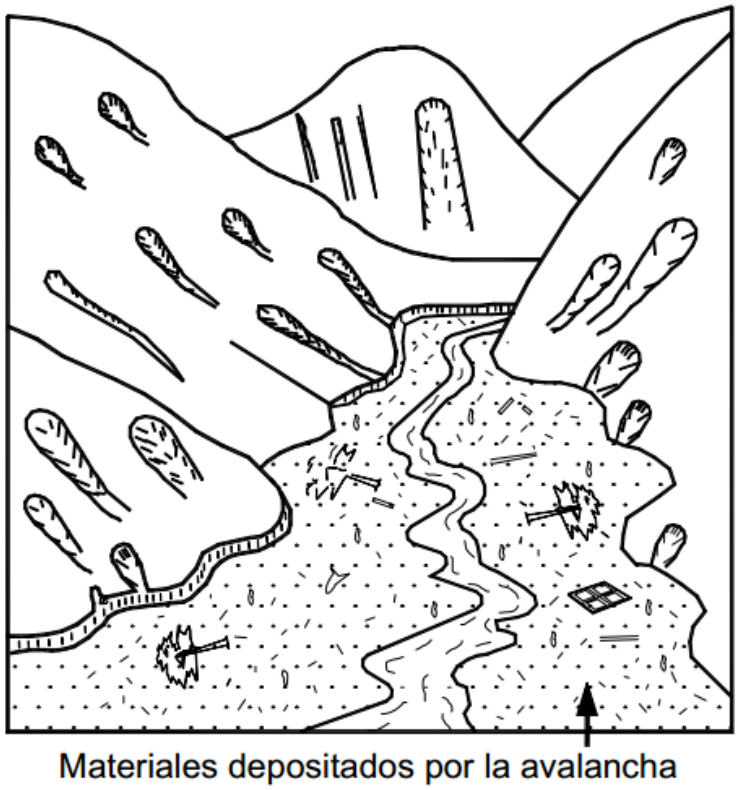


Figura 304. *Esquema de una Avalancha*
Fuente: Jaime Suárez Díaz, 1998

2.6.3.2.2. Caracterización de Movimientos en Masa presentes en la Cuenca. La caracterización de un movimiento en masa, es una parte complementaria al proceso de clasificar un fenómeno de este tipo, ya que ella proporciona la información necesaria para tener una visión completa en cuanto a las características diversas que se presenten en cada movimiento de masa, es por ello que es importante definir las características que posee en cuanto a secuencia, estado de actividad, estilo, velocidad, humedad y material.

Suarez, (1996) retoma la caracterización realizada por Varnes, la cual se presenta a continuación:

- I Tipo de Material. Se refiere a los siguientes tipos de material deslizado:

Roca: Se denomina a la roca dura y firme que estaba intacta en su lugar antes de la iniciación del movimiento.
Residuos: Se denominan residuos o "Detritos" a los suelos que contienen una significativa proporción de material grueso, más el 20% del material en peso debe ser mayor que 2 mm de diámetro.

Tierra o suelo: se denomina tierra o suelo al material que tiene más del 80% de las partículas menores a 2 mm. Se incluyen los materiales desde arenas a arcillas muy plásticas.

- II Humedad. Es uno de los factores determinantes para la ocurrencia de un movimiento en masa, ya que influye directamente en la resistencia al corte de un suelo, afectando en mayor magnitud a suelos finos como limos y arcillas. Dentro de éste parámetro se distinguen los siguientes estados:

Seco: No contiene humedad "visible"
Húmedo: Contiene algo de agua, pero no posee agua libre y puede comportarse como un sólido plástico pero no como un líquido.
Mojado: Contiene suficiente agua para comportarse en parte como un líquido y posee cantidades visibles de agua que pueden salir del material.
Muy mojado: Contiene agua suficiente para fluir como líquido, aún en pendientes bajas.

- III Secuencia de Repetición. Se refiere a movimientos que inician en un área local y progresan o se repiten en una determinada dirección. Dentro de esta secuencia se pueden citar los siguientes:

Progresivo: La superficie de falla se extiende en la misma dirección del movimiento.
Retrogresivo: La superficie de falla se extiende en dirección opuesta al movimiento.
Ampliándose: La superficie de falla se extiende hacia una u otra de las márgenes laterales.
Alargándose: La superficie de falla se alarga agregando continuamente volumen de material desplazado. La superficie de la falla puede alargarse a una o más direcciones.
Confinado: Se refiere a movimientos que tienen un escarpe visible pero no tienen superficie de falla visible en el pie de la masa desplazada.
Disminuyendo: El volumen de material siendo desplazado, disminuye con el tiempo.

- IV Estilo. Suárez establece una nomenclatura adaptada de Varnes, en cuanto a la actividad del deslizamiento cuando aparecen conjuntamente diferentes tipos de movimiento:

Complejo: Es aquel que tiene al menos dos tipos de movimiento, por ejemplo, inclinación y deslizamiento.

Compuesto: Corresponde al caso en el cual ocurren simultáneamente varios tipos de movimiento en diferentes áreas de la masa desplazada.
Múltiple: Deslizamiento que muestra movimientos repetidos del mismo tipo, generalmente, ampliando la superficie de falla.
Sencillo: Corresponde a un solo tipo de movimiento.

- V Estado de Actividad:

Activo: Deslizamiento que se está moviendo en los actuales momentos.
Reactivado: Movimiento que está nuevamente activo, después de haber estado inactivo. Por ejemplo, deslizamientos reactivados sobre antiguas superficies de falla.
Suspendido: Deslizamientos que han estado activos durante los últimos ciclos estacionales pero que no se está moviendo en la actualidad.
Inactivo: Deslizamientos que llevan varios ciclos estaciónales sin actividad.
Dormido: Deslizamiento inactivo pero que las causas del movimiento aparentemente permanecen.
Abandonado: Es el caso de un rio que cambio de curso y que estaba produciendo un deslizamiento.
Estabilizado: Movimiento suspendido por obras remédiales artificiales.
Relicto: Deslizamientos que ocurrieron posiblemente, hacia varios miles de años.

En conclusión, los movimientos en masa se entienden como cualquier evento de carácter hidrogravitatorio en el que se vea involucrado el desplazamiento brusco o lento de material rocoso. Para identificar las características que influyen en la susceptibilidad a movimientos en masa, es necesario analizar los diferentes factores físicos, tanto de la roca como de elementos relacionados con la cobertura vegetal y el uso del suelo; el clima y las condiciones geomorfológicas que condicionan y determinan la ocurrencia de este tipo de eventos.

Se identifican y clasifican de acuerdo a las principales características morfológicas, así su clasificación varía según el autor, por esta razón la categorización y tipificación que se propone para el presente estudio es la descrita por Varnes (1978), quien identifica los movimientos en masa según el tipo de movimiento y material, por lo tanto, en la *Tabla 475Tabla 475.* Clasificación tipos Movimientos en Masa, se definen los tipos de movimientos en masa más comunes y en la *Figura 305*, se esquematiza cada uno de los tipos de fenómenos.

Tabla 475. *Clasificación tipos Movimientos en Masa*

Tipo de Movimiento		Tipo de Material		
		Rocas	Suelos	
			Gruesos	Finos
Deslizamientos	Traslacional	Deslizamiento de Roca	Detritos	Tierra
	Rotacional			
Flujos		Flujos de Roca		
Caídas		Caídas de Roca		
Volcamiento		Volcamiento de Roca		
Reptación		Reptación del Suelo		

Fuente: Modificado de Varnes, 1978

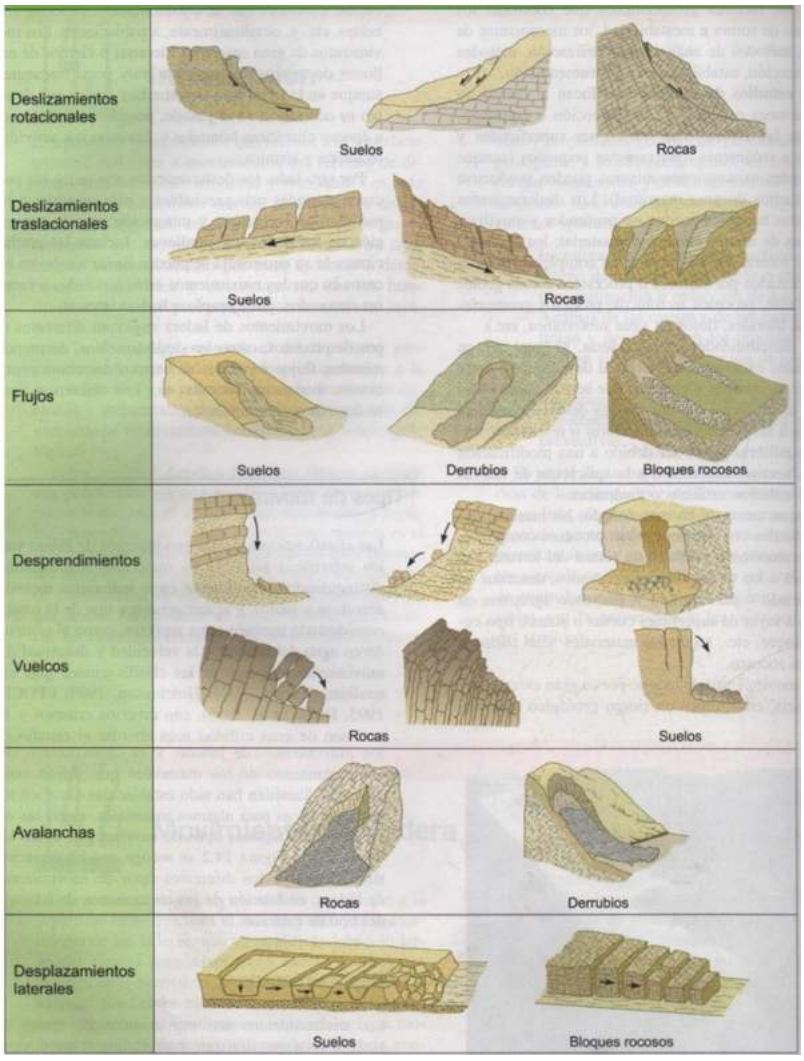


Figura 305. *Tipos de Movimientos en Masa.*

Fuente: Protocolo Incorporación Gestión del Riesgo, 2014 (Gonzales de Vallejo, 2002)

En el análisis de las amenazas es importante considerar algunos factores que influyen o contribuyen en la generación de las mismas, en el caso concreto de los fenómenos de remoción de masa se habla de factores detonantes que ¨son aquellos que provocan o disparan, un evento, como el sismo o la lluvia en el caso de los deslizamientos, la deforestación y el modelado de las laderas, suelen ser factores.

La topografía sin duda es la variable que más influye en los fenómenos de movimientos en masa ya que son más notorios en áreas escarpadas de pendientes fuertes. Indicando que las zonas de alta pendiente son propensas a sufrir movimientos en masa, además cuando es acompañado con la presencia de fuertes precipitaciones, posibilita la ocurrencia del desplazamiento de material de suelo.

Es preciso mencionar que los suelos con alto contenido de materia orgánica, como los suelos volcánicos, característicos de la región Andina, tienen mayor probabilidad a sufrir procesos de movimientos en masa, por su baja cohesión y alta retención de agua.

Otro factor contribuyente en la generación de fenómenos de remoción en masa lo constituye la actividad antrópica: la transformación constante que ejerce el hombre sobre los recursos naturales, bajo presión al sistema económico globalizado; para ello se pone en marcha de sistemas productivos como la agricultura, la ganadería extensiva y el emplazamiento de grandes obras de infraestructura; hacen que el terreno se vuelva vulnerable a la aparición de fenómenos de remoción en masa, debido a que el material litológico pierde su resistencia natural accionado por el desgaste, valor, vibraciones, y otros efectos derivados de la actividad antrópica en superficie.

En recorridos de campo y observación ocular de imágenes satelitales, se pudo observar que los municipios de Colón (Génova) y Belén, son los que poseen mayor presencia de pastoreo extensivo, en consecuencia, se presentan con mayor frecuencia los movimientos en masa de tipo: reptación, deslizamientos y flujos; las actividades productivas de la zona constantemente ejercen presión al ecosistema de la parte alta y media de la cuenca del Río Mayo.



Fotografía 82. *Pastoreo Intensivo, Municipio de Belén*



Fotografía 83. *Movimiento Reptación, Municipio de Colón*

Así mismo, es común encontrar varios movimientos en masa a lo largo de las zonas de infraestructura específicamente en las vías de comunicación terrestre, donde el corte efectuado sobre el talud de las montañas hace que el material se desestabilice y fracture ocasionando el desprendimiento del terreno; constantemente la comunicación terrestre se encuentra obstruida a

causa de movimientos en masa, es el caso de la vereda Santa Cecilia en el municipio de San Lorenzo, la cual se encuentra incomunicada a causa de dos (2) deslizamientos junto a la vía, obstaculizando el tránsito vehicular.



Fotografía 84*. Movimiento en Masa en Vía a Santa Cecilia.*



Fotografía 85. *Movimiento en Masa Vía Higuerones - La Unión.*



Fotografía 86. *Movimiento en Masa Vía Florencia – San Pablo.*

2.6.3.2.3. Metodología. Para determinar la susceptibilidad a Movimientos en Masa, se tuvo en cuenta la Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, a escala detallada del SGC, y la caracterización de las condiciones del riesgo de la cuenca del Río Mayo. Representa la fragilidad física en sufrir un evento adverso en caso de presentarse un fenómeno natural o socio – natural; una vez definidas las características físicas representadas principalmente por la geología que condiciona el relieve, la topografía, el tipo de roca y de suelo; por otro lado, es necesario contar con información de campo para a partir de ello evaluar la inestabilidad resultante del análisis espacial.

Con el fin de establecer criterios para la evaluación de los movimientos en masa, de las cuales se siguieron las siguientes actividades:

- ✓ Evaluación del Modelo digital del Terreno (MDT), (Pendiente, Orientación de las laderas, Insolación, Distancia a vías y carreteras, Distancia a cauces, Densidad de drenaje y Tamaño de la cuenca).
- ✓ Se utilizó el registro y catálogo de eventos históricos.
- ✓ Identificación de los factores de propensividad y selección de variables.

- ✓ Evaluación de susceptibilidad mediante geoprocesamiento de la información.
- ✓ Identificación de áreas con susceptibilidad alta y media para la evaluación de unidades geológicas a escala 100k.

2.6.3.2.4. Análisis de rasgos geomorfológicos y geológicos

- Descripción litológica

Procesamiento del Modelo Digital de Terreno

De acuerdo a la metodología tomada para analizar desde el punto de vista físico, el insumo que más peso tiene al momento de ponderar e interpolar los valores geográficos, es el modelo digital de terreno (MDT), que se convierte en una representación abstracta de las elevaciones del nivel medio del mar a través de una malla de celdas continua (Tipo *Raster*), realizada a partir de la cartografía base suministrada por el IGAC; el postprocesmiento de la información cartográfica recopilada no presenta fallas, que evidencien anomalías en la situación del terreno.

En el desarrollo de la investigación se elaboró como insumo principal en el modelamiento de terreno para la cuenca el Modelo Digital de Terreno resultado de la interpolación de la información altimétrica proporcionada por el IGAC en las planchas topográficas base a escala 1:25.000.

A partir de este insumo, se procedió a elaborar los subproductos: pendientes, insolación y dirección de laderas, insumo básico para el análisis de la susceptibilidad a movimientos en masa en la cuenca Río Mayo.

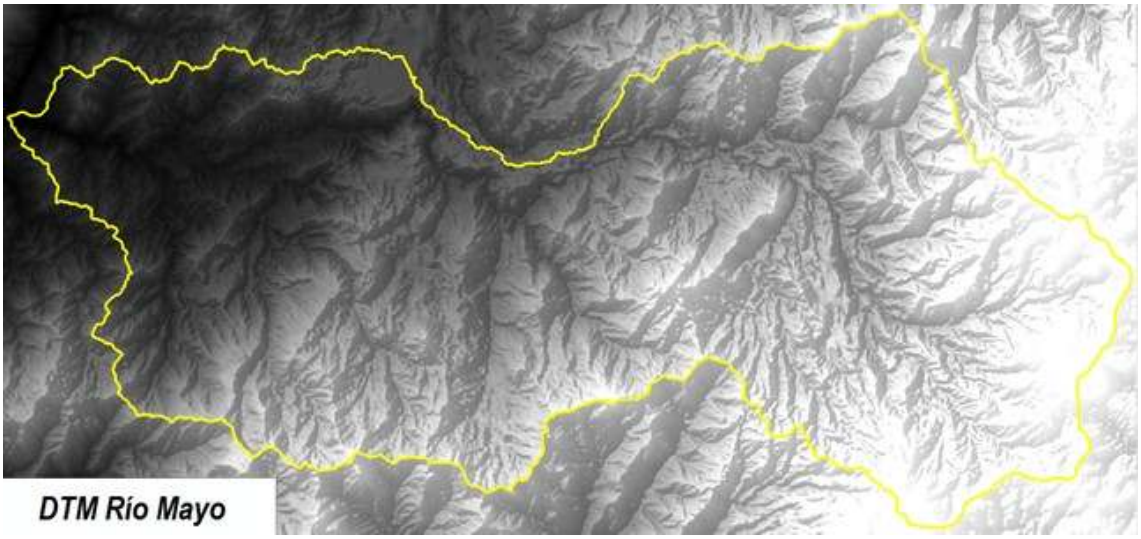


Figura 306. *MDT Río Mayo.*

Inventario de eventos

Como se mencionó anteriormente, los reportes de eventos de Desinventar y la DAGRD Gobernación de Nariño, poseen información valiosa para la priorización de escenarios, pero no cuentan con una georreferenciación; por esta razón, se usó el registro del SGC, que tiene la localización de eventos de movimientos en masa en la cuenca Río Mayo, registro del catálogo de eventos del Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA).

Los noventa y un (91) eventos registrados y georreferenciados, setenta y dos (72) sirven de muestra para realizar el método estadístico univariado, puesto que permite identificar con precisión las características físicas de cada evento registrado, para analizar la susceptibilidad de cada variable (pendiente, geología, geomorfología, cobertura y suelos) con respecto a cada tipo de movimiento en masa, de los cuales cincuenta y cuatro (54) son de tipo deslizamientos, ocho (8) flujos, cinco (5) reptación y cuatro (4) caídas de roca.

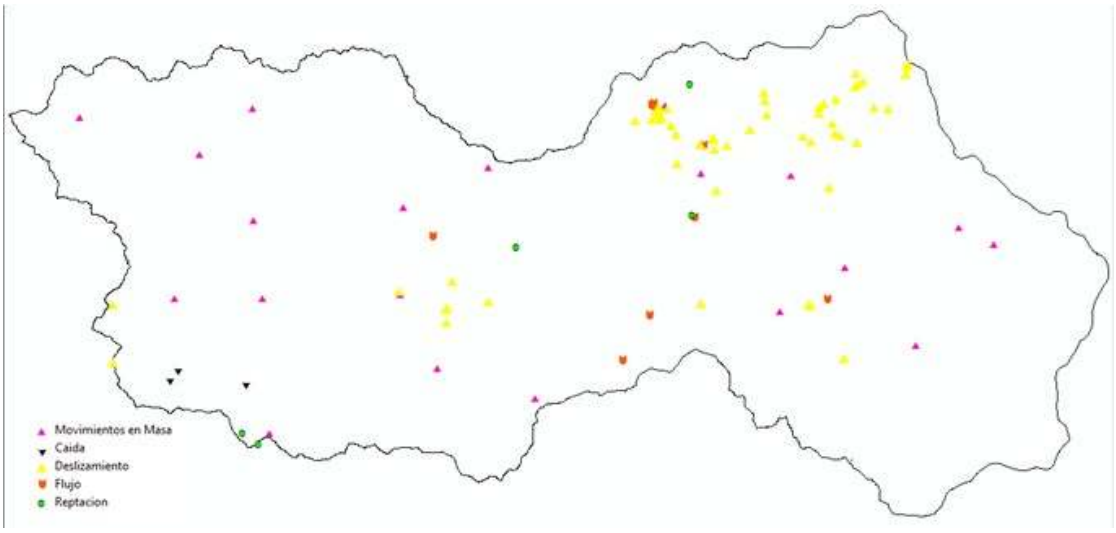


Figura 307. *Eventos Movimientos en Masa Río Mayo.*
Fuente: Este Estudio con base SIMMA.

Los diferentes movimientos en masa identificados para la cuenca fueron visitados y delimitados previamente teniendo en cuenta recorridos, registros fotográficos y el volcado de información en el formato del SGC.

De la verificación inicial se clasifico los eventos por su estado actual o su evolución temporal, de la cual se determinaron las clases de evento activo, estabilizado, latente o suspendido, a continuación, se relacionan los eventos de la cuenca por su estado y distribución espacial.

Tabla 476. *Estado Eventos Movimientos en Masa*

Estado Eventos Amenazantes		%
Activo	21	29
Sin Información	11	15
Latente	10	14
Suspendido	6	8
Estabilizado	4	6
Total	72	100

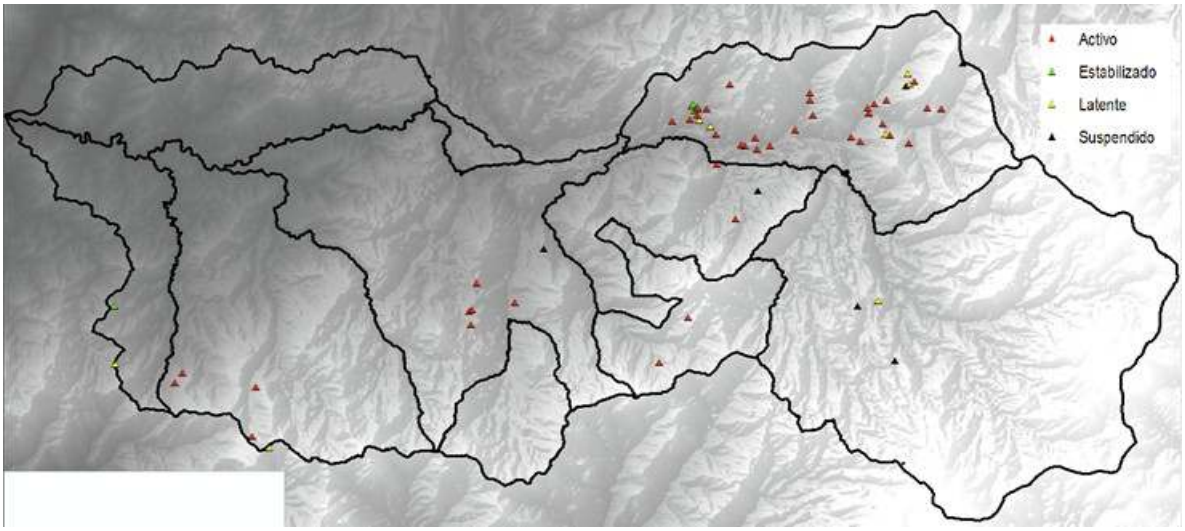


Figura 308. *Estado de Eventos Movimientos en Masa.*
Fuente: Este Estudio con base SIMMA.

- Obtención del mapa de susceptibilidad

Factores de propensividad y selección de variables

Para determinar las características físicas comunes que se presentan en la ocurrencia de los diferentes movimientos en masa para la cuenca, se realizó la identificación y clasificación de unidades geológicas, geomorfológicas, cobertura vegetal y el tipo de suelos. Este análisis permite categorizar la información temática de acuerdo con los porcentajes de cada variable en relación con los movimientos en masa, con el fin de establecer la relación entre la presencia de las mismas en la ocurrencia de eventos amenazantes además se completo este estudio con Apiques geologia para ingenieria UGS que se entregan en el Anexo 23. Apiques geologia para ingenieria UGS.

Luego de identificar los lugares afectados por distintos tipos de movimientos en masa, se procede a realizar un análisis espacial, del cual se obtuvieron las siguientes unidades geológicas con sus respectivas áreas y porcentajes (ver Tabla 477. Porcentaje de Unidades Geológicas con Movimientos en Masa), y a partir de un análisis de correlación espacial, además de la identificación de la resistencia y el stock para cada unidad, se estableció una calificación para determinar la susceptibilidad geológica de la cuenca. De los cuales se obtuvo la siguiente categorización.

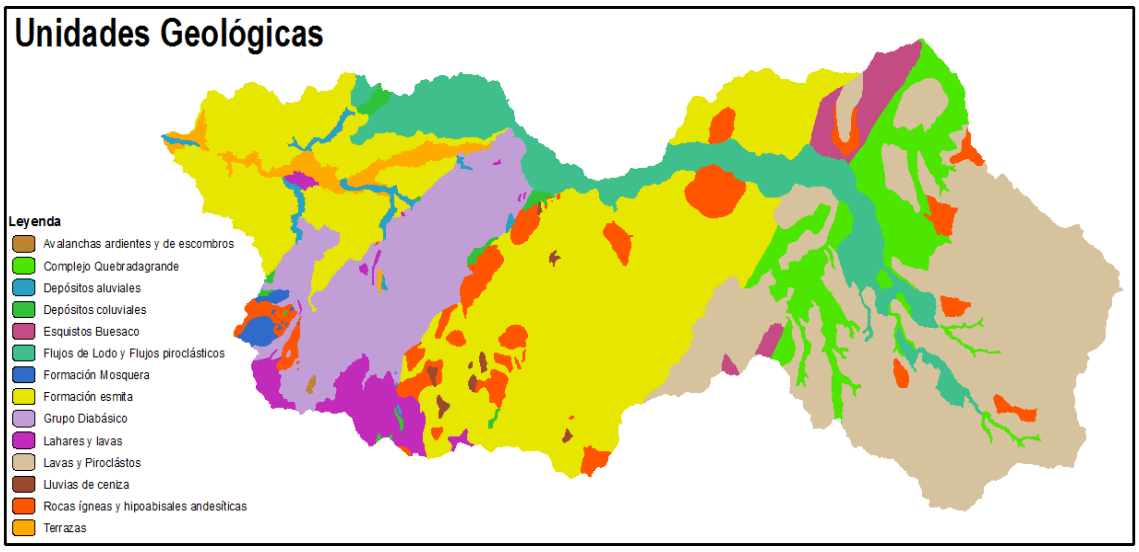


Figura 309. *Unidades Geológicas Cuenca Río Mayo.*

Tabla 477. *Porcentaje de Unidades Geológicas con Movimientos en Masa*

Código	Nombre Depósito	Área	Área Ha	%
Nesm	Formación Esmita	53489,14	5,3	21,1
NQlp	Lavas y Piroclástos	50334,34	5,0	19,9
Qflp	Flujos de Lodo y Flujos Piroclásticos	47858,70	4,8	18,9
KlcQg	Complejo Quebradagrande	33135,87	3,3	13,1
Npda	Rocas Ígneas y hipoabisales andesíticas	28152,18	2,8	11,1
Kv	Grupo Diabásico	14076,09	1,4	5,6
Pzbue	Esquistos Buesaco	12247,20	1,2	4,8
NQvll	Lahares y lavas	11260,87	1,1	4,4
Qt	Terrazas	2815,22	0,3	1,1
		253369,61	25,3	100

Las zonas propensas a MM de acuerdo a las características de estructura, resistencia y Stock para la cuenca, se concentran en la cadena montañosa de los municipios de La Unión, San Pedro de Cartago, Belén, Colón (Génova) y San Pablo, además de algunos sectores en la cuenca baja, más específicamente en el municipio de San Lorenzo y La Cruz.

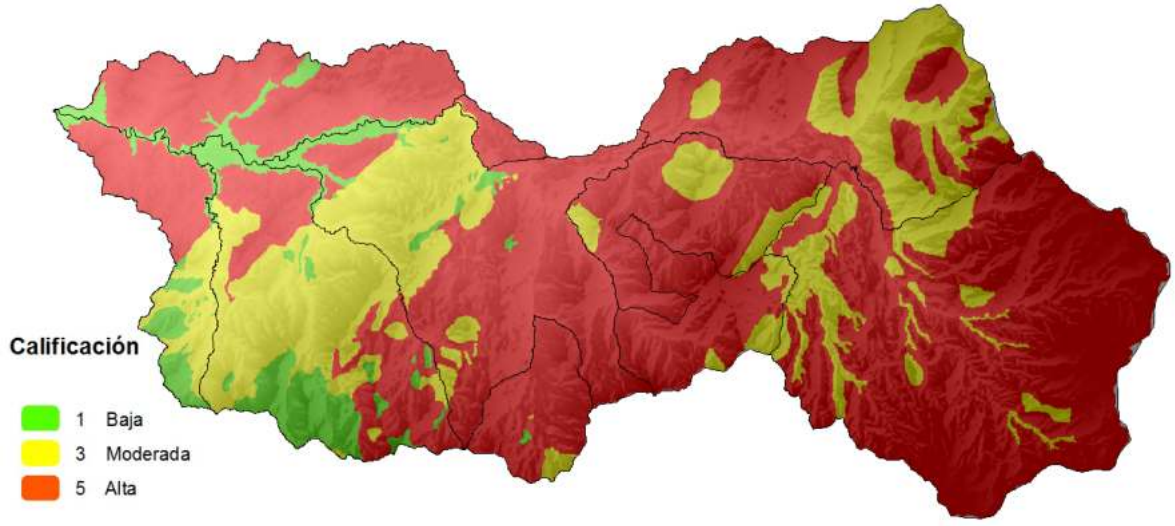


Figura 310. *Susceptibilidad a MM por Unidades Geológicas*

Se determinó la susceptibilidad a movimientos en masa, con la metodología propuesta por Carvajal como para Zinck, identificando y seleccionando las unidades geomorfológicas donde se presenta la mayor cantidad de eventos, para así obtener el tipo de laderas de alta pendiente, así como el proceso de formación y transformación de los suelos.

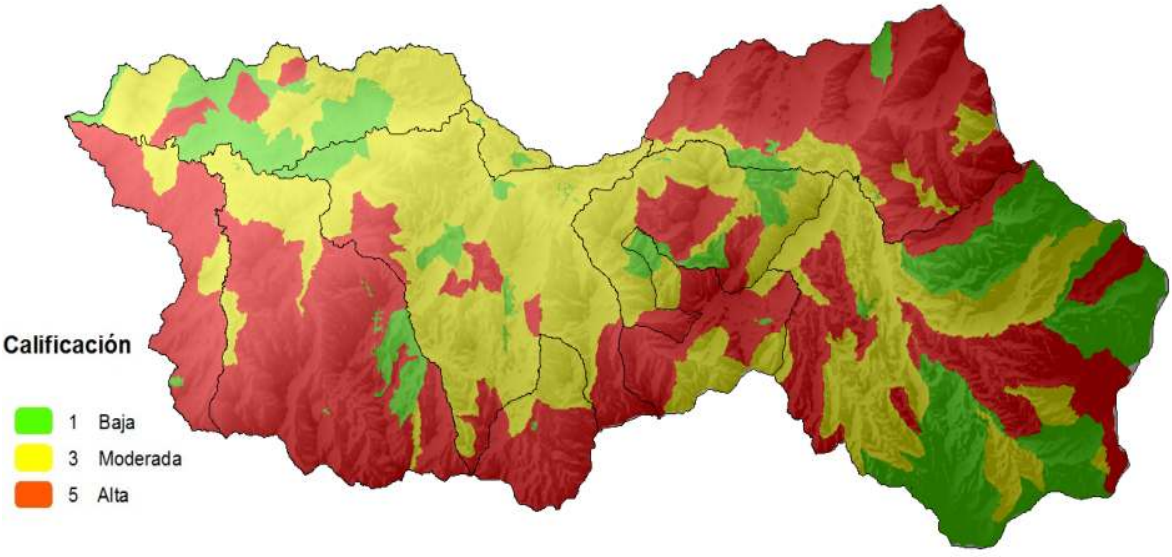


Figura 311. *Susceptibilidad a MM por Unidades Geomorfológicas.*
Fuente: Este Estudio en base a Carvajal.

Además de establecer los procesos que se presentan en las diferentes unidades geomorfológicas (morfodinámica), se procedió a establecer su génesis y estructura, con el fin de calificar cada unidad geomorfología teniendo en cuenta su proceso de formación, transformación y los factores que están inmersos en cada geoforma (pendiente media, factor forma, orientación de la ladera e índice de convexidad), para así ponderar según el nivel de importancia y calificar cada una de las unidades geomorfológicas de acuerdo a su grado de susceptibilidad por movimientos en masa. (ver *Tabla 478*).

Tabla 478. *Porcentaje de Unidades Geomorfológicas con Movimientos en Masa*

No.	Nombre Geoforma	Área	Área Ha	%
1	Cuestas	93.585,3	9,4	37
2	Cerros Residuales	43.310,2	4,3	17
3	Glasis	27.473,7	2,7	11
4	Terrazas fluviales	21.419,2	2,1	8
5	Urbano	14.861,7	1,5	6
6	Morrenas	14.076,1	1,4	6
7	Dunas Parabolicas	10.491,3	1,0	4
8	Espinazos	8.445,7	0,8	3
9	Cerro pepino	8.445,7	0,8	3
10	Planos de deflación	5.630,4	0,6	2
11	Lahar	2.815,2	0,3	1
12	Flujo de Lava	2.815,2	0,3	1
	Total	253.369,6	25,3	100

El uso del suelo determina uno de los factores detonantes más relevantes a la hora de analizar los MM, ya que la mala aplicación de prácticas productivas puede acelerar la degradación del suelo, así como desestabilizar los taludes, aumentando tanto la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de remoción, como aumentando su grado de afectación.

De acuerdo con estos criterios de evaluación, se procedió a establecer que las coberturas que predominan en la ocurrencia de fenómenos amenazantes que pertenecen a mosaico de cultivos, pastos y áreas naturales, así como las áreas de pastos limpios a causa del pastoreo intensivo y actividades productivas sin tecnificar, en la *Tabla 479* se relacionan las áreas y porcentajes de las diferentes coberturas que se identificaron en los eventos amenazantes.

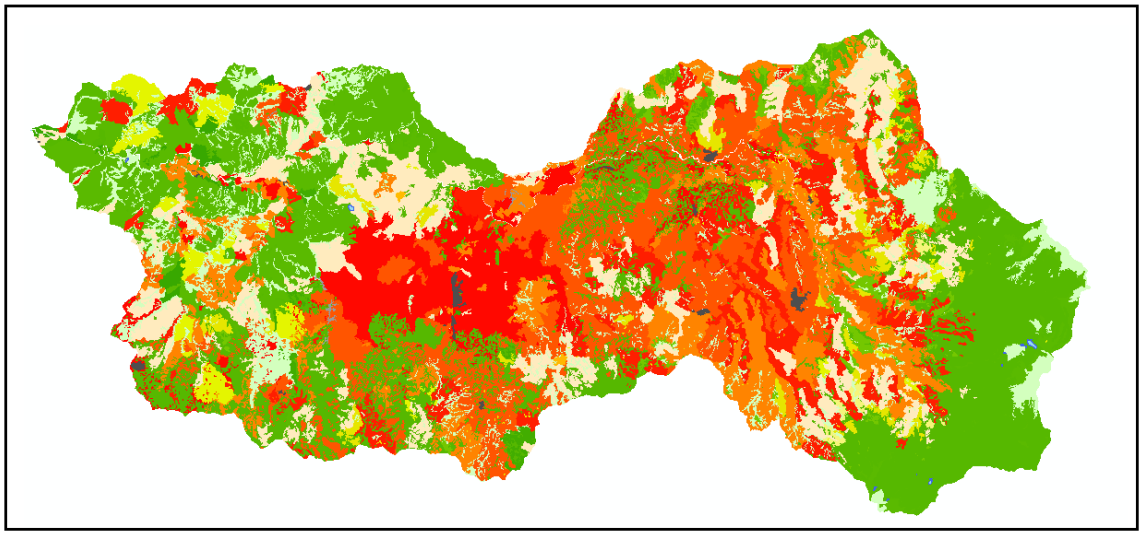


Figura 312. *Tipos de Cobertura Vegetal.*

Para establecer una calificación del grado de susceptibilidad por MM en la cuenca, además de determinar la correlación espacial entre la presencia de eventos amenazantes y las diferentes prácticas y usos del suelo, fue necesario incluir factores como el sistema raíz de cada cobertura por uso del suelo, para así y de una manera amas objetiva, establecer el grado de susceptibilidad por uso del suelo en la cuenca.

Tabla 479. *Porcentaje de Cobertura de La Tierra con Movimientos en Masa.*

No.	Tipo de Cobertura Vegetal	Área	Área Ha	%
1	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	89742,74	9,0	36
2	Mosaico de pastos y cultivos	43296,77	4,3	17
3	Pastos limpios	24299,18	2,4	10
4	Cultivos permanentes arbustivos	22448,68	2,2	9
5	Tejido urbano continuo	14861,70	1,5	6
6	Bosque denso	13105,10	1,3	5
7	Bosque de galería y/o ripario	12408,29	1,2	5
8	Vegetación secundaria o en transición	12058,62	1,2	5
9	Mosaico de pastos con espacios naturales	6557,71	0,7	3
10	Bosque fragmentado	3005,12	0,3	1
11	Pastos enmalezados	328,37	0,0	0
12	Herbazal	767,90	0,1	0
13	Arbustal	7450,93	0,7	3
	Total	250331,11	25,0	100

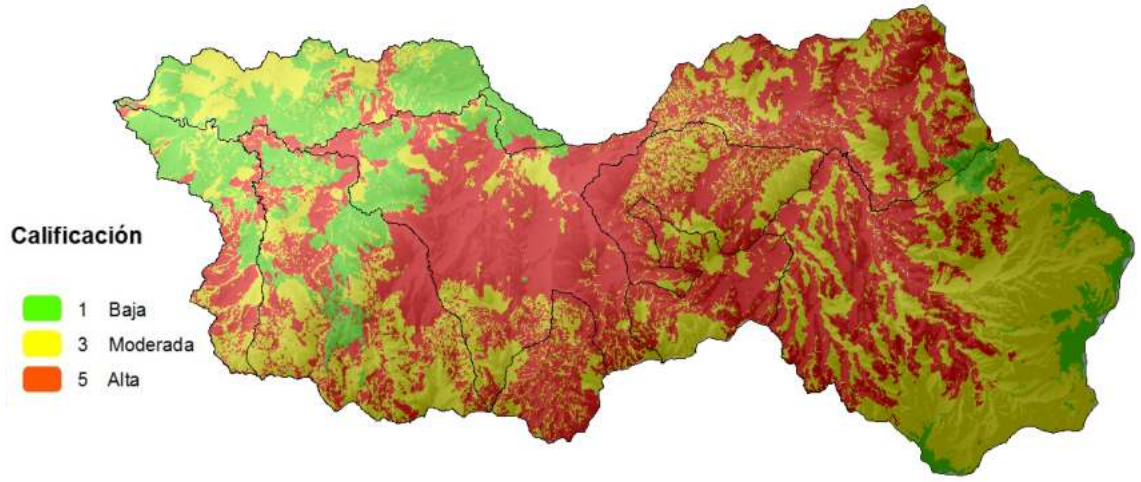


Figura 313. *Susceptibilidad a MM por Uso del Suelo*

La pendiente es tal vez el elemento con más relevancia, en el momento de tener en cuenta, es sin duda el desencadenante más relevante para este tipo de análisis, es fundamental al momento de tipificación y calificación para establecer un estudio integral de susceptibilidad.

Para establecer el grado de susceptibilidad a MM por grado de pendiente, se procedió a realizar la clasificación por rangos de acuerdo con la guía presentada por el MAVD (2014), y de acuerdo a ella se estableció los rangos de calificación para cada unidad de pendiente, de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 480. *Porcentaje de Tipos de Pendiente con Movimientos en Masa*

No.	Tipo de Pendiente	Área	Área Ha	%
1	25 - 50 %	100.539,75	10,05	40
5	> 75%	20.662,08	2,07	8
2	12 - 25 %	51.280,89	5,13	20
3	50 - 75 %	44.049,61	4,40	17
4	7 - 12 %	22.607,78	2,26	9
6	3 - 7 %	10.410,65	1,04	4
7	0 - 3 %	3.818,87	0,38	2
	Total	253.369,62	25,34	100

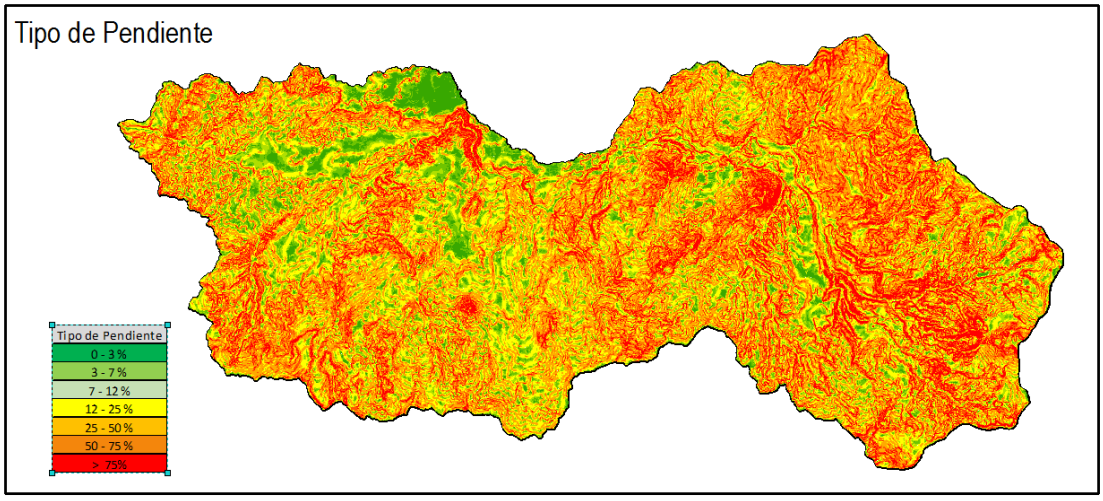


Figura 314. *Tipos de Pendiente Cuenca Río Mayo*

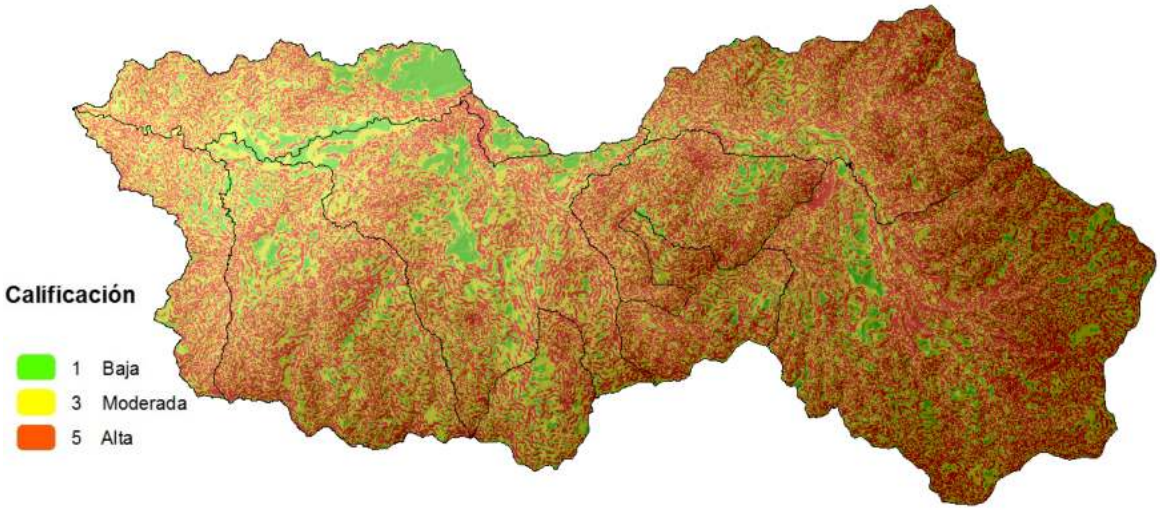


Figura 315. *Susceptibilidad a MM por Pendiente*

La pendiente es tal vez el elemento con más relevancia, en el momento de tener en cuenta, es sin duda el desencadenante más relevante para este tipo de análisis, es fundamental al momento de tipificación y calificación para establecer un estudio integral de susceptibilidad.

Para establecer el grado de susceptibilidad a MM por grado de pendiente, se procedió a realizar la clasificación por rangos de acuerdo con la guía presentada por el MAVD (2014), y de acuerdo a ella se estableció los rangos de calificación para cada unidad de pendiente, de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados

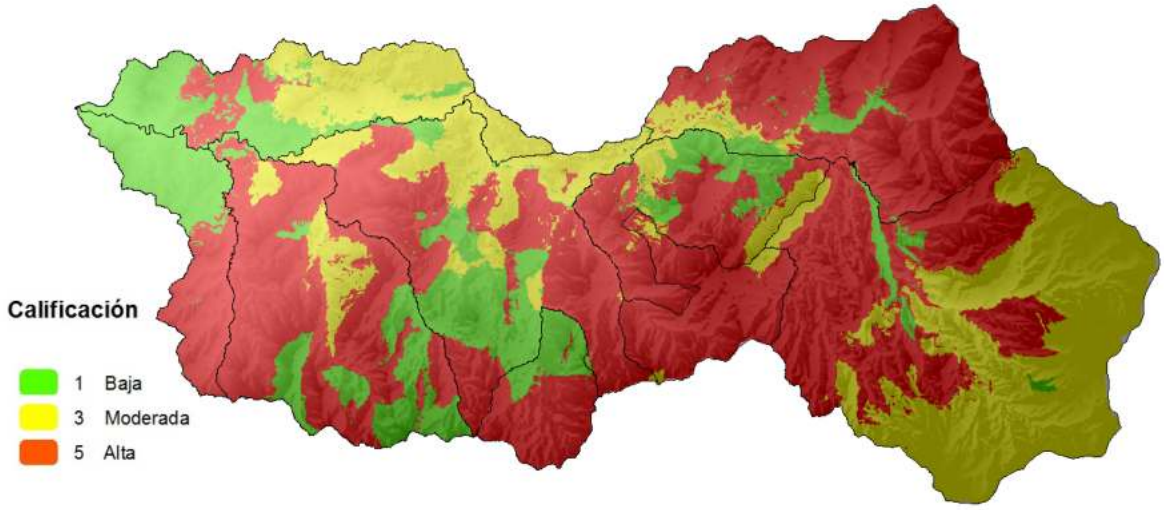


Figura 316. *Calificación de Susceptibilidad a MM por Pendiente*

Se determinan como factores detonantes: la insolación, la orientación o dirección de laderas, estableciendo para cada una de estas variables tanto el área y porcentaje de afectación en las zonas propensas en el inventario de eventos, como su grado de susceptibilidad, debido a que este tipo de eventos se ven influenciados, por una parte por el sentido de la ladera, la cual determina factores como el clima y el viento, y por otra por la insolación, entendida como la cantidad de energía potencial que recibe la superficie terrestre del sol, energía que se puede convertir en cinética gracias a movimientos tectónicos y de fallas geológicas, así como alteraciones en el clima.

Se obtuvieron los resultados descritos a continuación relacionados a la correlación lineal de la insolación con la presencia de eventos amenazantes.

Con las variables identificadas anteriormente se generó el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, a partir de una ponderación algebraica, donde todos los factores analizados de acuerdo a su peso de ponderación o nivel de relevancia, se obtuvo que los sectores con susceptibilidad media y alta se concentran en los municipios de: La Cruz, San Pablo, Belén, Colon, San Pedro de Cartago y La Unión; mientras que la susceptibilidad baja se localiza en Taminango, Mercaderes y Florencia.

Tabla 481. *Susceptibilidad a Movimientos en Masa*

	Unidad de Análisis	Porcentaje
Susceptibilidad Condiciones Normales	Geomorfología	30
	Geología	25
	Pendientes	20
	Insolación	10
	Uso del Suelo	10
	Dirección de la Pendiente	5

Del cual se obtiene el siguiente resultado

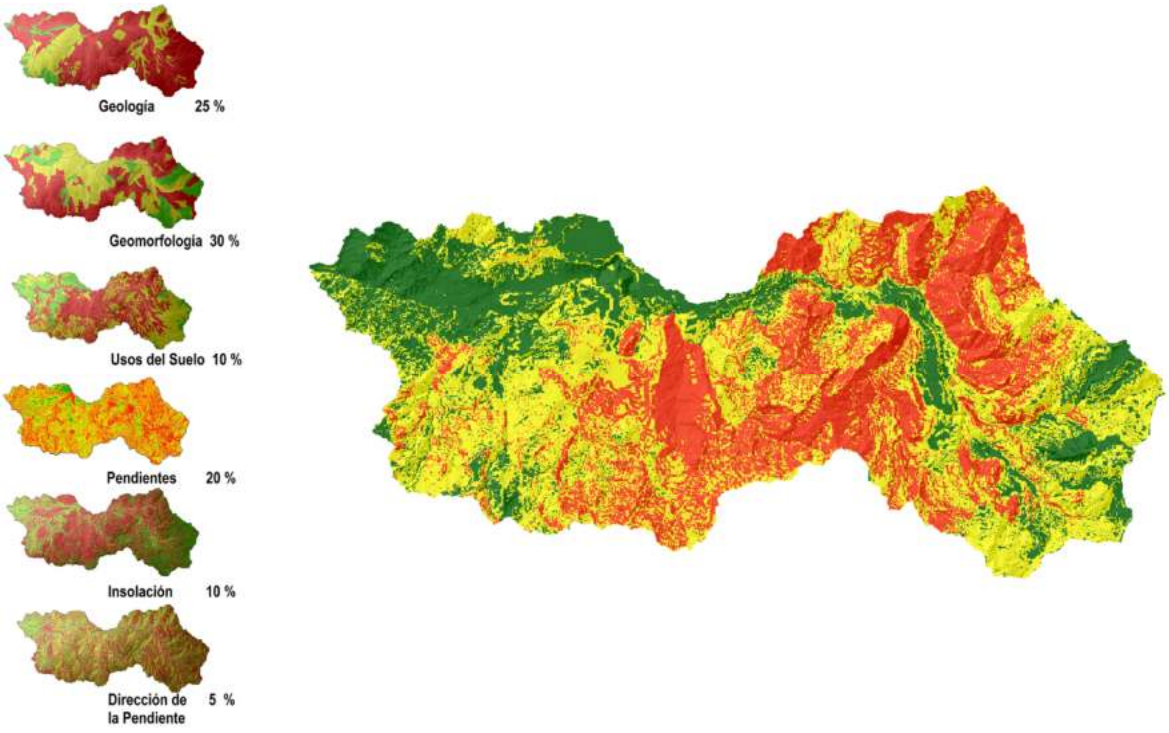


Figura 317. *Susceptibilidad a Movimientos en Masa*

(Ver Anexo Cartográfico 49)

Tabla 482. *Susceptibilidad a Movimientos en Masa*

No.	Tipo de Pendiente	Área Ha	%
1	Bajo	21192,17	24,3
2	Medio	38122,61	43,8
3	Alto	27677,44	31,8
	Total	86992,23	

- **Calculo Factor de Seguridad (FS) para las Áreas en Evaluación (D).**

Para la elaboración de este análisis, se determinaron los factores de susceptibilidad, periodos de retorno y la zonificación de la peligrosidad sísmica, con el fin de diseñar ocho (8) escenarios para la incorporación del riesgo en los POMCAS.

Tabla 483. *Factores para la Elaboración de los Escenarios*

Escenario	Precipitación	Sismicidad	Elementos Expuestos	Susceptibilidad
	Rangos de Precipitación Anual	Amenaza Sísmica	Vías y Centros Poblados	Condiciones Normales de Susceptibilidad

Precipitación:

Se analizó los rangos de precipitación anual con el archivo tipo vector de isoyetas, generadas a partir de información elaboradas en el componente de caracterización climática de la cuenca, se tuvo en cuenta la precipitación media, baja y alta.

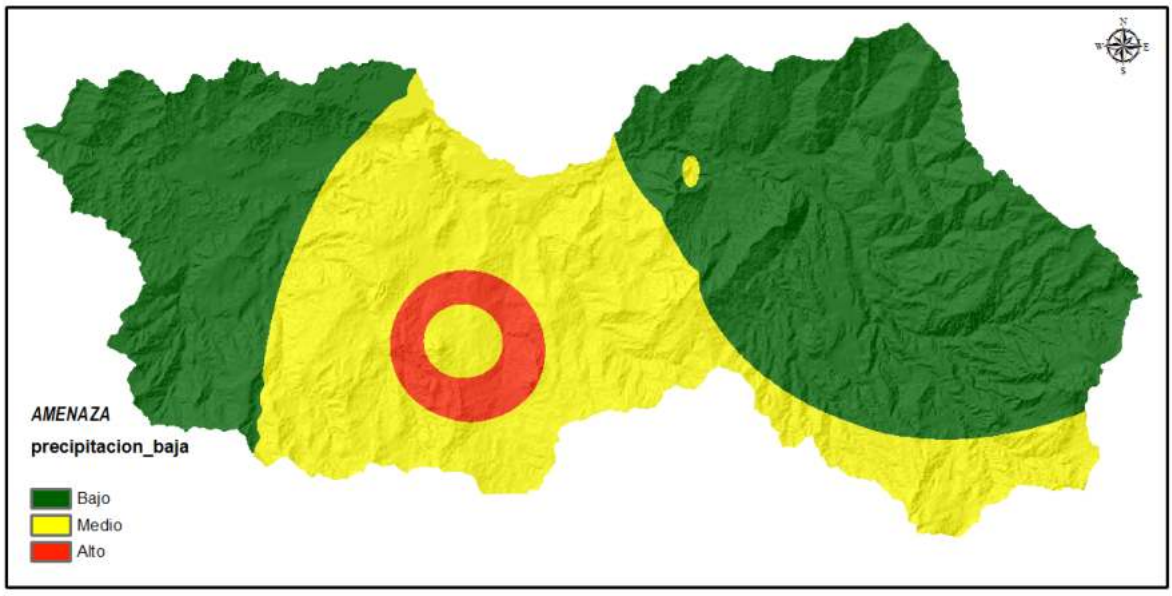


Figura 318. *Categorización Amenaza Precipitación Baja.*

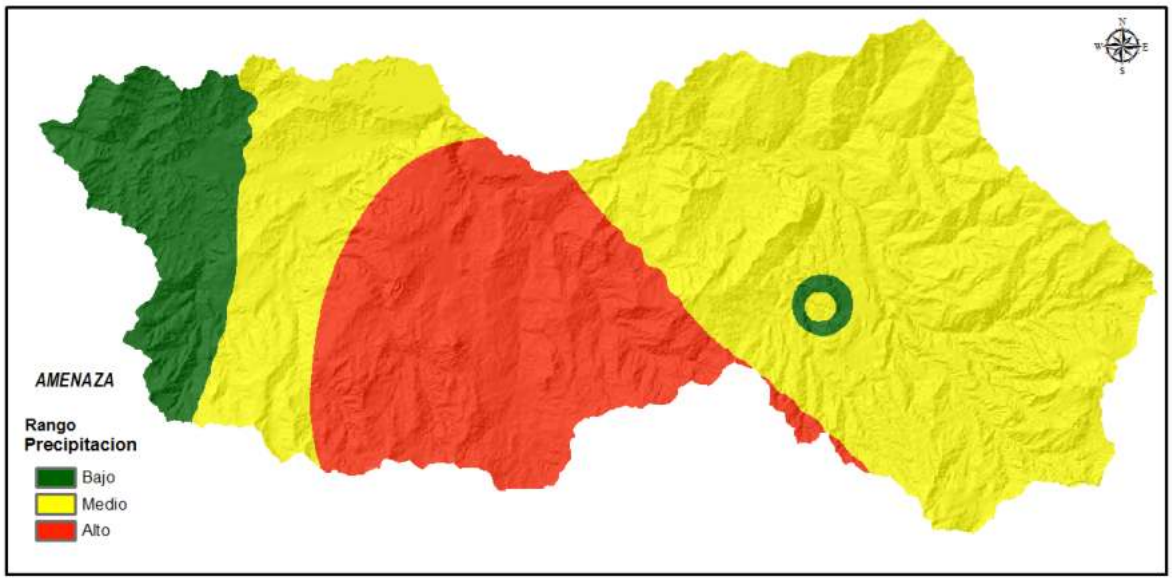


Figura 319. *Categorización Amenaza Precipitación Media*

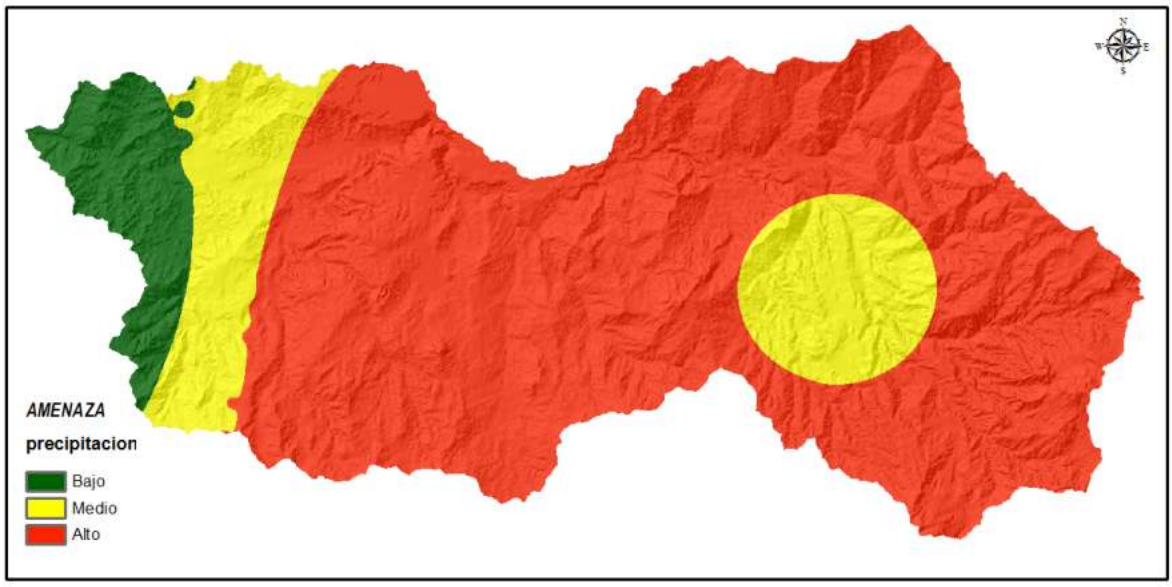


Figura 320. *Categorización Amenaza Precipitación Alta*

- ✓ **Sismicidad:**

La a información para identificar la amenaza sísmica, fue el mapa de Zonificación Sísmica Según Valores de Aceleración (Aa) y Amenaza Sísmica Relativa, elaborado por el SGC y proyectado por el Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Territorial Nacional - (SIGOT, 2016), para identificar que la cuenca del Río Mayo, se ubica en una zona de amenaza media y alta, por factores externos como sismos, actividades volcánicas de la zona, inestabilidad de taludes por las condiciones físico-mecánicas de suelo. Se logra evidenciar que el escenario de riesgo sísmico es probable por su localización geográfica y se clasifica como amenaza media y alta.

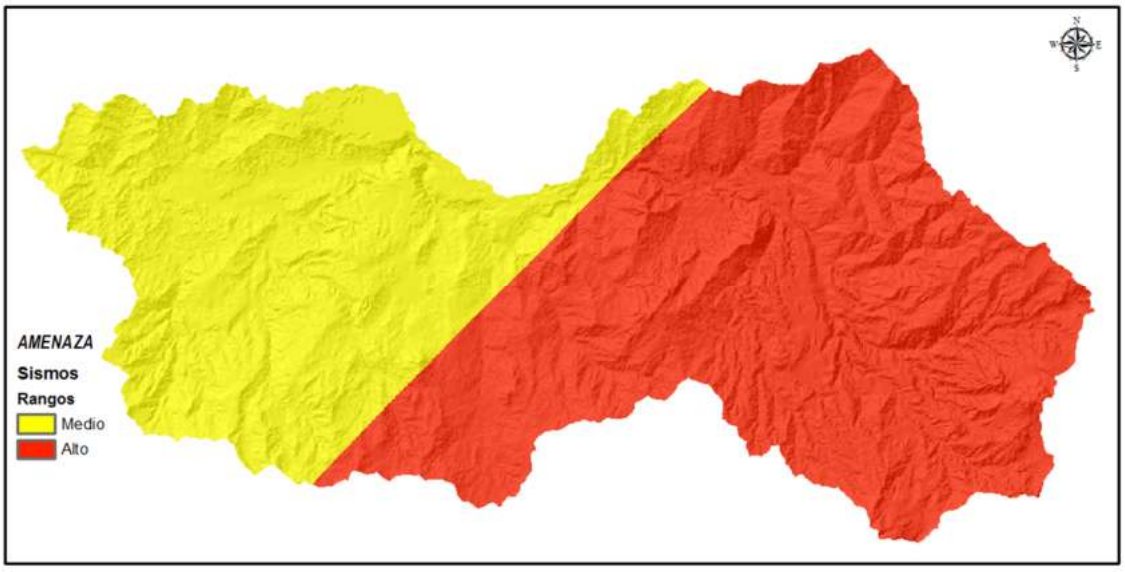


Figura 321. *Mapa Amenaza Sísmica*
Fuente: Este Estudio en base SIGOT, 2017
(Ver Anexo Cartográfico 48)

- ✓ **Elementos Expuestos:**

Para este proceso, se realizó un mapa de tres (3) zonas de buffers, cada una con un grosor de 500 metros, dividiendo el área de la cuenca en función de la distancia que existe entre los centros poblados y las principales vías con respecto a los rangos de distancias establecidas en el Protocolo de POMCAS (MADS).

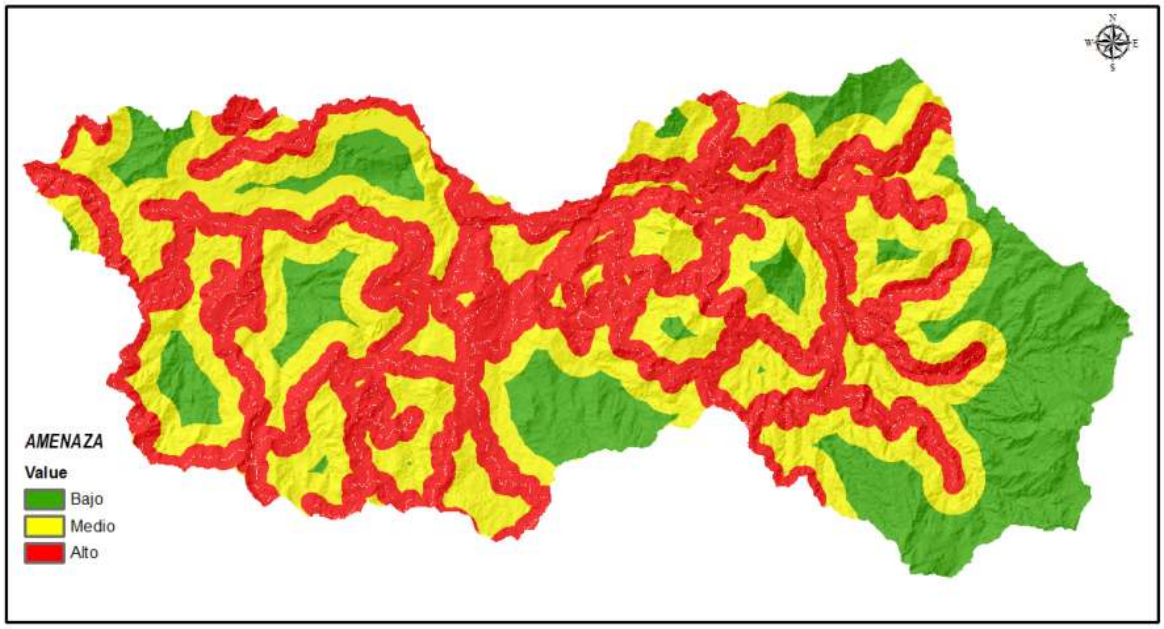


Figura 322. *Elementos expuestos.*

A partir de la información temática procesada, se realizó la tipificación, clasificación y evaluación de los diferentes escenarios construidos a partir de variables de temporalidad o factores detonantes, quienes representan las zonas con mayor posibilidad a sufrir daños; esta tarea se realizó mediante el análisis y procesamiento de cada elemento geográfico con el uso de las herramientas SIG, interceptando las capas temáticas, se calificó los niveles de amenaza en alto, medio y bajo.

2.6.3.2.5. Determinación Detonantes y Cálculo de Amenaza Final. Para el diseño de los diferentes escenarios de amenaza por Movmientos en Masa (MM) presentes en la cuenca, se determinaron como detonantes para la susceptibilidad, la zonificación sísmica y de precipitaciones para la cuenca.

Inicialmente se realizó un análisis con la susceptibilidad a movimientos en masa y la amenaza a sismos, dando como resultado un escenario tendencial 1.

- **Escenario 1**

Tabla 484. *Elementos de Análisis Escenario uno (1).*

Susceptibilidad	Sismicidad	Amenaza
ALTA	Alta	Alta
	Media	Alta
	Baja	Media
MEDIA	Alta	Alta
	Media	Media
	Baja	Baja
BAJA	Alta	Media
	Media	Baja
	Baja	Baja

Los municipios de San Pablo, La Cruz, Belén, Colón (Génova), San Pedro de Cartago y La Unión, tienen una mayor amenaza a este escenario porque al oriente de la cuenca se localiza el complejo volcánico Doña Juana, quien es el mayor fenómeno amenazante en el área de estudio.

Tabla 485. *Escenario 1. Porcentaje de Amenazas.*

Amenaza	Área Ha.	%
Alto	49.690,0	57,1
Medio	22.789,4	26,2
Bajo	14.506,9	16,7
	86.986,3	100,0

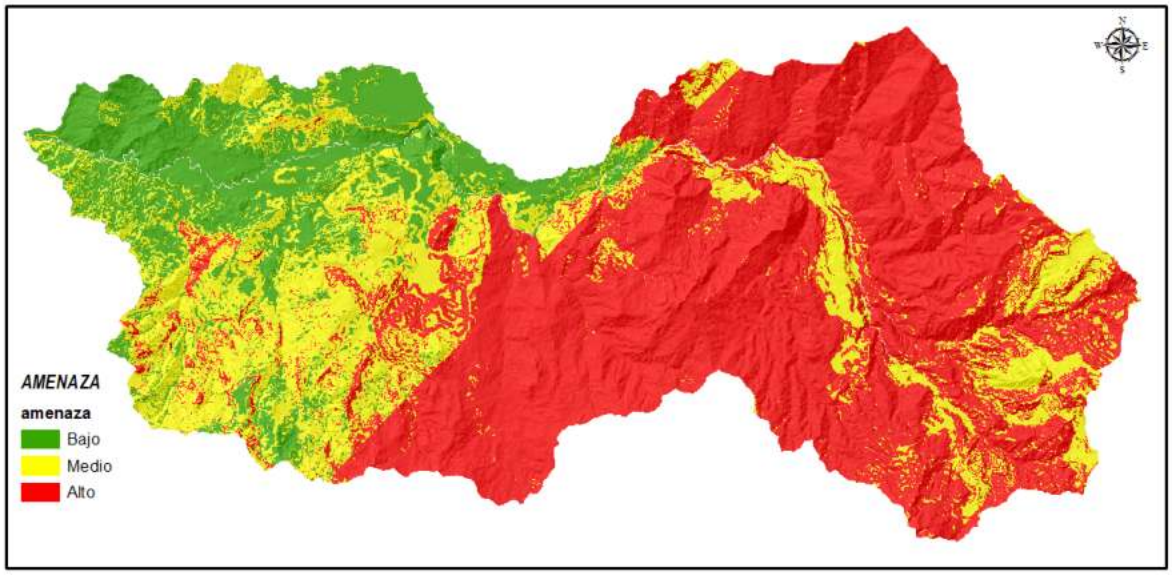


Figura 323. *Escenario 1. Susceptibilidad MM y Amenaza Sísmica.*

Luego, se realizó un análisis con la susceptibilidad a movimientos en masa y la amenaza por precipitación baja, media y alta en la cuenca del Río Mayo, lo que nos dio como resultado tres (3) escenarios tendenciales.

Tabla 486. *Elementos de Análisis Escenario dos (2), tres (3) y cuatro (4).*

Susceptibilidad	Precipitación Baja – Media – Alta	Amenaza
ALTA	Alta	Alta
	Media	Alta
	Baja	Media
MEDIA	Alta	Alta
	Media	Media
	Baja	Baja
BAJA	Alta	Media
	Media	Baja
	Baja	Baja

- **Escenario 2**

Los municipios de San Pablo, San Pedro de Cartago, La Unión, San Lorenzo y Belén, tienen una mayor amenaza a este escenario porque el área central de la cuenca es donde se presentan más lluvias en época normal, donde se localizan las montañas y cerros que abastecen de agua a los acueductos.

Tabla 487. *Escenario 2. Porcentaje de Amenazas.*

Amenaza	Área Ha.	%
Alto	38089,16	43,7
Medio	26437,33	25,8
Bajo	22457,31	30,3

86.986,3	100,0

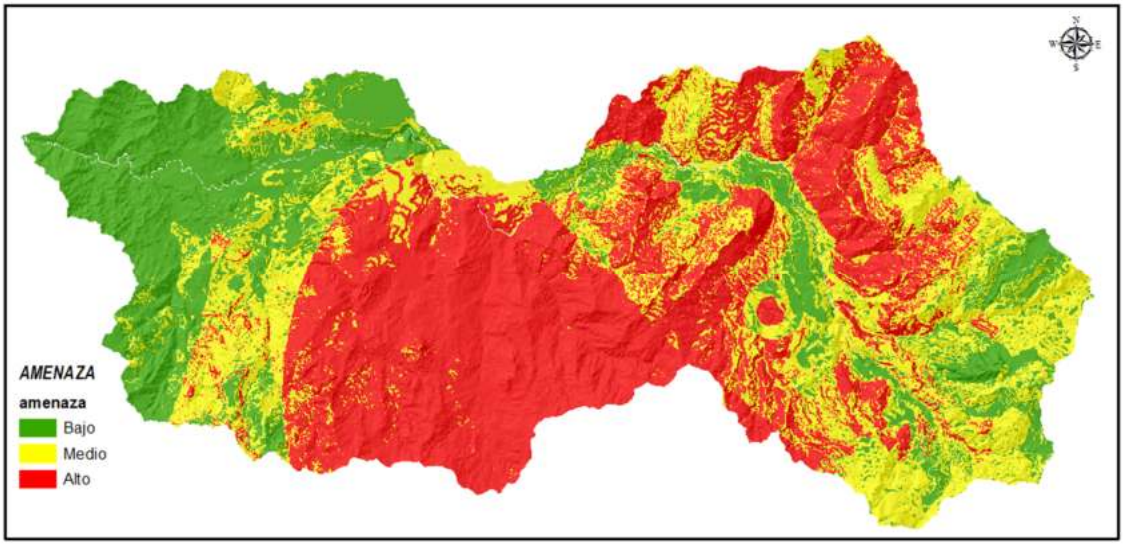


Figura 324. *Escenario 2. Susceptibilidad MM y Precipitación Media.*

- **Escenario 3.**

Los municipios de La Unión, Belén y Colón, localizados en la zona central de la cuenca presentan mayor afectación a este escenario y tienen una mayor amenaza a este escenario porque En estos lugares es donde se presentan la mayoría de precipitaciones, quien es el principal factor detonante en el área de estudio.

Tabla 488. *Escenario 3. Porcentaje de Amenazas.*

Amenaza	Área Ha.	%
Alto	13995,74	16
Medio	31026,74	35,5
Bajo	41961,2	48,3

86.986,3	100,0

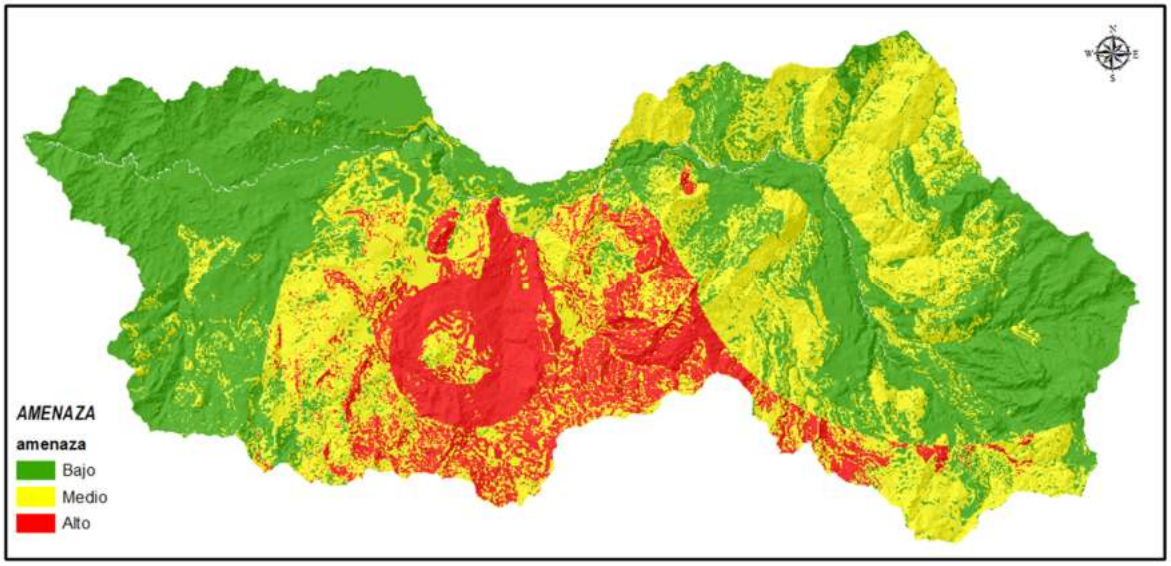


Figura 325. *Escenario 3. Susceptibilidad y Precipitación Baja.*

- **Escenario 4.**

Los municipios de Taminango, Mercaderes y Florencia, localizados al occidente de la cuenca presentan menor afectación a este escenario, puesto que en esta zona es donde prevalece el clima árido y las condiciones atmosféricas son bajas en relación con la precipitación.

Tabla 489. *Escenario 4. Porcentaje de Amenazas*

Amenaza	Área Ha.	%
Alto	57136,21	65,7
Medio	19191,92	22
Bajo	10655,56	12,2
	86.986,3	100,0

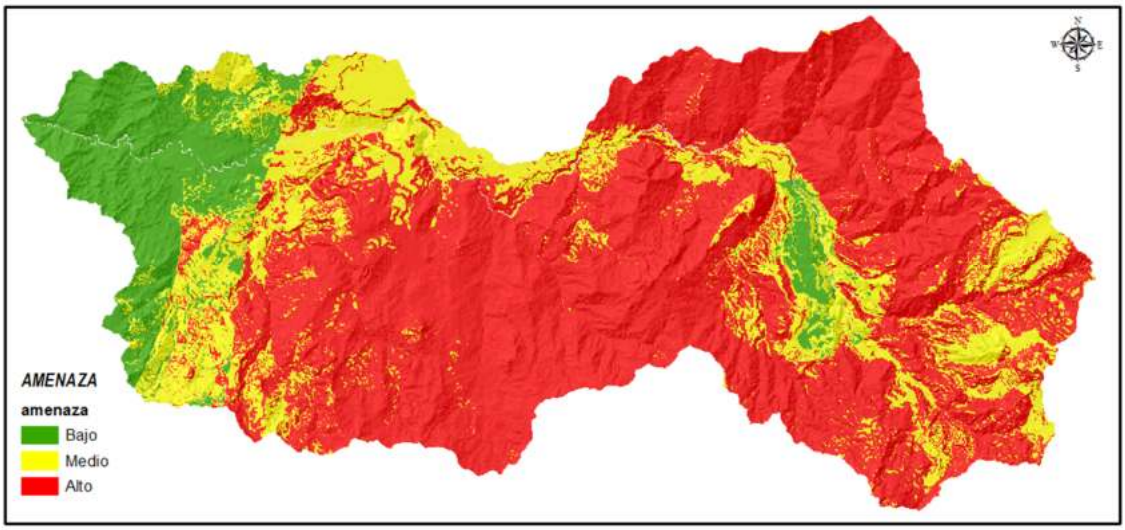


Figura 326. *Escenario 4. Susceptibilidad y Precipitación Alta.*

Para terminar con el análisis de los factores detonantes, se realizó un análisis con la susceptibilidad a movimientos en masa, la amenaza sísmica y la amenaza por precipitación baja, media y alta en la cuenca del Río Mayo, lo que nos dio como resultado tres (3) escenarios tendenciales.

Tabla 490. *Elementos de Análisis Escenario cinco (5), seis (6) y siete (7).*

Susceptibilidad	Precipitación	Sismicidad	Amenaza
ALTA	Alta	Alta	Alta
	Media	Media	Media
	Baja	Baja	Media
MEDIA	Alta	Alta	Alta
	Media	Media	Media
	Baja	Baja	Baja
BAJA	Alta	Alta	Media
	Media	Media	Media
	Baja	Baja	Baja

- **Escenario 5**

Los municipios de La Unión, San Lorenzo y San Pedro de Cartago, localizados al centro de la cuenca donde existe la mayor presencia de lluvias, y la zona alta de San Pablo donde existe mayor amenaza sísmica.

Tabla 491. *Escenario 5. Porcentaje de Amenazas.*

Amenaza	Área Ha.	%
Alto	37102,79	42,6
Medio	34102,12	39,2
Bajo	15775,8	18,13
	86.986,3	100,0

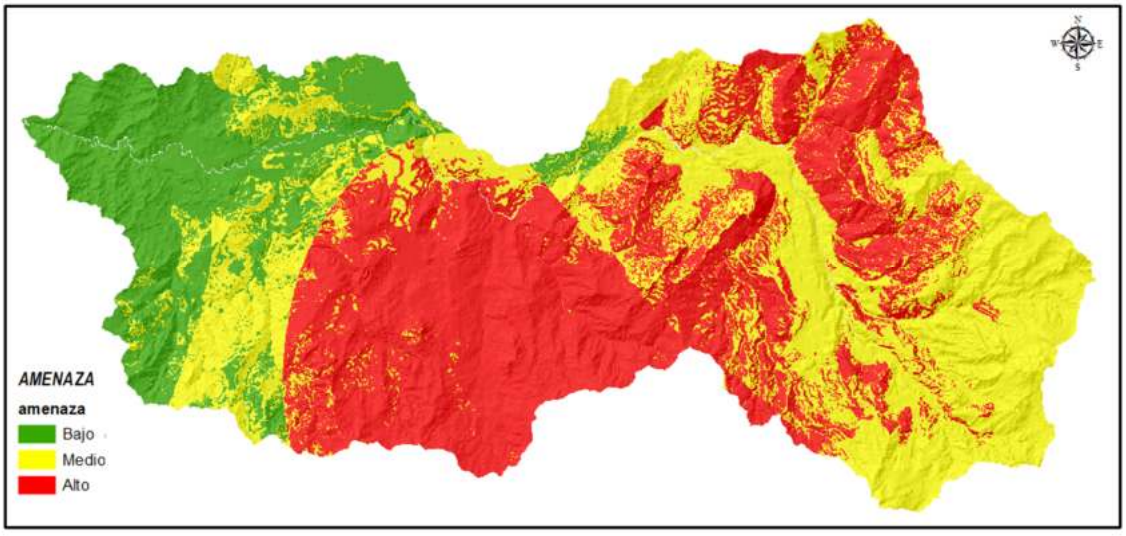


Figura 327*. Escenario 5. Susceptibilidad, Sismicidad y Precipitación Media.*

- **Escenario 6**

El área que se categoriza con amenaza alta, son los municipios de San Pedro de Cartago, occidente de Belén y Colón y la parte sur de La Cruz localizados al centro de la cuenca donde existe la mayor presencia de lluvias, y la zona alta de San Pablo donde existe mayor amenaza sísmica.

Tabla 492. *Escenario 6. Porcentaje de Amenazas.*

Amenaza	Área Ha.	%
Alto	33480,87	38,5
Medio	38009,11	43,6

Bajo	15490,74	17,8
	86.986,3	100,0

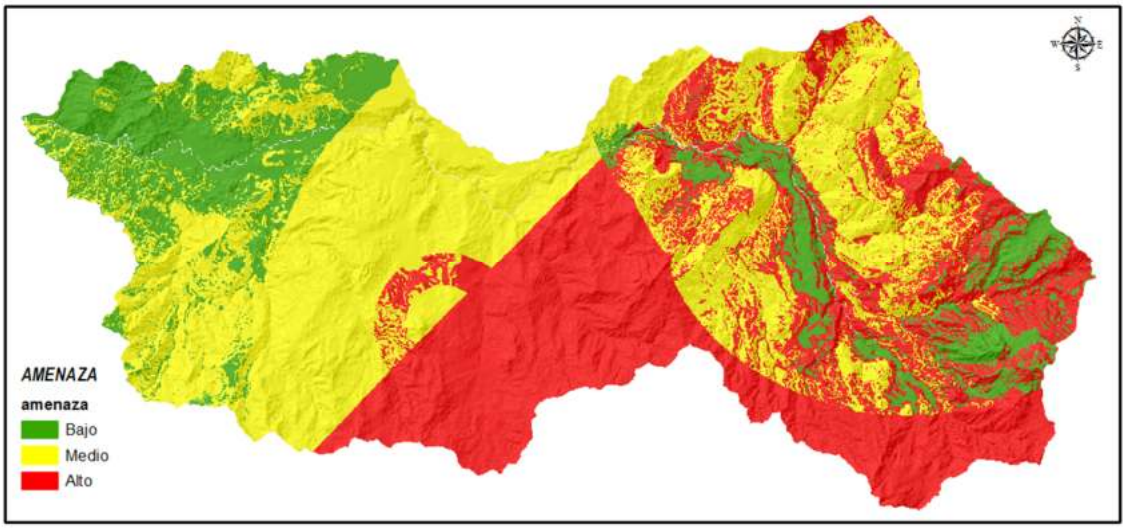


Figura 328. *Escenario 6. Susceptibilidad, Sismicidad y Precipitación Baja*

- **Escenario 7**

El área que se categoriza con amenaza alta, son los municipios de San Pedro de Cartago, occidente de Belén y Colón y la parte sur de La Cruz localizados al centro de la cuenca donde existe la mayor presencia de lluvias, y la zona alta de San Pablo donde existe mayor amenaza sísmica.

Tabla 493. *Escenario 7. Porcentaje de Amenazas.*

Amenaza	Área Ha.	%
Alto	55049,26	63
Medio	27747,07	32
Bajo	4184,32	5
	86.986,3	100,0

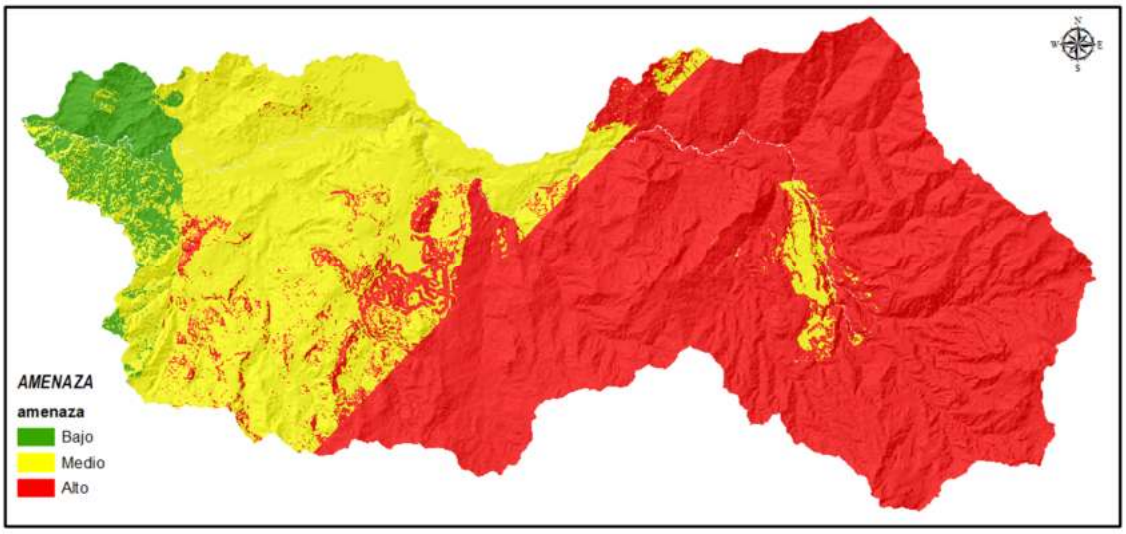


Figura 329. *Escenario 7. Susceptibilidad, Sismicidad y Precipitación Alta.*

- **Escenario 8**

Para la elaboración de este escenario además de analizar los factores físico – ambientales, se añadió el factor de elementos expuestos, los cuales representan las zonas donde las amenazas tienen un mayor impacto, porque es en ellos donde se generan las dinámicas socioeconómicas de la región.

- ✓ **Elementos Expuestos:**

Para este proceso, se realizó un mapa de tres (3) zonas de buffers, cada una con un grosor de 500 metros, dividiendo el área de la cuenca en función de la distancia que existe entre los centros poblados y las principales vías con respecto a los rangos de distancias establecidas en el Protocolo de POMCAS (MADS), clasificando la amenaza en alta, media y baja respectivamente.

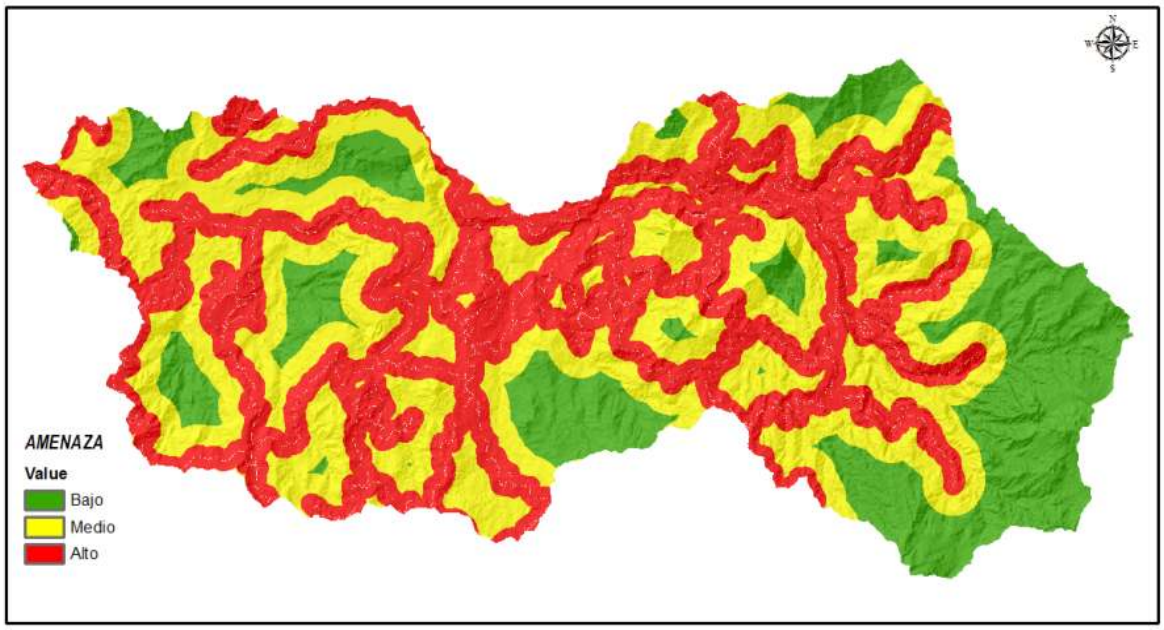


Figura 330. *Elementos expuestos.*

Luego de analizar y evaluar la susceptibilidad a movimientos en masa teniendo en cuenta las características físico – ambientales de la cuenca, en este caso se incluyó el factor social, que hace referencia a la infraestructura del sistema de transporte, puesto que es el principal medio que representa la dinámica socio económica de la región.

Como resultado del análisis espacial, se obtiene un resultado un análisis donde alta ocurrencia de fenómenos naturales potencialmente peligrosos, hacen que las poblaciones se encuentren sujetas a la amenaza. Por ello para comprender el grado de afectación de un fenómeno natural en un sitio específico, es conveniente evaluar la susceptibilidad y la amenaza del mismo. Análisis que presenta la mayoría de la cuenca en amenaza alta a la susceptibilidad de presentar un movimiento en masa, puesto que las características físico – ambientales y dinámicas sociales, transforman el medio natural, ocasionando impactos que se ven reflejados en eventos con impactos negativos que frenan el desarrollo de la región.

La Amenaza se alta está representada con un 60 % del área de la cuenca, y los municipios que tienen mayor área son: Colón (Génova), Belén San Pedro de Cartago, La Unión, Florencia y la parte baja de La Cruz, zonas donde la topografía del lugar es quebrada y tiene vertientes mayores a 30%, además existe la mayor presencia de lluvias, y la zona donde existe mayor presencia de amenaza sísmica.

Tabla 494. *Escenario 8. Porcentaje de Amenazas.*

Amenaza	Área Ha.	%
Alto	51520,75	69
Medio	30775,89	35
Bajo	4020,86	4
	86.986,3	100,0

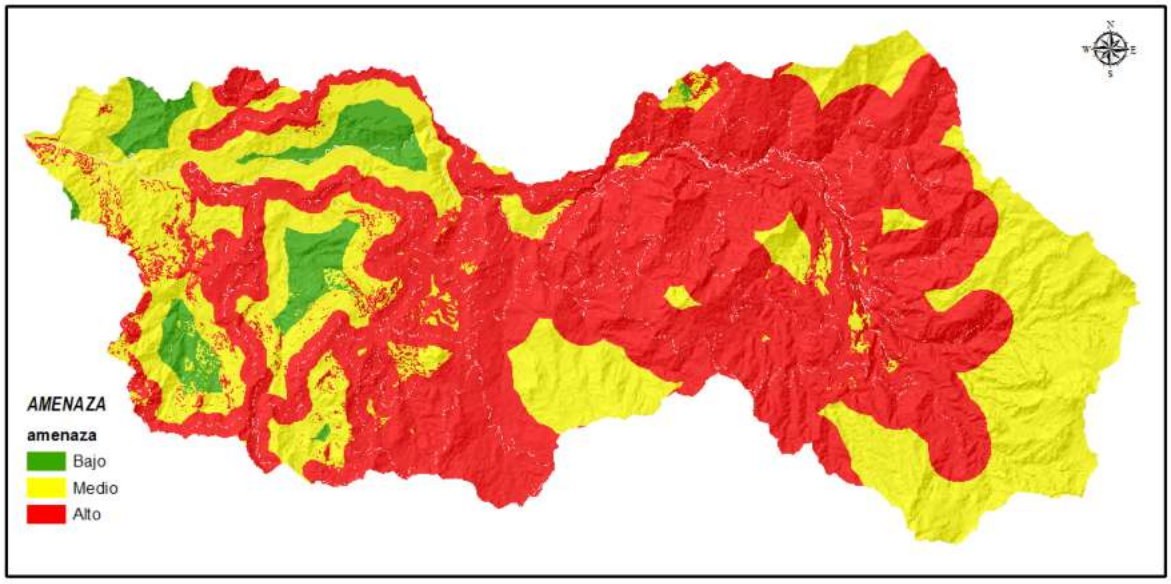


Figura 331. *Mapa Escenario 8. Amenaza Final a Movimientos en Masa*
(Ver Anexo Cartográfico 50)

Con el fin de establecer la categorización de la susceptibilidad y su zona amortiguadora, se toma la teoría definida por SARKAR y KANUNGO. La cual se adopta con el fin de caracterizar las zonas se susceptibilidad a los fenómenos de movimientos en masa, independientemente del método de evaluación aplicado, la definición de cada una de ellas se presenta a continuación.

- ✓ III. Amenaza alta. Laderas que tienen zonas de falla, meteorización alta a moderada y saturación alta. Discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran

- ✓ II. Amenaza moderada o media. Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados, donde han ocurrido, pero no existe completa seguridad de que no ocurran

- ✓ I. Amenaza baja. Laderas no meteorizadas con discontinuidades desfavorables que no presentan ningún síntoma de que puedan ocurrir deslizamientos.

2.6.3.3. Avenidas torrenciales. Es importante mencionar que el SGC, menciona que las avenidas torrenciales en Colombia son una amenaza natural muy común y posiblemente la menos estudiada. De acuerdo con las características de las amenazas analizadas anteriormente, y con el concepto de Suarez (2001), se puede mencionar que las avenidas torrenciales son "un fenómeno de erosión de un movimiento en masa, que incluye el desprendimiento, transporte y depositario de grandes masas de suelo, por acción del agua. Las masas en movimiento se comportan como un fluido, pero comportamiento es diferente al delos flujos de sedimentos, especialmente debido a la alta concentración de sólidos.

La base de datos Desinventar de la Corporación OSSO (2008), determina que "una avenida torrencial es un flujo violento de agua en una cuenca, a veces reportado como creciente (súbito, rápido), o como torrente. Se aplica cuando la avenida transporta troncos, árboles y abundantes sedimentos desde finos hasta bloques con roca". Pueden ser generados por lluvias, por ruptura de represamientos o por abundantes deslizamientos sobre una cuenca".

Las avenidas o flujos torrenciales, muchas veces denominadas crecientes, avalanchas, crecidas, borrasca o torrentes, son una amenaza muy común en cuencas de alta montaña y debido a sus características pueden causar grandes pérdidas de vidas humanas, daños a la infraestructura y producción. El origen y causas de este tipo de amenaza, se producen por el cambio de uso del suelo que se hace por las actividades antrópicas que trasforman la vocación, degradando las características de los suelos, disminuyendo la capacidad de retención y regulación de la cuenca, lo que repercute con mayores caudales durante procesos hidrometereológicos (lluvias concentradas), que sumado a las condiciones de amenaza sísmica (enjambres de deslizamientos cosísmicos), inestabilidad de vertientes (bloqueo de un cauce por un deslizamiento y posterior ruptura del dique), erupciones volcánicas y deshielo o por acumulación de capas de ceniza sueltas, son peligros de los cuales no se tiene un conocimiento acertado.

Por este motivo, en primer lugar se debe demostrar las dinámicas superficiales del análisis de los parámetros fisiográficos de la cuenca, índice de variabilidad (IV), índice morfométrico de torrencialidad (IMT), índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales (IVET), quienes infieren en la identificación de áreas susceptibles a este tipo de amenazas, información que permitirá tomar medidas correctivas y adaptativas sobre las condiciones socioeconómicas de la región y así poder mitigar los impactos negativos ocasionados por este tipo de escenarios.

Para la elaboración del análisis orientado a determinar el grado de susceptibilidad de la cuenca Río Mayo a eventos torrenciales, se utilizó el software Quantum GIS 2.18.11 “Las Palmas”, que es un sistema para información geográfica libre y de código abierto, con el cual se manipulo y analizo la información cartográfica del IGAC, Corponariño, DANE, SGC y datos de estaciones meteorológicas del IDEAM.

Herramienta que permite por un lado caracterizar, jerarquizar y categorizar las zonas de la cuenca con mayor probabilidad a presentar este tipo de eventos, por sus características fisco – ambientales y topográficas; y por el otro, calcular los parámetros morfométricos de la cuenca, los cuales como la longitud axial, factor forma, densidad de drenaje, la pendiente promedio, entre otros, índices que permiten la priorización de zonas susceptibles eventos torrenciales.

La información cartográfica que se usó para la elaboración del análisis fue:

1. **DEM:** Modelo Digital de Elevación del Terreno, Resolución espacial 5 metros.
2. **Curvas de Nivel:** se trabajó con en formato vector, con una distancia cada 10 metros respectivamente.
3. **Drenajes Superficiales:** información sobre los cuerpos de agua de la cuenca.
4. **Geomorfología:** información base del IGAC, donde se identificaron geoformas asociadas a dinámicas hidrológicas de inundación y avenidas torrenciales.

Es importante señalar las dinámicas del drenaje superficial, ya que se es directamente proporcional a las características físicas de la cuenca, por esto se determina parámetros de área, perímetro, pendiente media, longitud de cauce principal, densidad de drenajes, longitud axial de la cuenca, ancho medio, factor forma, coeficiente de compacidad, sinuosidad, entre otros; que permitan caracterizar cada una de las subcuencas que conforman el área de estudio.

2.6.3.3.1. Morfometría

- Caracteristicas Morfometricas

Los principales factores morfométricos que definen físicamente una Cuenca Hidrográfica son: Área en Km^2, Perímetro (Km), Longitud axial (Km), Ancho promedio (Km), Factor de forma, Coeficiente de compacidad, Pendiente media, Longitud total de corrientes (Km) y densidad de drenaje; y los principales factores morfométricos del Río que drena la Cuenca Hidrográfica son: Longitud cauce principal (Km), Cota superior, Cota inferior y Pendiente media del cauce principal, las cuales se establecen en el numeral 2.2.5. Morfometría, 2.2.6. Pendientes y 2.2.7. Hidrología.

2.6.3.3.2. Priorización de Áreas Susceptibles a Avenidas Torrenciales

- **Índice de Variabilidad (IV)**

Permite identificar el comportamiento de los caudales en una determinada zona, definiendo una cuenca torrencial como aquella que presenta una mayor variabilidad, es decir, donde existen diferencias grandes entre los caudales mínimos y máximos que se presentan (IDEAM, 2013).

La ecuación para definir el IV es la siguiente:

Ecuación 61. Índice de Variabilidad

$$Indice\ de\ Variabilidad = \sqrt{\frac{\Sigma\ (\text{Log Qi} - \text{Log Qprom})^2}{n-1}} \quad (46)$$

Donde:

Qi : Caudales tomados de la curva de duración de caudales.

Qprom : Caudal promedio

n : Número de datos tratados

Tabla 495. *Categorías del Índice de Variabilidad*

Índice de variabilidad	Vulnerabilidad
< 10°	Muy baja
10.1° - 37°	Baja
37.1° - 47°	Media
47.1° - 55	Alta
>55°	Muy alta

Fuente: Lineamientos conceptuales y metodológicos para la Evaluación Regional del Agua.

Los valores que resultaron luego de aplicar la fórmula para el índice de variabilidad, se organizaron y jerarquizaron con el método de rango natural, el cual consiste en clasificar los valores en rangos de acuerdo a la información de caudales; se tiene en cuenta que para la calificación, el número dos (2) es el valor más alto y cero 0 el más bajo en la jerarquización realizada para evaluar el índice de variabilidad en la cuenca Río Mayo.

Tabla 496. *Índice de Variabilidad.*

UAH	Índice de variabilidad	
	Valor	Cat
Caada Seca o los Alisos	0,94	Alta
Caada de Taminango	0,40	Media
Corrientes Direc, R, Mayo No,4	1,33	Muy Alta
Corrientes Direc, R, Mayo Alto	1,78	Muy Alta
Corrientes Direc, R, Mayo No, 1	1,06	Muy Alta
Corrientes Direc, R, Mayo No, 2	0,49	Media
Corrientes Direc, R, Mayo No, 5	0,95	Alta
Corrientes Direc, R, Mayo No,3	1,05	Muy Alta
Q, Charguayaco	1,23	Muy Alta
Q, El Meson	1,74	Muy Alta
Q, El Rincon	1,33	Muy Alta

Q, La Alpujarra	1,15	Muy Alta
Q, La Fragua	1,40	Muy Alta
Q, Los Molinos	1,80	Muy Alta
Q, Quiebra Camilla	0,97	Alta
Q, San Gerardo	1,59	Muy Alta
Q, San Mateo	1,34	Muy Alta
Q, Santa Ana	1,69	Muy Alta
Qubrada las Caadas	1,09	Muy Alta
Quebrada Bateros	0,83	Alta
Quebrada Guayaquil	1,65	Muy Alta
Quebrada Honda	1,04	Muy Alta
Quebrada Las Palmas	0,83	Alta
Quebrada de Cusillo	0,89	Alta
Quebrada del Purgatorio	1,29	Muy Alta
R, Tajumbina	1,59	Muy Alta

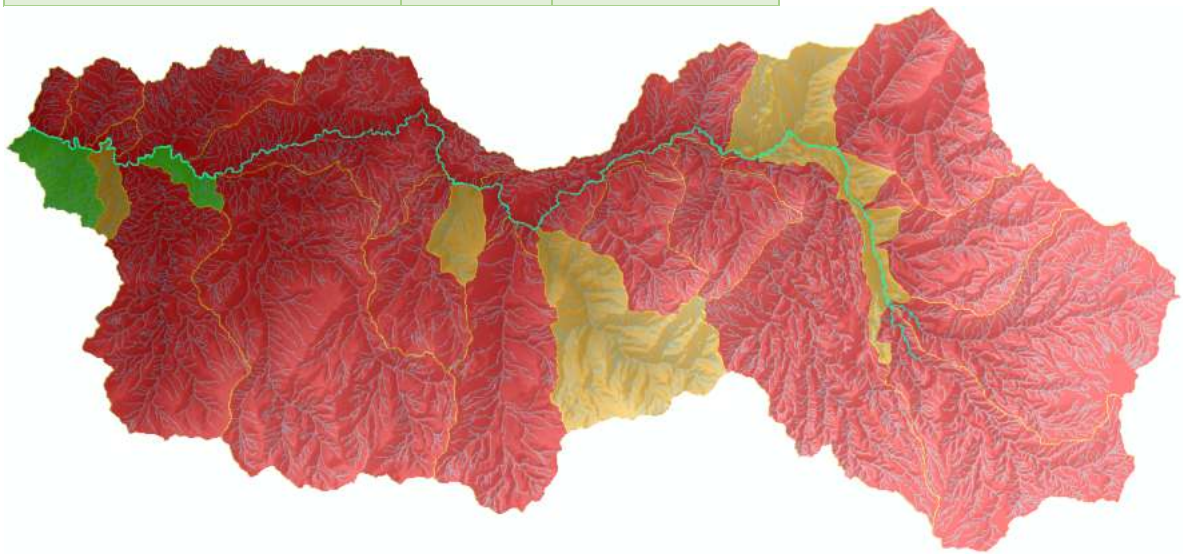


Figura 332. *Índice de Variabilidad*

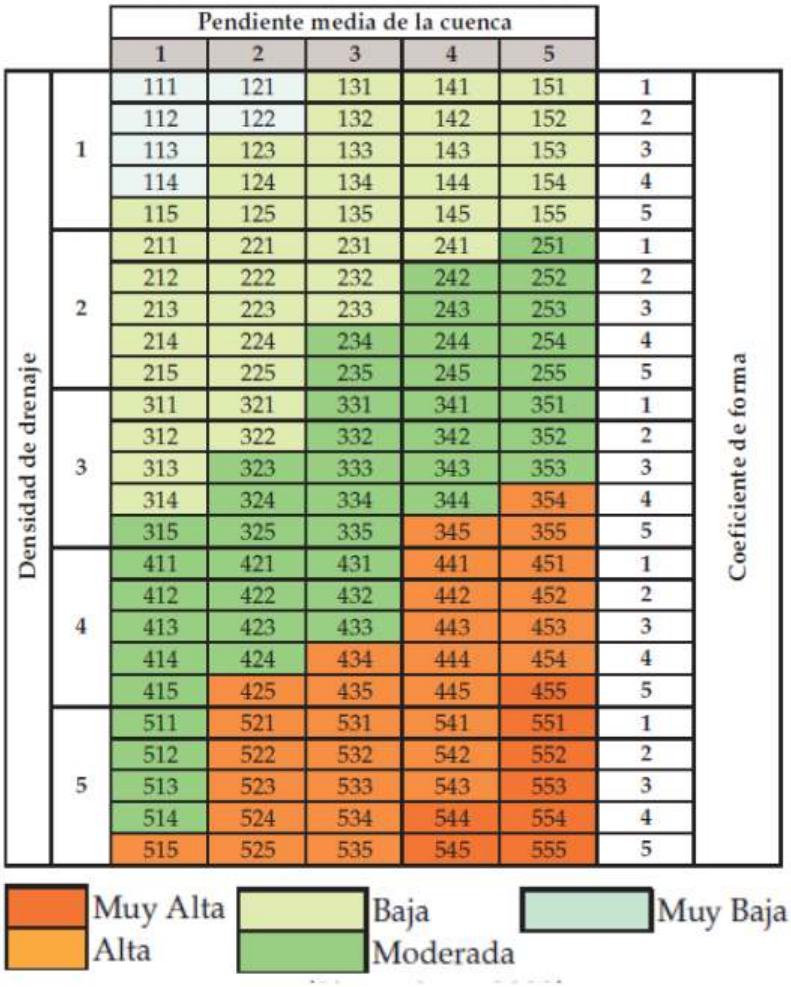
2.6.3.3.3. Índice Morfométrico de Torrencialidad (IMT). Integra el coeficiente de compacidad o de forma, la pendiente media de la cuenca y la densidad de drenaje (parámetros morfométrico), los cuales son indicativos de la forma como se concentra la escorrentía, la oportunidad de infiltración, la velocidad y la capacidad de arrastre de sedimentos en una cuenca, así como la eficiencia o rapidez de la escorrentía y de los sedimentos para salir de la cuenca luego de un evento de precipitación, con el fin de predecir cuál podría ser el nivel de susceptibilidad de dicha cuenca a eventos torrenciales.

Tabla 497. *Relaciones Para Categorizar el Índice Morfométrico.*

Índice morfométrico	Escala	Área cuenca km²	Categorías				
			1	2	3	4	5
Densidad de drenaje (km/km²)	1:10.000	<15	<1,50	1,51-2,00	2,01-2,50	2,51-3,00	>3,00
	1:25.000	16 - 50	<1,20	1,21-1,80	1,81-2,00	2,01-2,50	>2,50
	1:100.000	>50	<1,00	1,01-1,50	1,51-2,00	2,01-2,50	>2,50
			Baja	Moderada	Moderada alta	Alta	Muy alta
Pendiente media de la cuenca (%)	1:10.000	<15	<20	21-35	36-50	51-75	>75
	1:100.000	>50	<15	16-30	30-45	46-65	>65
			Accidentado	Fuerte	Muy fuerte	Escarpado	Muy escarpado
Coeficiente de compacidad			<1,625	1,375-1,500	1,251-1,375	1,126-1,250	1,000-1,125
			Oval oblonga a rectangular oblonga	Oval redonda a oval oblonga		Casi redonda a oval redonda	

Fuente: Lineamientos conceptuales y metodológicos para la Evaluación Regional del Agua.

Tabla 498. *Categorías Índice Morfométrico de Torrencialidad*



Fuente: Lineamientos conceptuales y metodológicos para la Evaluación Regional del Agua.

Tabla 499. *Índice Morfométrico Torrencialidad*

Subcuenca	Densidad de drenaje		Índice morfométrico Torrencialidad	
	Valor (Km/Km^2)	Cat	Valor (Relación)	Cat

Cañada Seca o los Alisos	2,481	4	421	Media
Cañada de Taminango	2,701	5	531	Alta
Corrientes Direc. R. Mayo No.4	2,773	5	531	Alta
Corrientes Direc. R. Mayo Alto	3,172	5	543	Alta
Corrientes Direc. R. Mayo No. 1	3,312	5	531	Alta
Corrientes Direc. R. Mayo No. 2	3,386	5	511	Media
Corrientes Direc. R. Mayo No. 5	3,617	5	531	Alta
Corrientes Direc. R. Mayo No.3	3,725	5	521	Alta
Q. Charguayaco	3,797	5	532	Alta
Q. El Mesón	3,807	5	534	Alta
Q. El Rincón	3,964	5	532	Alta
Q. La Alpujarra	4,065	5	522	Alta
Q. La Fragua	4,093	5	522	Alta
Q. Los Molinos	4,249	5	531	Alta
Q. Quiebra Camilla	4,313	5	524	Alta
Q. San Gerardo	4,408	5	533	Alta
Q. San Mateo	4,691	5	533	Alta
Q. Santa Ana	4,760	5	532	Alta
Quebrada las Cañadas	4,785	5	521	Alta
Quebrada Bateros	4,948	5	522	Alta
Quebrada Guayaquil	4,959	5	531	Alta
Quebrada Honda	5,018	5	533	Alta
Quebrada Las Palmas	5,071	5	534	Alta
Quebrada de Cusillo	5,153	5	532	Alta
Quebrada del Purgatorio	5,186	5	533	Alta
R. Tajumbina	5,292	5	531	Alta

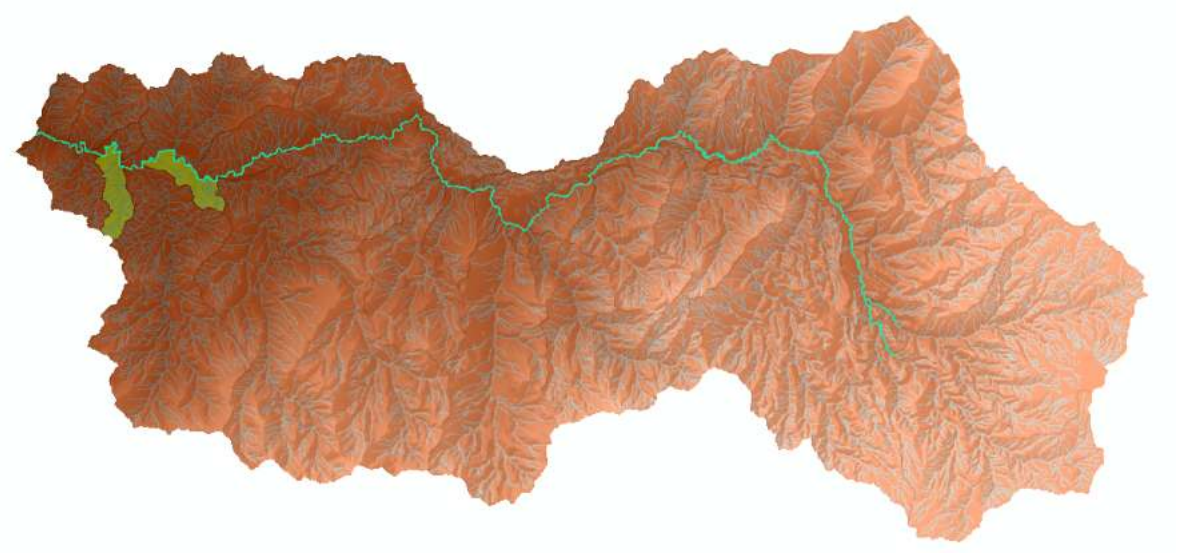


Figura 333. *Morfométrico de Vulnerabilidad*

2.6.3.3.4. Índice de Vulnerabilidad a Eventos Torrenciales (IVET). Indica la relación entre las características de la forma de una cuenca que son indicativos de Torrencialidad en la misma, en relación con las condiciones hidrológicas en dicha cuenca (IDEAM, 2013); Se define a través de una matriz de decisión entre las categorías del índice morfométrico y el índice de variabilidad. La unidad de medida es el indicado es cualitativa y se expresa en términos de vulnerabilidad muy alta, alta, media y baja.

Tabla 500. *Clasificación índice de vulnerabilidad frente a eventos torrenciales (IVET).*

Índice de Variabilidad	Índice morfométrico de torrencialidad				
	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Muy Baja	Baja	Baja	Media	Alta	Alta
Baja	Baja	Media	Media	Alta	Muy alta
Media	Baja	Media	Alta	Alta	Muy alta
Alta	Media	Media	Alta	Muy alta	Muy alta
Muy alta	Media	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta

Fuente: Lineamientos conceptuales y metodológicos para la Evaluación Regional del Agua.

Tabla 501. *Índice de Vulnerabilidad a Eventos Torrenciales (IVET)*

UAH	Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales
Cañada Seca o los Alisos	Alta
Cañada de Taminango	Muy alta
Corrientes Direc. R. Mayo No.4	Muy alta
Corrientes Direc. R. Mayo Alto	Muy alta
Corrientes Direc. R. Mayo No. 1	Muy alta
Corrientes Direc. R. Mayo No. 2	Alta
Corrientes Direc. R. Mayo No. 5	Muy alta
Corrientes Direc. R. Mayo No.3	Muy alta
Q. Charguayaco	Muy alta
Q. El Meson	Muy alta
Q. El Rincon	Muy alta
Q. La Alpujarra	Muy alta
Q. La Fragua	Muy alta
Q. Los Molinos	Muy alta
Q. Quiebra Camilla	Muy alta
Q. San Gerardo	Muy alta
Q. San Mateo	Muy alta
Q. Santa Ana	Muy alta
Qubrada las Cañadas	Muy alta
Quebrada Bateros	Muy alta
Quebrada Guayaquil	Muy alta
Quebrada Honda	Muy alta
Quebrada Las Palmas	Muy alta
Quebrada de Cusillo	Muy alta
Quebrada del Purgatorio	Muy alta
R. Tajumbina	Muy alta

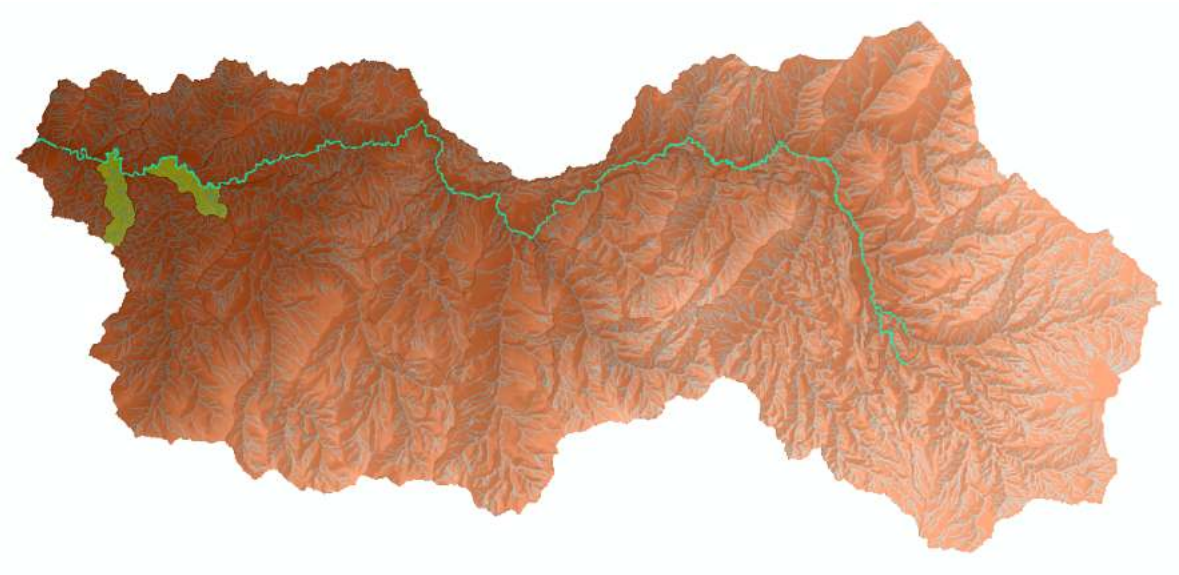


Figura 334. *Vulnerabilidad a Eventos Torrenciales (IVET)*

2.6.3.3.5. Zonificación de áreas susceptibles avenidas torrenciales. La principal herramienta para la zonificación de amenazas es el SIG, donde se determinan los criterios para calcular y evaluar el nivel de amenaza a eventos torrenciales en una cuenca hidrográfica; inicialmente se obtiene los registros recopilados de este tipo de amenaza, fueron recopilados por fuentes de información como la base de datos DesInventar, reportes de emergencias de la DAGRD y los registros de los Planes Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD), de los cuales se reconocieron cuatro (4) lugares donde se desencadenan avenidas torrenciales con una frecuencia ocurrencia; registros que carecen de coordenadas geográficas, sin embargo, se hizo énfasis a los nombres de quebradas, veredas o sitios afectados; ya que sirve de referencia en el momento de priorizar las áreas más susceptibles a las avenidas torrenciales.

Posterior y con base a criterios establecidos en la “Guía metodológica para la zonificación de amenaza por fenómenos de inundación en el marco de la evaluación regional del agua”, se realizan análisis y procesamientos espaciales a la información contenida en el Modelo Digital de Elevación (DEM), para determinar rangos de pendientes según el Soil Survey Staff (SSS) de la United States Department of Agriculture (USDA) (H. Zuñiga, 2010).

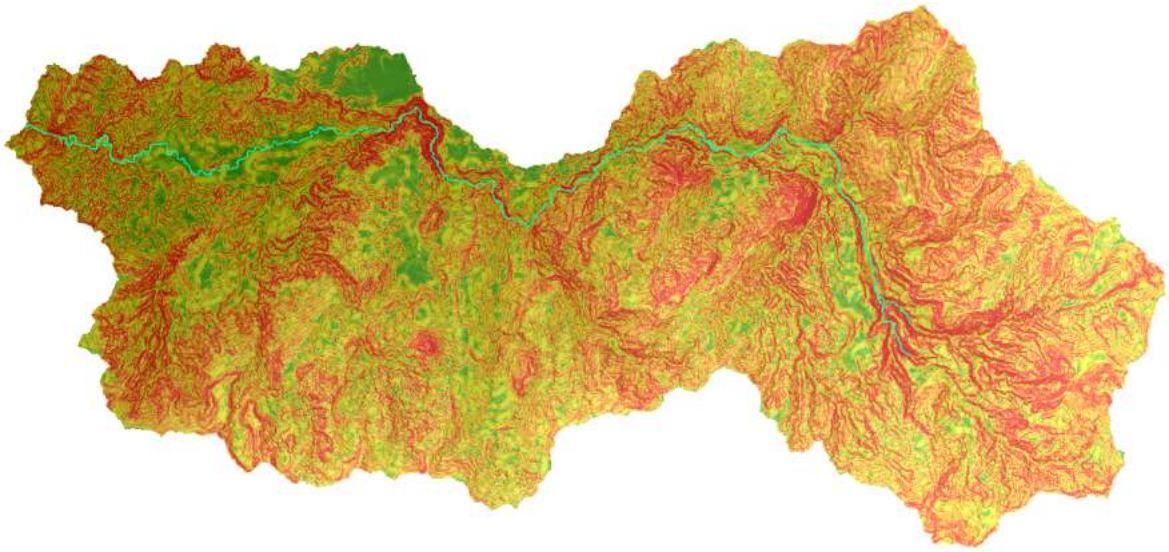


Figura 335. *Tipos de Pendiente Cuenca Río Mayo.*

Tabla 502. *Tipos de Pendiente*

Tipo de Pendiente	
0 - 3 %	Plano a Nivel
3 - 7 %	Ligeramente Inclinado
7 - 12 %	Inclinado
12 - 25 %	Ondulado o Quebrado
25 - 50 %	Fuertemente Ondulado o Quebrado
50 - 75 %	Extremadamente Ondulado o Quebrado
> 75%	Escarpado

Después de establecer los tipos de inclinación de la cuenca, se identificaron los orígenes asociados a los eventos de inundación y carga de sedimentos, basados en criterios establecidos por el IDEAM, se categorizo la: erosión fluvial, sedimentación coluvial, aluvial y diluvial; criterios que representan las formas del terreno influenciadas por el grado de ocurrencia de inundaciones.

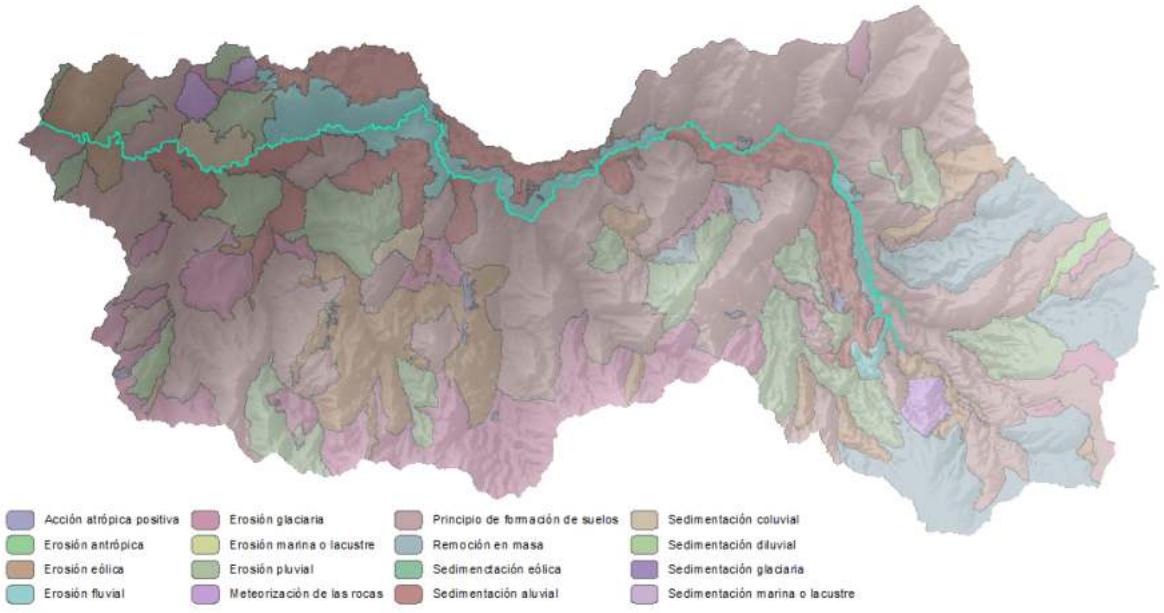


Figura 336. *Geomorfología – Procesos Morfodinámicos Cuenca Río Mayo*

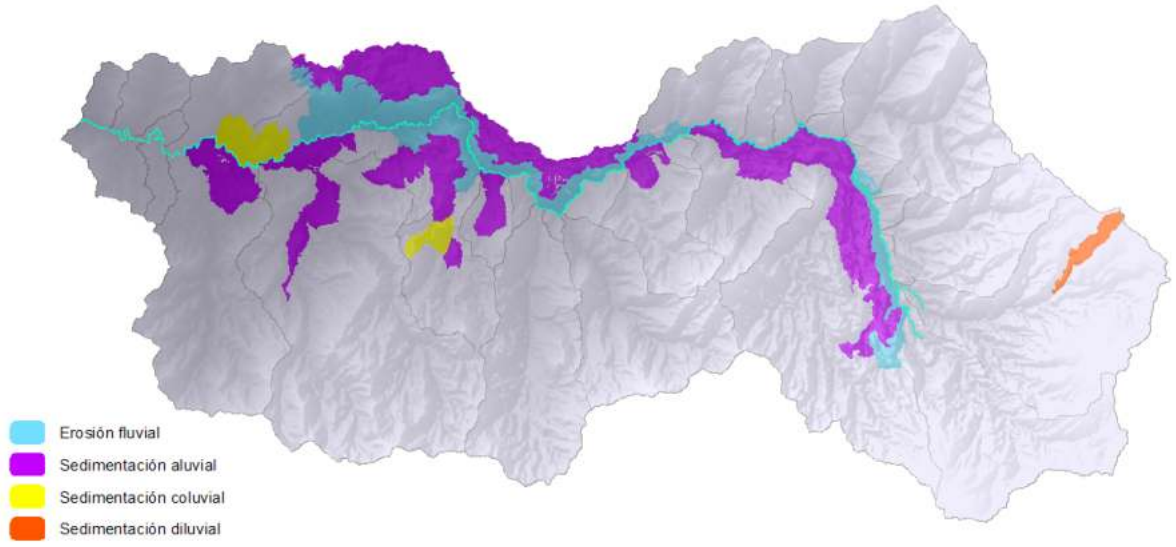


Figura 337. *Geomorfología de origen Fluvial, Aluvial, Coluvial y Diluvial.*

Luego de identificar y seleccionar las áreas condicionadas por procesos de erosión, transporte, carga y descarga hídrica y de sedimentos; depósitos que originan superficies de la tierra con características fundamentadas en cierta medida con un grado a la ocurrencia de flujos hídricos, procesos erosivos y de acumulación en función de su pendiente y carga de sedimentos; por esta

razón se priorizo las geoformas que caracterizan un ambiente dominado por la acción de corrientes hídricas y el trasporte de sedimentos sobre la superficie terrestre.

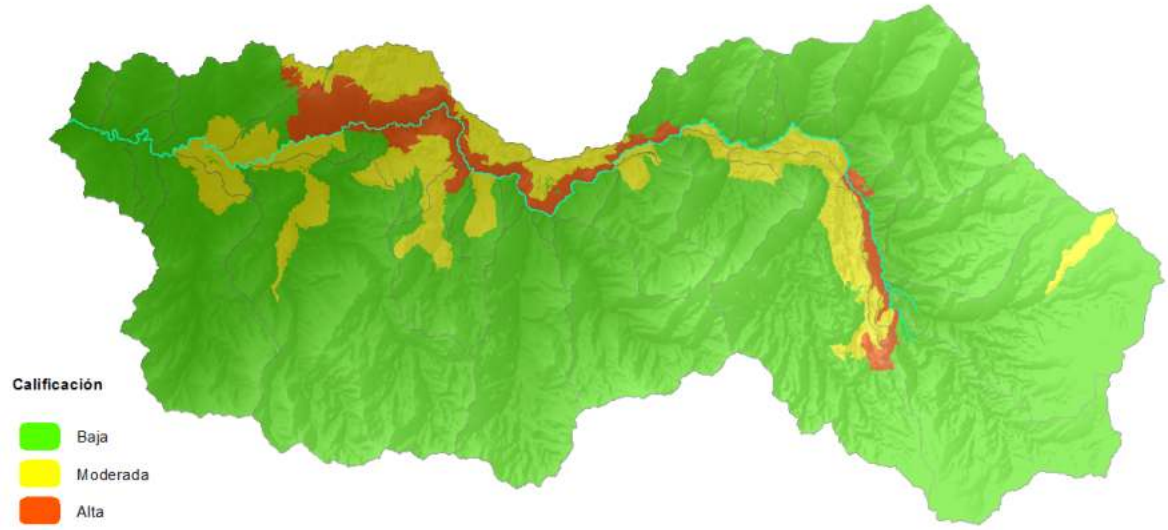


Figura 338. *Mapa Categorización Susceptibilidad a Eventos Torrenciales*
(Ver Anexo Cartográfico 51)

Luego de priorizar las geoformas asociadas a eventos con presencia de erosión hídrica (solo se identifican planos de inundación dentro de las cuencas priorizadas), se clasifican las pendientes del área de estudio para después realizar una representación visual, con el fin de tener mejor perspectiva de las zonas a categorizar con grado de amenaza alta, media, baja y muy baja.

Tabla 503. *Categorización de la Amenaza*

	Tipo de Inclinación		
Geoforma Priorizada	**0 - 3 %**	**3 - 7 %**	**> 7 %**
Erosión Fluvial	Alta	Baja	Muy Baja
Sedimentación Aluvial	Media	Baja	Muy Baja
Sedimentación Coluvial	Media	Baja	Muy Baja
Sedimentación Diluvial	Media	Baja	Muy Baja

Tabla 504. *Porcentajes de Amenaza por Avenidas Torrenciales en Geoformas Priorizadas.*

Clasificación Pendiente		Proceso Morfodinámico	Área Ha	%	Evaluación Amenaza	
0 - 3 %	Alta	Erosión fluvial	519,2	3,9	4	Alta
3 - 7 %	Media	Erosión fluvial	319,0	2,4	3	Media
0 - 3 %	Alta	Sedimentación aluvial	3932,5	29,7	3	Media
0 - 3 %	Alta	Sedimentación coluvial	472,6	3,6	3	Media
0 - 3 %	Alta	Sedimentación diluvial	147,3	1,1	3	Media
3 - 7 %	Media	Sedimentación diluvial	54,0	0,4	2	Baja
3 - 7 %	Media	Sedimentación coluvial	163,8	1,2	2	Baja
> 7 %	Baja	Erosión fluvial	2965,0	22,4	1	Muy Baja
> 7 %	Baja	Sedimentación aluvial	4098,5	30,9	1	Muy Baja
> 7 %	Baja	Sedimentación coluvial	373,4	2,8	1	Muy Baja
> 7 %	Baja	Sedimentación diluvial	200,9	1,5	1	Muy Baja
			13.246	100		

La representación gráfica del análisis elaborado anteriormente, para identificar y zonificar las áreas que presentan mayor susceptibilidad al desencadenamiento de eventos torrenciales en la cuenca Río Mayo.

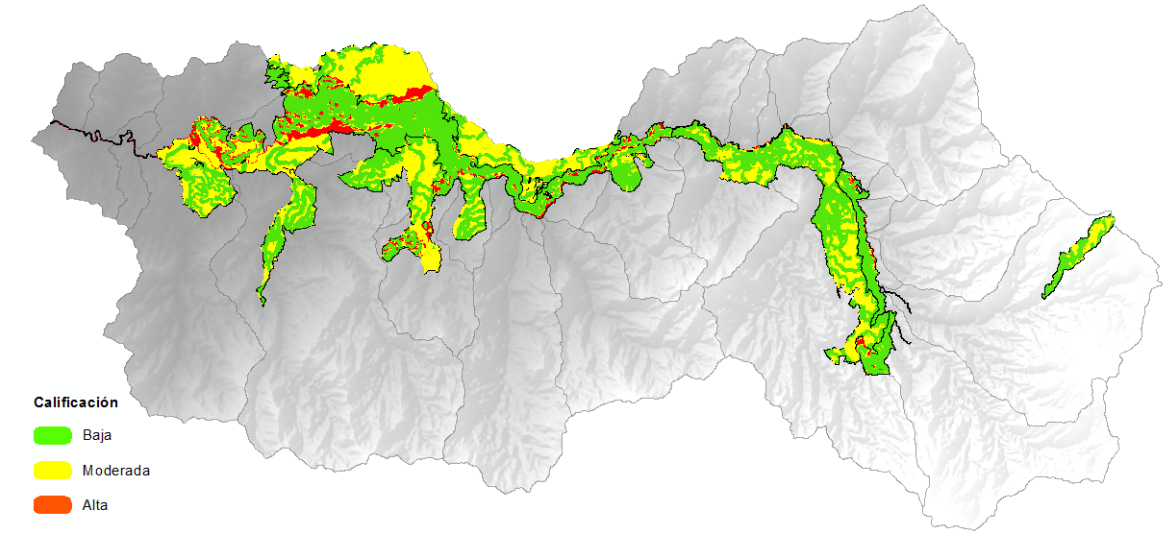


Figura 339. *Mapa Amenaza por Avenidas Torrenciales en Áreas Priorizadas*
(Ver Anexo Cartográfico 52)

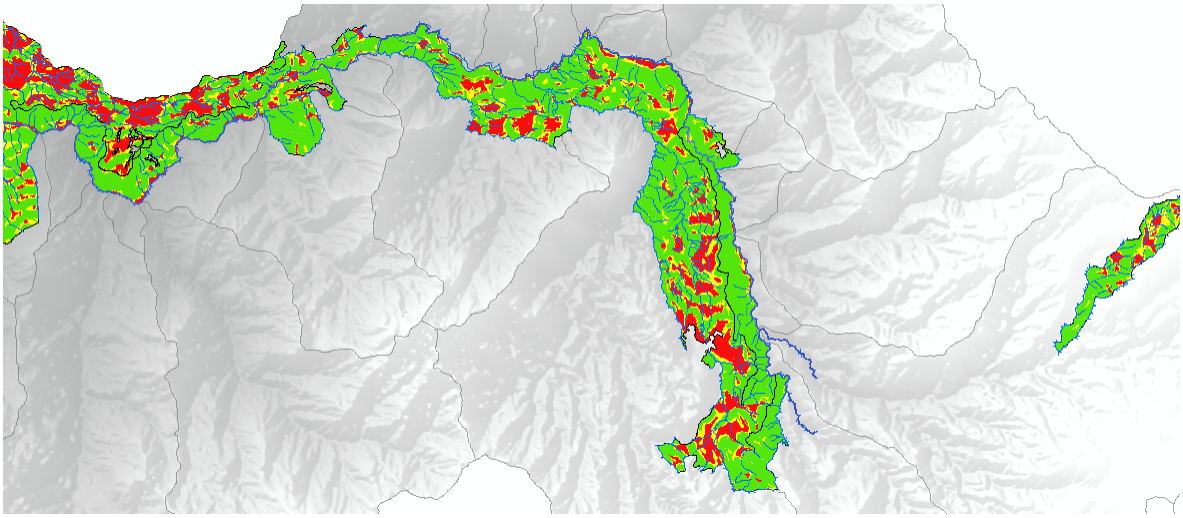


Figura 340. *Amenaza por Avenidas Torrenciales*

Una vez realizado el análisis de susceptibilidad a eventos torrenciales, se pudo establecer que la amenaza media por avenidas torrenciales predomina en el área de estudio, eventos que ocurren principalmente por la trasformación del espacio geográfico para la producción y la degradación de los suelos, desencadenando precipitaciones máximas, movimientos en masa, flujos de lodo, entre otros.

En cuanto a recorridos de campo identificando la amenaza por avenidas torrenciales, se realizó un reconocimiento ocular al visitar tres (3) quebradas que en temporada de invierno son lugares de afectación en la cuenca del Río Mayo; aunque se encuentran distribuidas en ocho (8) municipios, solo existen registros de eventos relacionados con inundaciones; las avenidas torrenciales se registran en las quebradas Caucanes (La Cruz), Mocondino (Belén) identificadas en la siguiente figura.

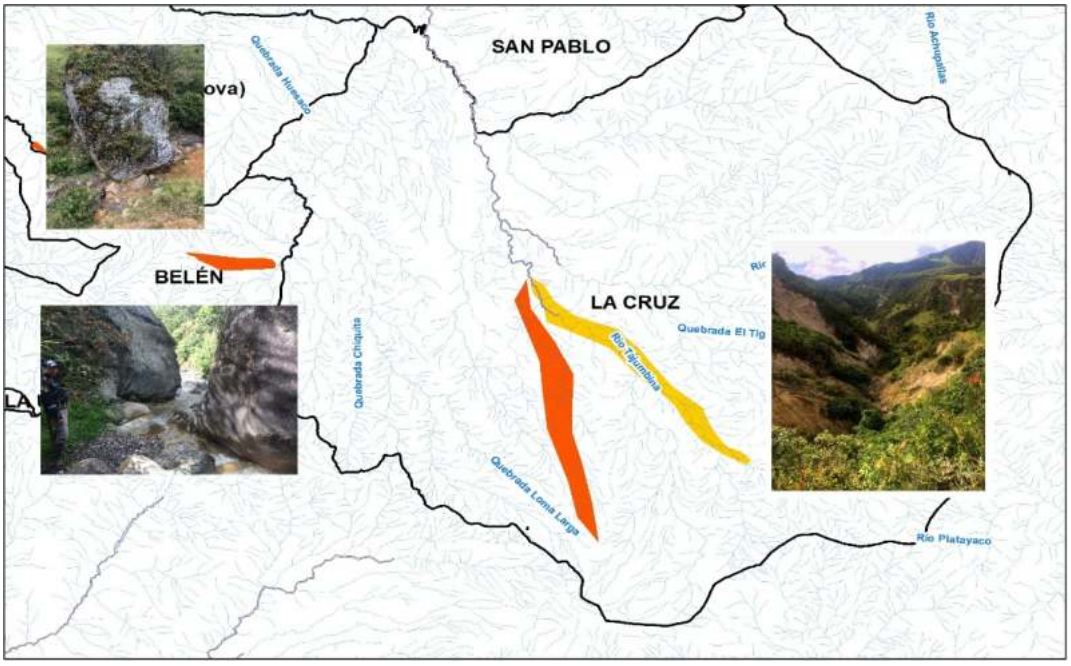


Figura 341. *Eventos de Avenidas Torrenciales*

Quebrada Mocondino (Subcuenca Los Molinos – Belén): Con la información de los registros históricos, talleres comunitarios y caudales mensuales máximos instantáneos, se pudo priorizar está zona, ya que genera recurrentes afectaciones la comunidad urbana del municipio de Belén en los meses de enero, abril y noviembre, la quebrada experimenta caudales mayores al 123 mm. siendo los valores más representativos en la cuenca. En la inspección ocular se pudo identificar la existencia de varios tipos de deslizamientos, caída de rocas, desplomes, flujos de lodo y fracturamiento del suelo, los cuales pueden generar una afectación a grandes proporciones.



Figura 342. *Eventos Amenazantes Quebrada Mocondino – Belén.*

Inicialmente se hizo un recorrido ocular por el cauce de la quebrada Mocondino, con el acompañamiento del representante del CMGRD y personas que conforman el cuerpo de bomberos del Municipio; por las características físicas de la quebrada, se puede determinar que es una quebrada torrencial, porque tiene rocas de varios tamaños y encajonamientos, el representante de los bomberos, asegura que se realizan campañas de monitoreo constante porque el problema inicia cuando se represa el agua a causa de vegetación estancada entre las rocas.



Fotografía 87. *Entorno, Quebrada Mocondino*

En el recorrido aguas arriba de la quebrada, a escasos ochenta (80) metros del perímetro urbano, se evidencian movimientos en masa con flujos de detritos que son una mezcla heterogénea de agua con una elevada proporción de materiales sólidos (detritos, madera, cobertura vegetal, etc), comportándose como fluido viscoso. Gran parte del material es arrastrado por la capacidad abrasiva de la corriente, que progresivamente gana volumen y velocidad.



Fotografía 88. *Flujo de Detritos Quebrada Mocondino*

En la franja hidráulica de la quebrada, se evidencian características que permiten evidenciar la magnitud de la amenaza, ya que existen movimientos en masa compuestos por flujos de lodo y gravilla en la base del deslizamiento, que constantemente van aportando material a la quebrada, aportando materiales a la base por la erosión laminar del suelo y el atascamiento de cobertura vegetación, represando y generando nuevos procesos de degradación en el suelo.



Fotografía 89. *Deslizamiento Compuesto Quebrada Mocondino*

Es muy importante la caracterización de este tipo de eventos en la cuenca del río Mayo, ya que existe la tendencia de que la cuenca Río Mayo es un área susceptible a este tipo de amenazas, considerando que las características, geológicas, geomorfológicas, topográficas, climáticas, uso y tipos de suelo son semejantes en el área de estudio.



Fotografía 90. *Deslizamiento Traslacional Quebrada Mocondino*

En las siguientes fotos se puede observar el tamaño de los detritos y la magnitud de los movimientos que pueden desencadenar un peligro para la población localizada en el casco urbano, además se puede observar que la ganadería intensificada genera daños irreparables al

medio ambiente y no existen programas y proyectos orientados restaurar ecológicamente la ronda hídrica y las partes altas con bosque nativo, para que por medio de empradizacion exista mayor cohesión y minimizar la erosión y degradación del suelo.



Fotografía 91. *Eventos Quebrada Mocondino*



Fotografía 92. *Fisura Corona de Deslizamiento Quebrada Mocondino*

Al terminar el recorrido de la quebrada Mocondino, se pudo concluir con el encargado del cuerpo de bomberos y el señor encargado del comité de CMGRD, que evidentemente existe un riesgo alto ante la amenaza de una avenida torrencial, ya que los movimientos en masa localizados en la parte alta de la quebrada, tienen mucho tiempo de estar activos y de generar daños, peligro y perdidas a los habitantes del sector nor occidental del casco urbano de Belén.

Como proceso de gestión del riesgo, queda en manos del CMGRD reportar esta situación ante el CDGRD, encargado de evaluar la magnitud de los eventos de riesgo a nivel departamental, para adelantar procesos en cuanto a conocimiento y reducción del riesgo.

Quebrada La Palma (La Cruz): Para la identificación de la amenaza en este sector, se contó con el acompañamiento del señor Franco Soscue, Secretario de Gestión del Riesgo de Desastres en La Cruz, quien hizo énfasis para que se realice el análisis de amenaza por inundación en el sector del Salado, porque además de catalogarse como una cuenca torrencial por los parámetros morfométricos, se encuentra en un cruce de quebradas; con la observación ocular del área de análisis, se puedo identificar que existen procesos de urbanización en la ribera de la quebrada, aguas abajo del cruce, originando posibles escenarios de riesgo a causa a la cercanía y la poca diferencia de alturas entre el borde de la quebrada y el suelo firme destinado a urbanizar.

Al realizar la inspección en campo se pudo constatar que el centro poblado de la vereda el Salado se localiza la parte media de la subcuenta Río Tajumbina, en una llanura inundable entre el cruce

de dos quebradas La Palma y El Churo, las cuales se pudo verificar aguas arriba del pueblo existen varios obstáculos, deslizamientos, desprendimientos y flujos de lodo y detritos que pueden obstaculizar el caudal reteniendo el agua, sedimentos y cobertura vegetal en la parte alta, lo que sumado a las fuertes lluvias o sismos pueden generar una avenida torrencial.



Fotografía 93. *Entorno Centro Poblado El Salado*



Fotografía 94. *Movimiento Rotacional Borde Quebrada La Palma*



Fotografía 95. *Movimiento Traslacional Quebrada La Palma.*

En el recorrido de campo en la vereda El Salado, se pudo evidenciar que los tipos de producción de la tierra, ocasionan daños a las características físicas del terreno, a causa del pastoreo intensivo la degradación de los suelos han generado este tipo de escenarios, los cuales se presentan en la mayoría de la cuenca, sin embargo no existen medidas correctivas para minimizar la acelerada erosión del suelo y la disminución de la cobertura vegetal de protección y conservación (franja hidráulica – bosque ripario).



Fotografía 96. *Cantidad de Movimientos parte media Quebrada La Palma*

Quebrada Los Molinos (San Pedro de Cartago): El municipio San Pedro de Cartago es uno de los sitios donde se concentra la mayor parte de movimientos en masa, ya que por un lado las actividades productivas del lugar, aumentan la frontera agrícola y amplían la producción ganadera hacia las partes alta; también, es el municipio que posee una gran recarga hídrica, puesto que existen varios acueductos que recogen y conducen el recurso hídrico hacia distintas veredas y municipios de la región. Intensificando los factores detonantes que pueden desencadenar varios escenarios de riesgo, entre los cuales se puede dar ejemplo, el desabastecimiento del recurso hídrico.

El área identificada, se localiza al sur de cabecera municipal, hacia el puente quebrada Los Molinos, localizado en el sector Salado Bajo, vía que conduce a la vereda El Salado y La Chorrera, por el camino que conduce al cementerio. Este puente (Fotografía 97. Eventos Quebrada Las Palmas.) fue afectado por las fuertes lluvias del día 25 de febrero de 2017, La quebrada aumento el caudal, mientras que el puente azotado por la fuerza de la corriente aumento el socavamiento a causa del arrastre de escombros, estancando y reteniendo el agua por un periodo de tiempo que luego fue empujada por la misma fuerza, se afectaron aguas abajo varios cultivos y la ribera de la quebrada.

El puente (*Fotografía 97Fotografía 97.* Eventos Quebrada Las Palmas.) fue afectado por las fuertes lluvias del día 25 de febrero de 2017, La quebrada creció su caudal estuvo a punto de presentarse un colapso, este hecho llevo a que las autoridades eviten el transporte pesado. Según información de personas de la zona, hace aproximadamente 43 años está quebrada afecto al caserío de ese entonces, y el puente fue arrastrado por las caudalosas aguas.





Fotografía 97. *Eventos Quebrada Las Palmas.*

Es importante mencionar que para la realización de este tipo de análisis, la falta de información, capacitación y educación, en temas de gestión del riesgo para el ordenamiento territorial, es una necesidad de cada Municipio, ya que el riesgo se define con el conocimiento de los eventos de riesgo que amenazan con mayor frecuencia nuestro territorio. A partir de esto se planean estrategias para mitigar el peligro y mejorar las condiciones que afectan constantemente a la comunidad.

En relación con los registros y catálogo de eventos único para la cuenca Río Mayo no existe un inventario consolidado que presente una estructura para el análisis adecuado del tipo de amenaza, estado, magnitud y tipo de evento, ubicación geográfica, fecha y sitio del evento, afectados, daños y pérdidas cuantificadas en pesos.

2.6.3.4. Incendios forestales

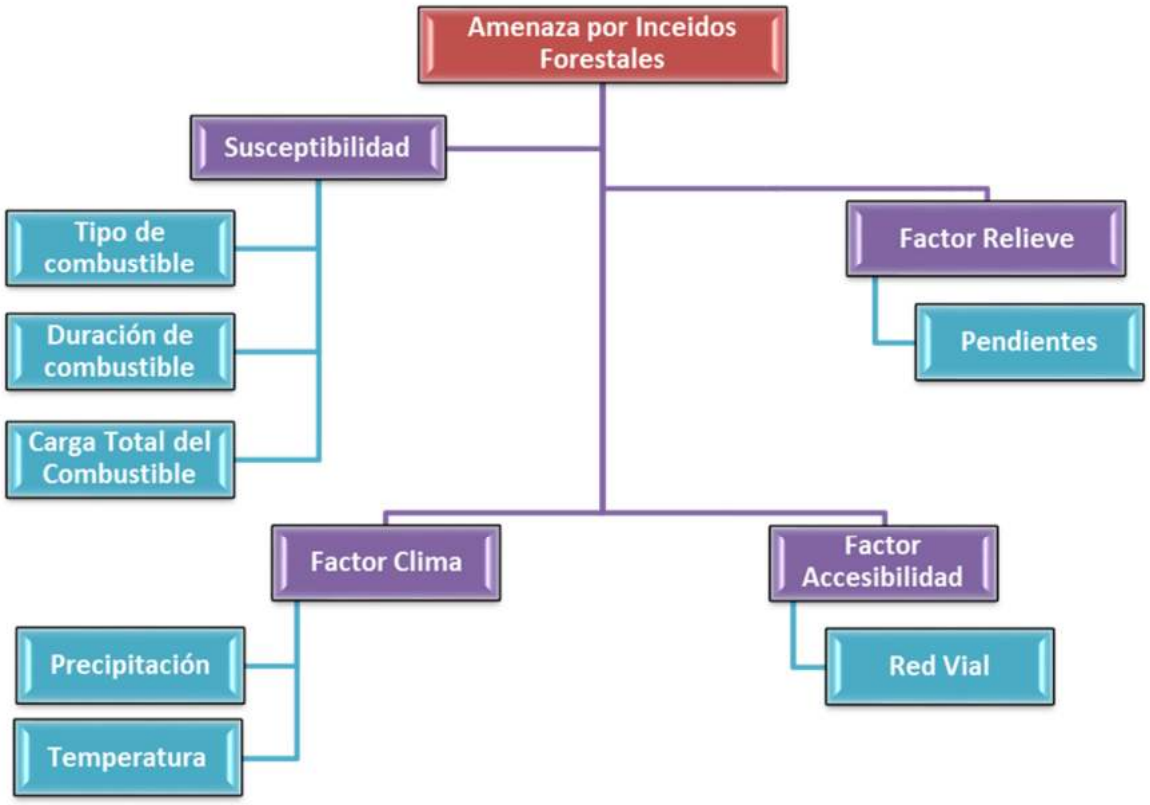


Figura 343. *Esquema de trabajo amenaza por incendios forestales*

2.6.3.4.1. Cuantificación de la amenaza por incendios forestales

- Susceptibilidad a incendios forestales por combustible

Tipo de combustible vegetal predominante por cobertura vegetal.

- ✓ Duración de combustible

Duración del tipo de combustible dominante: duración en horas de cada tipo de combustible, definidos en horas de ignición (1h, 10h, 100h).

Combustibles de una hora de duración
Combustibles de 10 horas de duración
Combustibles de 100 horas de duración

✓ Carga total de combustible

Carga total de combustibles: caracterización cualitativa dependiente de la correlación de la altura en metros, cobertura en valores porcentuales y biomasa aérea en toneladas por hectárea. Ver Anexo Cartográfico 53.

2.6.3.4.2. Cuantificación Amenaza a incendios forestales

- Factores climáticos

Mientras que las variables climáticas, "son de los factores primordiales en la generación y la propagación de los incendios de la cobertura vegetal, ya que determina la duración y la severidad de las estaciones secas y calurosas en un área geográfica determinada. El clima influye directamente sobre la humedad y la cantidad de combustible presente, ya que la humedad hace que la vegetación sea más o menos resistente a la afectación del fuego, lo que conlleva a que exista una mayor disponibilidad de combustible de fácil ignición y con mayor probabilidad de ser afectado por el fuego, razones que hacen del clima un factor de uso indispensable para la evaluación de la amenaza" MADS (2014)

- Precipitación / Temperatura

La sistematización de las variables climáticas se obtuvo a partir datos obtenidos de los registros tomados por las estaciones meteorológicas del IDEAM, categorizando y valorando la clasificación elaborada en el componente climático de la Cuenca del Río Mayo, de acuerdo con los valores presentados en la siguiente tabla y figura:

Tabla 505. *Valoración Variables Climáticas.*

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Árido (0-500)	MUY BAJA	1
Pluvial (>7000)	MUY BAJA	1
Muy húmedo (3000-7000)	MODERADA	2
Húmedo (2000-3000)	MODERADA	3
Seco (1000-2000)	ALTA	4
Muy seco (500-1000)	MUY ALTA	5

TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Nival (<1.5)	MUY BAJA	1
Extremadamente frío (1.5 - 6)	MUY BAJA	1
Muy frío (6 – 12)	MODERADA	2
Frío (12 – 18)	MODERADA	3
Templado (18 – 24)	ALTA	4
Cálido (>24)	MUY ALTA	5

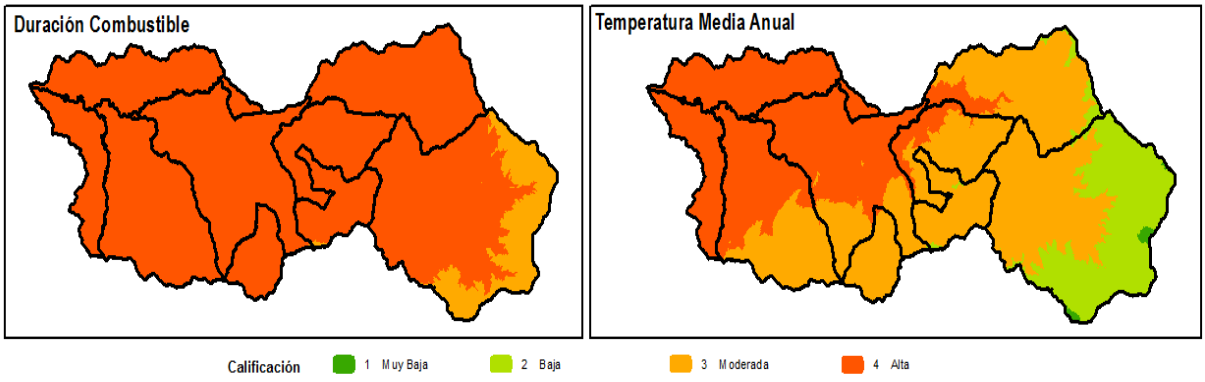


Figura 344. *Ponderación Variables Climáticas.*

En talleres de participación con la comunidad, se pudo establecer que existe una “reducción de las lluvias se hace notoria en la región Andina en los trimestres de: marzo–mayo y septiembre-noviembre, creando una sensación de “alargue” de las temporadas secas y/o de bajos volúmenes de lluvia en los trimestres de: junio-agosto y diciembre-febrero, cuando al mismo tiempo se hace mayor la frecuencia de los incendios en las coberturas vegetales” UNGRD (2016), a causa de la carencia de lluvias alrededor de tres a cuatro meses, en algunos sectores de los municipios de Taminango, San Lorenzo y Mercaderes.

Cabe mencionar, el efecto del cambio climático, e influencia del fenómeno del niño, presentado en zonas como la región Andina; teniendo un efecto de la disminución de las precipitaciones, tal consecuencia impacta en reducción de los caudales de los ríos, esta situación aumenta la ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal, también se habla de problemas de déficit hídrico, esto conlleva a la afectación de los acueductos municipales y veredales, racionamiento en el sector energético, influencia en la actividad agrícola, en la salud y el ambiente.

- Factor del relieve

En lo relacionado con la propagación del fuego proporcional al ángulo de inclinación de la pendiente del terreno, cuando se presenta a favor de la pendiente es rápida y peligrosa. Los incendios no ocurren al azar, sino que son más frecuentes en determinadas localizaciones. Se realizó un mapa de pendiente en porcentaje, utilizando el DTM que cuenta con resolución espacial de cinco (5) metros, con el fin de evaluar las zonas con mayor predisposición a incendios.

- Pendiente

La categorización y valoración de las variables determinadas por el mapa de pendientes elaborado a partir del DTM, se obtuvo a partir de los valores presentados en la siguiente tabla:

Tabla 506. *Valoración Pendiente.*

PENDIENTE MEDIA (%)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
0 – 7 %	MUY BAJA	1
7 – 12 %	BAJA	1
12 – 25 %	MODERADA	2
25 – 75 %	ALTA	3
> 75 %	MUY ALTA	4

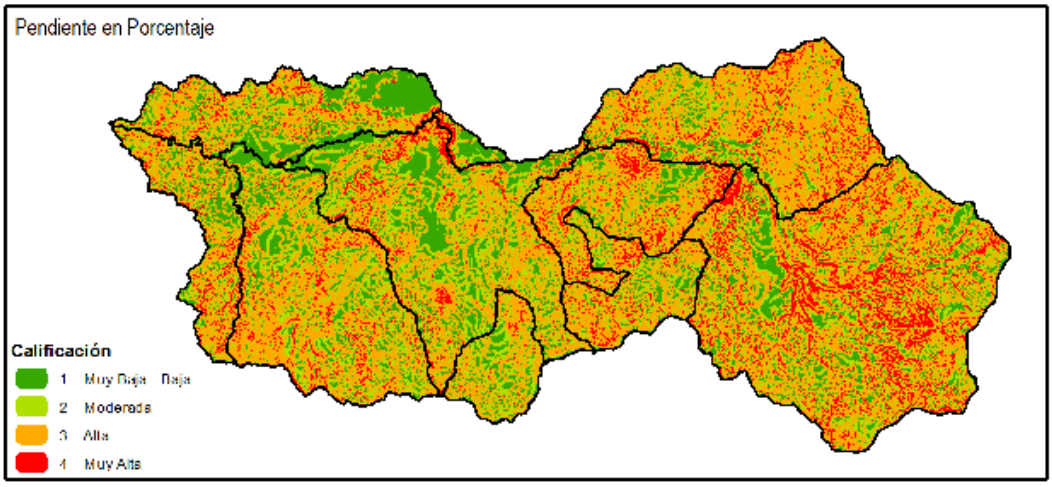


Figura 345. *Pendiente en Porcentaje*

Desde el punto de vista topográfico, el sector oriental de la cuenca se encuentran las mayores alturas que llegan hasta los 4.150 metros altitudinales, en la parte central las alturas oscilan entre los 1.500 a 2.500 metros y en la desembocadura del rio Mayo las aturas son menores a los 1.500

metros, lo que es directamente proporcional con el régimen climático de mayores precipitaciones en el sector de La Cruz y San Pablo.

Como se presenta en la figura anterior, la mayor área corresponde a la categoría alta y muy alta, con más del 60% del área de la cuenca, lo cual indica que los municipios que poseen un porcentaje considerable de su territorio con pendientes mayores al >25% dentro de la cuenca del Mayo, son: La Cruz, San Pablo, Colon, Belén, San Lorenzo y Taminango. Mientras que el 40% restante posee una pendiente entre el 2 – 25%, siendo un paisaje ondulado

2.6.3.4.3. Accesibilidad – Distancia a vías. La accesibilidad se expresa como la densidad vial, este factor se considera parte de la amenaza, debido a que aumenta la probabilidad de que la población pueda llegar a la cobertura vegetal y generar focos de incendio; se considera que existe una mayor probabilidad de generarse un incendio forestal en la medida que la distancia a una vía con transito sea menor en comparación con áreas que no presenten accesibilidad, es decir, la probabilidad de incendio disminuye con la distancia a las zonas accesibles.

Para este proceso, se realizó un mapa de 4 zonas de buffers, cada una con un grosor de 500 metros, dividiendo el área de la cuenca en función de la distancia que existe entre las principales vías con respecto a los rangos de distancias establecidas en el Protocolo de Incendios (IDEAM), las cuales corresponden a cinco clases.

Tabla 507. *Valoración Distancia a la Vía.*

DISTANCIA A LA VÍA (GROSOR DEL BUFFER en m)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
0 – 500	MUY ALTA	5
500 – 1000	ALTA	4
1000 – 1500	MODERADA	3
1500 – 2000	BAJA	2
Más de 2000	MUY BAJA	1

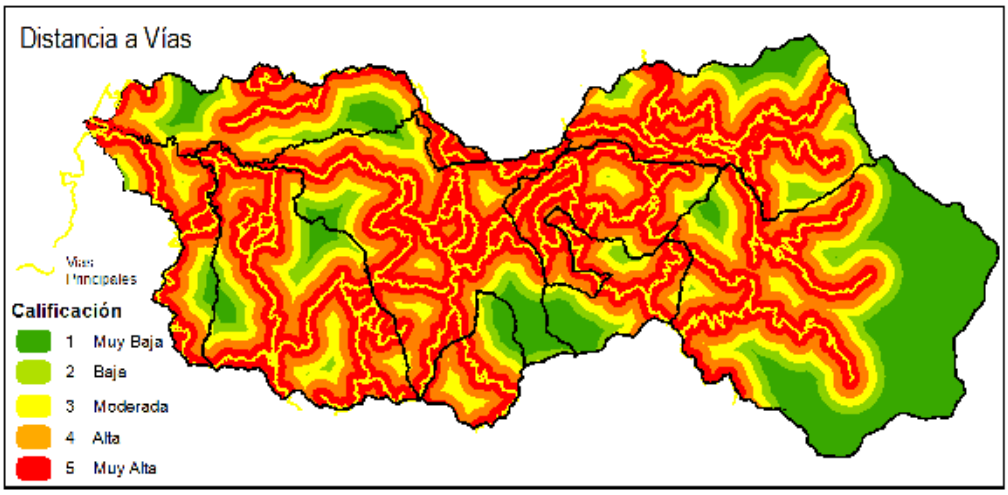


Figura 346. Distancia a Vías

2.6.3.4.4. Amenaza por incendios. es el peligro latente que representa la posible manifestación de un incendio forestal, que puede tener un origen natural, socionatural o antrópico, y que puede generar condiciones de peligro a las personas, los bienes y servicios eco sistémicos, sus bienes materiales, la producción y la infraestructura, que van debilitando y erosionando la capa superficial de los suelos, acelerando el proceso de salinización y degradación, perjudicando el ambiente. Se considera como un factor de riesgo sobre un elemento o grupo de elementos expuestos, en este caso la vegetación (IDEAM, 2011).

Con la información generada en las variables analizadas anteriormente, mediante procesos de algebra de mapas genera una suma ponderada la cual equivale a la amenaza total por incendios forestales; distribuida en cinco (5) rangos para así categorizar entre el grado de amenaza muy bajo (rango menor) a muy alta (rango mayor).

Ecuación 62. *Amenaza por incendios*

Amenaza = (Susceptibilidad de la vegetación * 0,20) + (precipitación * 0,25) + (temperatura * 0,25) + (pendientes * 0,05) + (accesibilidad * 0.03)

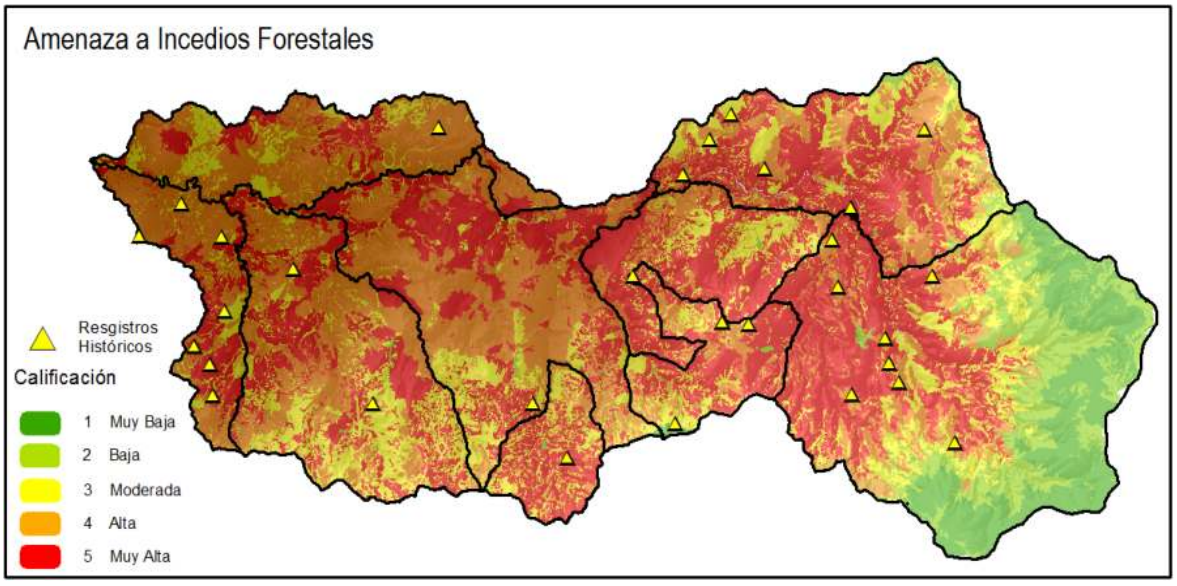


Figura 347. *Mapa Amenaza a incendios forestales*

(Ver Anexo Cartográfico 54)

Existe un poco más del 85% de la cuenca que presenta una amenaza por incendios forestales entre las categorías Muy Alta, Alta y Moderada, lo que implica una probabilidad, bajo condiciones adecuadas, que se presenten eventos que afecten la infraestructura, la población o la calidad de los ecosistemas presentes en estas áreas. Las principales coberturas de la tierra que se asocian a la categoría de amenaza muy alta son los pastos limpios, mosaico de pastos y espacios naturales, mosaico de cultivos y pastos enmalezados.

3. Análisis Situacional

El presente análisis se elaboró con base en los resultados del diagnóstico de la cuenca de acuerdo con sus componentes tanto en particular y como asociados, con el fin de identificar las potencialidades, limitantes, condicionamientos y conflictos que convergen en todo el territorio que hace parte de la cuenca hidrográfica del rio Mayo.

3.1. Analisis de Potencialidades, Limitantes y Condicionamientos

El análisis se elaboró realizando matrices comparativas de acuerdo con 6 temáticas sugeridas en el Anexo 1. De la guía para formulación de POMCAS (Capacidad de uso de la tierra, hidrología, biodiversidad, gestión del riesgo, socioeconómico, cultural y político). Con fines prácticos el presente documento en cada temática se analizan potencialidades y limitantes conjuntamente.

3.1.1. Capacidad de uso de las tierras

Tabla 508. *Potencialidades y limitantes de la capacidad de uso de las tierras*

POTENCIALIDADES	LIMITANTES
las unidades edafológicas presentes en toda la cuenca permiten el uso de agricultura sin mayores gastos de adecuación de suelos salvo los necesarios para controlar la acides de los mismos	la acides de sus suelos que encarece la producción agrícola por la compra de abono nitrogenado para cada cosecha
En la parte baja de la cuenca, se presentan unidades muy fértiles, básicas, las cuales podrían permitir una agricultura tecnificada o agroindustrial.	Suelos no tienen descanso de las actividades productivas principales de la cuenca que tienen requerimientos elevados nutricionales y de estabilidad del mismo.
Potencial para el mantenimiento de cultivos de forma agroindustrial, de gran rentabilidad en el mercado	Contaminación del suelo por el manejo ineficiente de residuos sólidos
suelos con gran fertilidad fértiles, aprovechables para producción agrícola.	Inadecuadas prácticas agrícolas que deterioran el suelo en las diferentes áreas de la cuenca, especialmente en la parte alta de los afluentes del rio.
Suelos profundos a muy profundos, producto de la actividad volcánica y acción sedimentaria.	Malas prácticas de cultivo en productos por parte de los productores de temporada y largo plazo que no se encuentra vinculadas a procesos de producción orgánica y limpia

POTENCIALIDADES	LIMITANTES
potencialidad para el uso de la tierra en diversas actividades agropecuarias, sobre todo en el uso de pastos para actividades pecuarias, o la agricultura principalmente de café, frutales y otros.	Manejo de cultivos en áreas de ladera que disminuye productividad y afecta la recuperación de los suelos.
Área potencial para el trabajo agroindustrial tecnificado	Las pendientes de la cuenca del Rio Mayo, van en su gran mayoría de las ligeramente escarpadas a las fuertemente escarpadas

3.1.2. Hidrología

Tabla 509. *Potencialidades y limitantes de la hidrología*

POTENCIALIDADES	LIMITANTES
El proceso de actualización del Plan de Ordenamiento de la cuenca hidrográfica, que se ha estado socializando con la comunidad, lo cual se constituye como una herramienta fundamental para crear conciencia sobre la necesidad de conservar los recursos hídricos.	Descarga de aguas producto del proceso de curtido de piel para la producción del cuero.
Presencia de reservas naturales.	Deficiente aplicación de las normas y leyes ambientales.
Para la disminución de la carga contaminante de los productos residuos de las curtiembres se ha instalado un colector principal que direcciona los vertimientos generados de dicha industria, lo que a futuro puede ser de gran utilidad para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales.	Inadecuada disposición de residuos sólidos, que en su proceso de descomposición generan lixiviados y luego estos se filtran en los suelos y posteriormente se transportan por medio de escorrentía hasta los cuerpos de agua que componen la cuenca.
Fuentes hídricas potenciales para sistemas de irrigación.	Carencia de sistemas de tratamiento del agua para consumo humano.
Permite la generación de energía hidroeléctrica.	Limitada educación ambiental.
Diversidad de fuentes permanentes abastecedoras de agua para acueductos rurales y municipales en varias zonas de la cuenca.	Inexistencia de plantas de tratamiento de aguas residuales.

POTENCIALIDADES	LIMITANTES
El desarrollo del POMCH prevé acciones de capacitación para que se conozcan plenamente las normas establecidas para el control, uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la cuenca.	Impacto en el cauce principal de la subcuenca del río Mayo debido a la extracción de material pétreo (minería artesanal).
	Vertimiento de aguas residuales domesticas sin ningún tipo de tratamiento.
Para la disminución de la carga contaminante de los productos residuos de las curtiembres se ha instalado un colector principal que direcciona los vertimientos generados de dicha industria, lo que a futuro puede ser de gran utilidad para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales.	Bajas precipitaciones en el año y largos periodos de sequía anual (déficit hídrico superficial), limitante para la productividad de los cultivos o actividades productivas desestabilizando los ingresos y bienestar de los habitantes

3.1.3. Biodiversidad

Tabla 510. *Potencialidades y limitantes de la biodiversidad*

POTENCIALIDADES	LIMITANTES
Presencia de reservas naturales, que garantizan la diversidad de fuentes permanentes abastecedoras de agua para acueductos rurales y municipales en varias zonas de la cuenca	Áreas con ecosistemas estratégicos que por su vulnerabilidad y particularidades deben ser conservados indiscutiblemente, lo convierte en una limitante para la expansión urbana y desarrollo económico en los municipios que cuentan con estos ecosistemas en sus territorios.
fuentes hídricas con potencial para sistemas de irrigación y generación de energía hidroeléctrica que a su vez disminuyen el impacto social generado por la falta de servicios básicos.	Obtención de bienes y servicios ilegal y desmesuradamente en áreas de vulnerabilidad y/o protección.
Educación para el control, uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la cuenca.	Proceso de declaratoria de zona de reserva campesina (ZRC), lo cual incurrirá en los procesos al interior de la cuenca
Buen estado de conservación y una amplia área de áreas de cobertura natural que además de estar parte de ella en el PNN-Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel, ayudan a la sostenibilidad de la cuenca, aprovisionamiento de agua, gran capacidad productiva y con una gran oferta de servicios ecosistémicos (leña, madera, agua, semillas y frutas, etc.)	La cacería ocasional o como control de “plagas” de cultivos de huerta y para comercialización, disminuyen directamente la población de los mamíferos, especialmente de las especies que son más apreciadas como presas de cacería.

POTENCIALIDADES	LIMITANTES
Refugio de múltiples especies de flora y fauna en vía de extinción, endémicas y amenazadas propias del territorio en a las áreas con coberturas boscosas.	fragmentación del hábitat causada por la conversión de bosques y páramos a ganadería y tierras agrícolas
presencia de ecosistemas estratégicos que proveen de múltiples servicios ecosistémicos y son reguladores de las condiciones climáticas, erosivas, hídrica entre otros.	Variabilidad y cambio climático que inciden sobre la flora y fauna, afectando los patrones de reproducción de las plantas, reduciendo los procesos de floración, fructificación y germinación, así como a la fauna frugívora.
Capacidad de resiliencia de los ecosistemas presentes en la cuenca para enfrentar situaciones de amenaza natural y antrópica	Aprovechamiento intensivo de los páramos del bosque de alto andino.
Especies nativas que ofrecen interesantes posibilidades de producción para evitar la extinción de algunos ejemplares y realizar repoblamiento de las especies.	La explotación minera de los recursos naturales bien sea legal o ilegal, artesanal o gran escala, a cielo abierto o en socavones, es una de las actividades económicas más agresivas con los recursos naturales.

3.1.4. Socioeconómico

Tabla 511. *Potencialidades y limitantes socioeconómicas*

POTENCIALIDADES	LIMITANTES
En promedio 33% de la población que habita en la cuenca es joven, se encuentran entre los 0 y 19 años.	Baja densidad poblacional en el sector rural por dificultad de acceso insuficiente a servicios, empleo, conflicto armado o aislamiento por déficit de infraestructura vial.
La Cruz posee una tasa de crecimiento intercensal pequeña pero positiva a comparación de los demás municipios de la cuenca.	La tasa de crecimiento intercensal muestra un decrecimiento en los municipios de La Unión, situación que genera conflicto territorial pues el campo está siendo abandonado y por tanto las actividades basadas en el sector primario van en detrimento con la economía de la cuenca
Prestación de Servicios de Educación, Salud, Comunicación, Energía Eléctrica, Acueducto, Alcantarillado, Gas Natural en cascos urbanos de la cuenca	En promedio un 13.4% de la población no posee ningún tipo de escolaridad, siendo el municipio de Colon el que presenta mayor porcentaje en la cuenca (18%).
Los acueductos de las zonas urbanas de los municipios que hacen parte de la cuenca cuentan con sistemas de tratamiento que permite tener los estándares mínimos de calidad para el suministro	Los municipios con mayor deserción son Colon y San Pablo

POTENCIALIDADES	LIMITANTES
En la cuenca el 93% de los habitantes de la cuenca residen en viviendas tipo casa, 69% de estas viviendas poseen como material adobe, material predominante en la Zona	Generación de enfermedades y problemas de salud EDA e IRA
Parques y Zonas para la práctica de deporte presentes en cascos urbanos de la cuenca	Uso inadecuado del recurso hídrico y alcantarillado en la zona rural, agua sin tratamiento de potabilización y vertimientos de aguas servidas a los afluentes cercanos aumentando las probabilidades de enfermedades sanitarias.
Presencia de 8 medios radiales de e comunicación en la cuenca.	Ausencia de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en las quebradas contaminadas por vertimientos.
El departamento presenta un panorama aliviador respecto del promedio nacional registra un Gini por encima de 0.80	Falta de sistemas de alcantarillado en la zona rural de los municipios de la cuenca, lo cual puede causar el aumento de enfermedades en la población por la disposición inadecuada de excretas que por medio de vectores generan enfermedades
La Unión, es considerada centro subregional comercial tanto para la venta de productos agrícolas como para el abastecimiento de los mercados de los municipios aledaños.	Ineficientes sistemas de saneamiento en la zona rural, razón por la cual la disposición de residuos en la cuenca se realiza mediante su arroje a los afluentes, quema o entierro arriesgando el bienestar de la misma población por presentarse focos de infección y vectores y contaminación de recurso hídrico, suelo y aire.
La Adecuación y pavimentación de la Vía antigua Mojarras, la Unión, pasto, y el corredor vial Higuerones sector sombrerillos municipio de Mercaderes que comunica Florencia, San Pablo, La Cruz, Belén, San Bernardo, San José y se conecta con la Vía Antigua sector el Empate, permitirán para la cuenca grandes avances fortaleciendo y aumentando la competitividad de las economías de los municipios y la productividad de las empresas que funcionan alrededor de la cuenca.	Mal estado de las vías terciarias, la Infraestructura vial en zona rural presenta inconvenientes generando pérdidas económicas, desarticulación con el sector urbano, encarecimiento de los productos por la dificultad de acceso a las zonas. Además, esta infraestructura se ve seriamente afectada en épocas de invierno impidiendo la comunicación para los sectores desino.
Prácticas Agrícolas Sostenibles en la Cuenca.	Déficit de infraestructura para recreación y deporte en la zona rural de la cuenca
Zona productora de Café con Reconocimiento nacional e internacional por su calidad	Altos niveles de pobreza y desigualdad en la cuenca, pero se percibe en mayor grado a nivel rural

POTENCIALIDADES	LIMITANTES
Alta oferta de Bienes y Servicios ambientales por la riqueza natural de la cuenca, gran parte de la cuenca posee suelos que facilitan variedad de cultivos y por tanto alta oferta de alimentos en la cuenca.	En La cuenca se presenta un alto índice de necesidades básicas insatisfechas NBI, las instituciones a través de programas y estrategias debe hacer presencia.
Desarrollo de Sector Ganadero, con especies criolla y Cebú en el sector ganadero.	La cruz presenta en la zona rural un Mayor nivel de Necesidades Básicas Insatisfechas donde la prestación ineficiente o ausencia de servicios básicos es la mayor.
Presencia de Instituciones de seguridad y convivencia ciudadana (Policía, Ejército, ICBF, Comisarías de Familia, Personerías Municipales entre otros)	Alta concentración de la tierra en pocas manos y la presencia del mini y micro - fundio lo que impide el desarrollo equitativo de la población en la cuenca.
Potencial agrícola muy alto, con alta variedad de productos agrícolas (cultivos transitorios, permanentes, semipermanentes).	Bajos ingresos de la población
Presencia del sector secundario de la cadena productiva en la cuenca, representado en pequeñas microempresas orientadas a la transformación de los alimentos, artesanías, ornamentación, confección entre otros.	Continuo fenómeno de recepción de población en situación de desplazamiento o que buscan oportunidades de empleo que genera presión a los recursos y posibles problemas por la falta de oportunidades en la cuenca o la baja apropiación del territorio
Procesos artesanales en La Cruz, La Unión y Colón-Génova	Desconfianza de gestión de las autoridades de justicia en la cuenca, por baja presencia y alta percepción de inseguridad en su territorio
	Inestabilidad en el precio de compra de productos
	Taminango y Cartago presentan los mayores índices de hacinamiento con 27.38% y 25.12% respectivamente, esto refleja condiciones inadecuadas de habitabilidad.
	Escasa destinación de recursos para ampliar cobertura de sistemas de riego.

3.1.5. Cultural

Tabla 512. *Potencialidades y limitantes Culturales*

POTENCIALIDADES	LIMIANTES
Diversidad Cultural en la cuenca por fenómenos migratorios con costumbres y creencias arraigadas al recurso hídrico y conocimiento del papel en el desarrollo del territorio.	Algunos habitantes de la cuenca poseen baja cultura ambiental, reflejado en las malas prácticas ambientales que realizan desde sus hogares hasta en el entorno en el que se desempeñan (Contaminación de fuentes de agua por residuos sólidos, destrucción y quema de coberturas naturales, disposición de residuos al aire libre entre otros)
Alto interés de la población por la estabilidad del recurso hídrico con el propósito de evitar el abandono de sus tierras por la escasez de agua que se vive actualmente.	La alta dinámica de migración en la cuenca genera que la población más reciente en la cuenca posea poco grado de apropiación de los recursos del territorio donde habita y por lo tanto su acción en pro de la protección de los mismos sea muy baja.
Identificación de múltiples sitios turísticos y eco turísticos potenciales que generan alto grado de apropiación y cultura ambiental por parte de la población de la cuenca	
Procesos artesanales en La Cruz, La Unión y Colón-Génova.	

3.1.6. Político

Tabla 513. *Potencialidades y limitantes políticas*

POTENCIALIDADES	LIMITANTES
Conformación y funcionamiento del Consejo de Cuenca como ente participativo y asesor del POMCA.	Percepción de baja gestión y control por parte de la autoridad ambiental reflejado en las múltiples problemáticas al sector ambiental en la cuenca, en especial el déficit hídrico por el detrimento de las zonas de recarga y las captaciones ilegales.

Presencia de Instrumentos de planificación y Administración en la cuenca	Falta de inversión para ejecución de proyectos en la cuenca.
POMCA como instrumento de planificación para la protección, conservación y uso eficiente del recurso hídrico en la cuenca por medio de la articulación de los actores públicos, privados y de la comunidad	Bajo conocimiento de los instrumentos organización comunitaria para lograr la implementación de programas que garanticen la sostenibilidad ambiental de la cuenca ante las entidades administrativas.
Las nuevas políticas ambientales y sectoriales permitirán mayor control, seguimiento y cumplimiento para el desarrollo sostenible de la cuenca.	Persistencia de procesos de desplazamiento forzoso en la cuenca por conflictos armados a nivel regional, esta población demanda calidad de vida.
Planes de Desarrollo Municipal articulados con los programas de la Autoridad Ambiental orientados a la protección y conservación de la cuenca enfocándose en la Sostenibilidad Ambiental	Percepción de gestión ineficiente y abandono e incumplimiento por parte de las instituciones en la cuenca, reflejado según la población en el déficit de implementación de programas de garantía de acceso a recursos.
Población y Sectores productivos con incentivo de organización, articulación e interés en ser parte y verificar el cumplimiento de los procesos garantes de la protección, disponibilidad y calidad del recurso hídrico.	Desarticulación de las instituciones con la comunidad para lograr el desarrollo sostenible de la cuenca.
Presencia de las CAR Nariño y Cauca, gremio cafetero, ONG.	Falta de voluntad política en los procesos ambientales y sociales.
	Inaplicabilidad de la normatividad ambiental.
	Baja presencia institucional en el seguimiento y control.

3.2. Conflictos por Uso y Manejo de los Recursos Naturales

3.2.1. Conflictos por uso de la tierra. Para determinar el uso y aprovechamiento del suelo, se determinaron tanto las unidades de uso potencial del suelo, como las unidades de uso y cobertura del suelo en la cuenca, y con base a ellas se realizó el análisis del tipo de conflicto que se presenta en cada zona o región; para realizar el cálculo de las unidades de conflicto en la cuenca, se tomaron como referencia los parámetros establecidos en la guía metodología para la elaboración de POMCAS MADS(2014), donde el conflicto de uso del suelo de clasifica en 7 unidades:

- Subutilización leve
- Subutilización moderada
- Subutilización severa
- Sobreutilización leve
- Sobreutilización moderada
- Sobreutilización severa
- Áreas sin conflicto en el uso y aprovechamiento del suelo

Con base a esta clasificación se tomaron como referencia, además del tipo y nivel de intensidad de la practica productiva, la dinámica poblacional que se presenta en la zona, ya que algunas prácticas productivas pueden generar un conflicto del suelo más severo debido a que pueden acelerar o agravar los factores amenazantes, y generar una pérdida del suelo al acelerar las condiciones de desertificación o las condiciones productivas del suelo. A continuación, se discriminan las diferentes unidades de conflicto en el uso y aprovechamiento del suelo obtenidas a partir del análisis:

- Áreas de subutilización leve. presentan las unidades de suelo que presentan vocaciones de uso de mayor aprovechamiento que el uso actual, pero que el nivel de desaprovechamiento del suelo se ve relacionado más a las condiciones de presión en el uso (extensión), como a la temporalidad de los cultivos y asociaciones (cultivos intermitentes en áreas óptimas para la implementación de cultivos permanentes), estas zonas representan un 10,14% de la cuenca, distribuidas de la siguiente manera.

Tabla 514. *Áreas de subutilización leve por municipio*

NOMBRE DEL MUNICIPIO	ÁREA EN HECTÁREAS
Belén	1.906
Colón (Génova)	2.400
La Cruz	4.538
La Unión	5.285
Mercaderes	350
San Lorenzo	2.672
San Pablo	3.678
San Pedro De Cartago	1.829
Taminango	168

- Áreas de subutilización moderada. esta clasificación agrupa las unidades de suelo que presentan vocación para las practicas intensivas y por el contrario se les está dando un uso semi intensivo, además de la presencia de algunas asociaciones que permiten el descanso del suelo en zonas donde su vocación permite la implementación de cultivos permanentes; representan el 6,3% de la cuenca, se distribuyen de la siguiente manera.

Tabla 515. *Áreas de subutilización moderada por municipio*

NOMBRE DEL MUNICIPIO	ÁREA EN HECTÁREAS
Belén	1.058,75
Colón (Génova)	1.399,74
Florencia	87,56
La Cruz	3.123,33
La Unión	2.920,3
Mercaderes	415,95
San Lorenzo	1.488,73
San Pablo	3.004,53
San Pedro De Cartago	201,04
Taminango	399,77

- Áreas de sobre utilización ligera. determina las zonas donde la presión de las practicas productivas representan un riesgo leve para la conservación de las condiciones productivas en el suelo, se puede controlar su impacto con la implementación de recursos en los sistemas de siembra como el barbecho y la rotación de cultivos; esta unidad representa el 26,3% de la cuenca, se distribuyen de la siguiente manera.

Tabla 516. *Áreas de subutilización ligera por municipio*

NOMBRE DEL MUNICIPIO	ÁREA EN HECTÁREAS
Belén	167,86
Colón (Génova)	303,49
Florencia	25,79
La Cruz	3.154,42
La Unión	1.228,22
Mercaderes	132,44
San Lorenzo	852,65
San Pablo	1151,5
San Pedro De Cartago	72,9
Taminango	717,07

- Áreas de sobre utilización moderada. dentro de esta clase se agrupan las áreas donde los cultivos y la distribución de las asociaciones deben ser replanteadas por cultivos de menor presión o de menor temporalidad, además de la inclusión de áreas que permitan el descanso del suelo y zonas de protección de cauces y de estabilización de taludes dentro; esta unidad representa el 16,3% de la cuenca, se distribuyen de la siguiente manera.

Tabla 517. *Áreas de utilización moderada por municipio*

NOMBRE DEL MUNICIPIO	ÁREA EN HECTÁREAS
Belén	515,26
Colón (Génova)	535,95
Florencia	34,56
La Cruz	652,51
La Unión	1398,42
Mercaderes	841,42
San Lorenzo	2578,91
San Pablo	1319,1
San Pedro De Cartago	701,35
Taminango	238,45

- Áreas de utilización severa. estas zonas representan las unidades de suelo donde las practicas productivas deben replantearse en su totalidad, tanto en el tipo de práctica, como en el modo de manejo y uso del recurso hídrico y de suelos, principalmente representan las áreas de estricta conservación conde se están ejerciendo prácticas como la agricultura y la silvicultura; además de hacerse necesario estrategias que se consideren en alternativas a las condiciones de vida de la población, se deben replantear las normas de

ocupación del suelo; estas zonas representan el 9% de la cuenca, se distribuyen en cada uno de los municipios de la siguiente manera.

Tabla 518. *Áreas de utilización severa por municipio*

NOMBRE DEL MUNICIPIO	ÁREA EN HECTÁREAS
Belén	54,71
Colón (Génova)	299,07
Florencia	331,4
La Cruz	161,91
La Unión	905,09
Mercaderes	1.954,99
San Lorenzo	1.131,91
San Pablo	207,74
San Pedro De Cartago	52,03
Taminango	380,14

- Áreas sin conflicto en el uso y aprovechamiento del suelo. determinan las zonas donde se comparte la vocación y el uso actual del suelo, tanto en tipo de práctica, como en intensidad y temporalidad. esta unidad de conflicto representa un 32% del área total en la cuenca, se distribuye en cada uno de los municipios de la siguiente manera.

Tabla 519. *Áreas sin conflicto en el uso y aprovechamiento del suelo*

NOMBRE DEL MUNICIPIO	ÁREA EN HECTÁREAS
Belén	450,92
Colón (Génova)	1207,05
Florencia	160,6
La Cruz	12045,67
La Unión	2381,69
Mercaderes	3459,8
San Lorenzo	3661,01
San Pablo	1693,95
San Pedro De Cartago	133,81
Taminango	2581,04

La distribución de las unidades de conflicto de uso y aprovechamiento del suelo, se caracteriza por la distribución de áreas de conservación sin conflictos en el uso, mostrando una marcada distribución en el complejo Doña Juana para la montaña alta, y en el enclave subxerofítico del patio en las terrazas del Patía, además de presentarse en la montaña media y baja, una

distribución dispar de áreas con conflicto por la sobreutilización moderada y leve del suelo, áreas donde es necesario implementar estrategias para el acondicionamiento y utilización racional de los recursos, y donde se debe realizar la rotación de cultivos y la implementación de estrategias para la conservación y recuperación de fuentes hídricas como alternativa para la conservación ambiental.

Las zonas de sobre utilización severa en la cuenca hacen referencia a los suelos que por sus condiciones físicas y climáticas deberían destinarse en su mayoría a la conservación y preservación y que por el contrario se ven ocupados por prácticas productivas de gran intensidad, perjudicando la capacidad productiva del suelo, además de poner en riesgo la infraestructura y la vida de la población en la región.

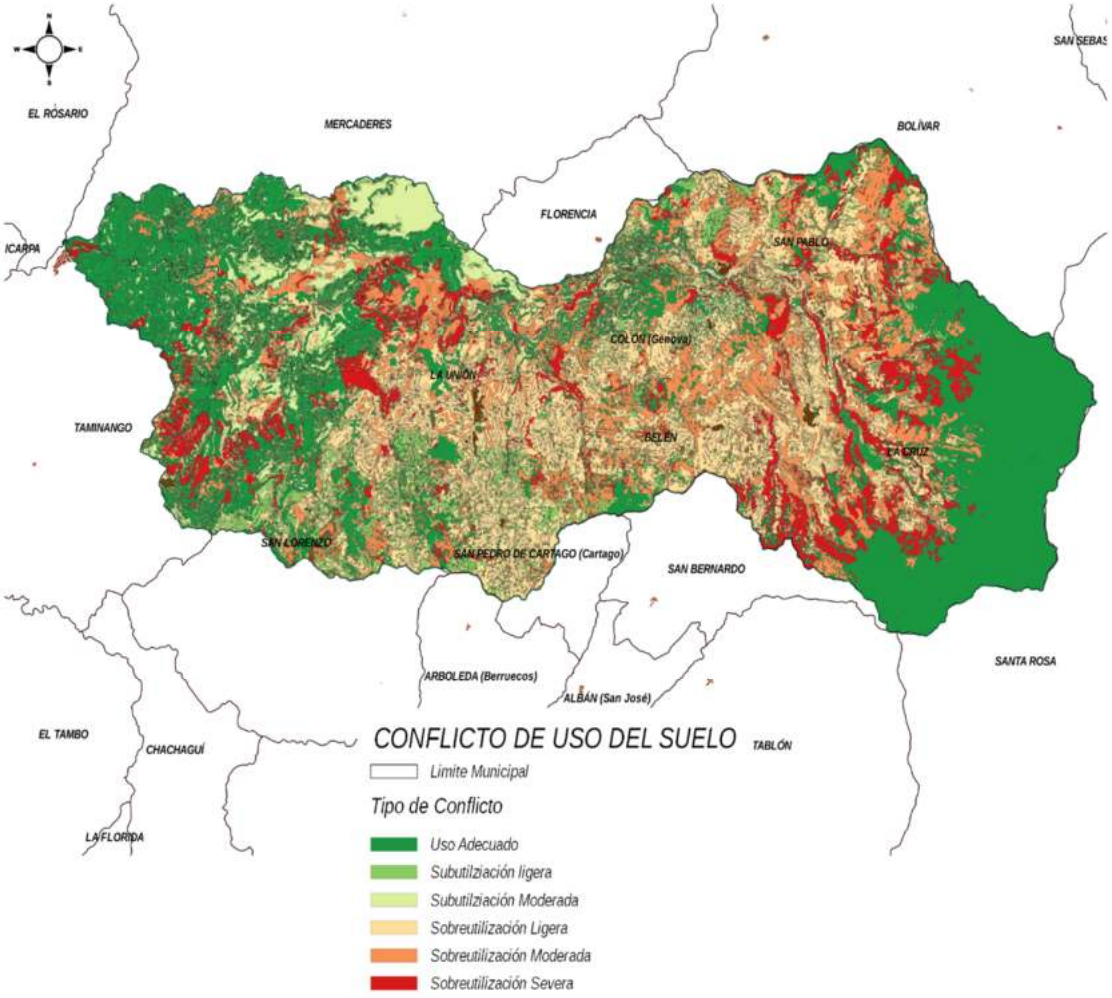


Figura 348. *Conflicto de uso del suelo*

(Ver Anexo Cartográfico *55*. Mapa de conflicto por uso del suelo)

3.2.2. Conflictos por uso del recurso hídrico. En cuanto los conflictos por uso del recurso hídrico estos no se pudieron determinar debido a que no es posiblecalcular el IACAL (índice de alteración de la calidad del agua), por subzonas hidrográficas, el cual es uno de insumo necesarios para determinar este tipo de conflicto. Esta situación se da debido a que no todas las subzonas hidrográficas son monitoreadas, por lo tanto, no hay información secundaria de análisis de agua suficiente para determinar estos parámetros.

3.2.3. Conflictos por pérdida de la cobertura en ecosistemas estratégicos. El conflicto por perdida de cobertura se definió teniendo en cuenta la transformación de estas coberturas naturales expresadas a través de la vegetación remanente, su grado de fragmentación, tasa de cambio e índice de ambiente crítico que permiten establecer disminución o afectaciones para la conservación de biodiversidad, especies endémicas o con alguna categoría de amenaza **(MinAmbiente, 2014)**.

Para el análisis de este tipo de conflicto, se cruzó la información obtenida como resultado del cálculo de los índices anteriormente mencionados y los ecosistemas estratégicos representativos en la cuenca, a partir de lo cual se generó la siguiente información.

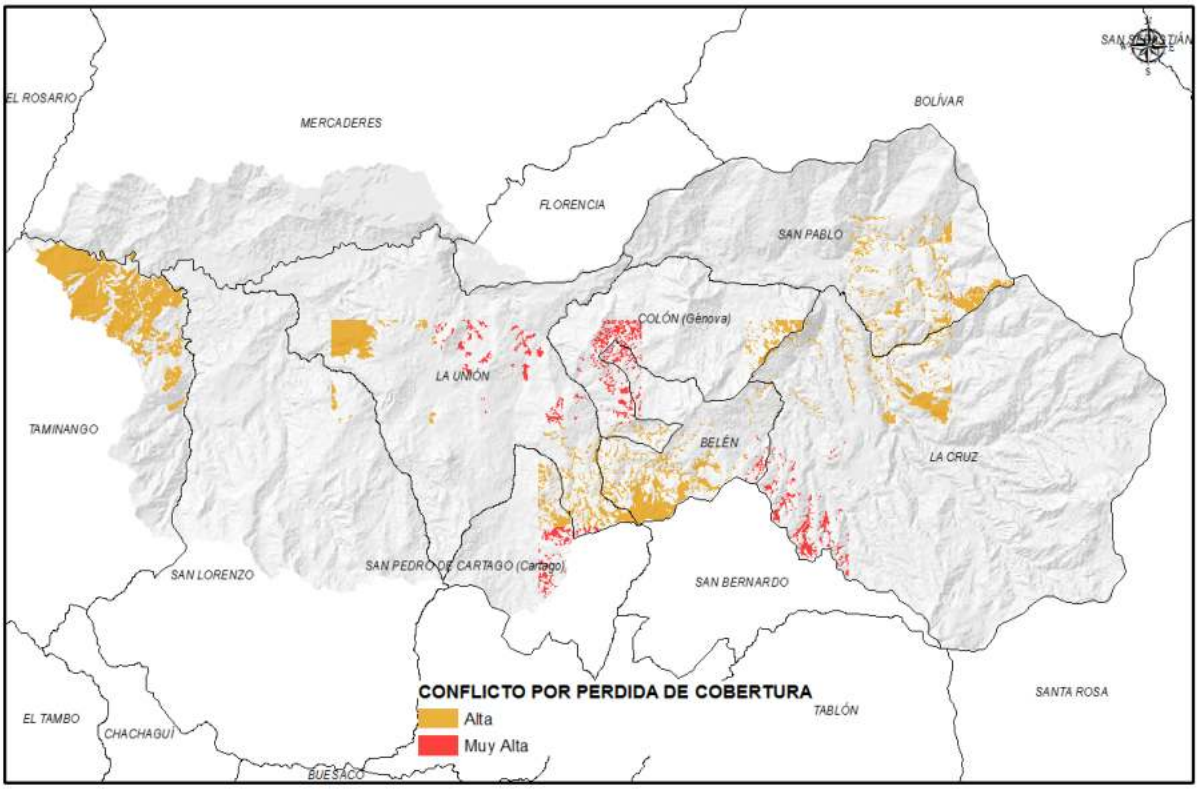


Figura 349. Mapa de conflicto por perdida de cobertura

(Ver Anexo Cartográfico 56)

Tabla 520. *Categorías de conflicto por perdida de cobertura*

Grado de Conflicto	Área	IVR	TCCN	IF	IAC
Alta	4251,30	MT	Ata	Fuerte	Crítico, conservación baja y presión fuerte
Muy Alto	821,18	CT	Muy Alta	Extrema	Muy Critico
Sin Conflicto	82.232,92				

De acuerdo con los resultados obtenidos en la cuenca se encuentra, que en general la cuenca no presenta conflicto por perdida de cobertura, lo cual indica que en términos generales se encuentra estable, sin embargo hay un grado de conflicto muy alto en 821,18 hectareas que está en un estado crítico casi imposible de reparar en la parte media de la cuenca en los municipios de La Unión, La Cruz, Colon Génova y San pedro de Cartago, lo cual merece especial atención para llevar a cabo acciones de recuperación y control con el fin de que no siga propagándose el conflicto.

Adicionalmente se encuentra un grado alto de conflicto en un área de 4.251,30 hectareas en estado crítico con baja conservación y una fuerte presión a las coberturas vegetales en los municipios de Taminango, La Unión, Belén, La Cruz y San Pablo principalmente. Lo anterior debido a que, por sus actividades económicas sin mayor asistencia técnica y tecnología, crecimiento poblacional y necesidades básicas hacen una presión mucho mayor a los ecosistemas. Por lo tanto, es necesario controlar la obtención de bienes y servicios de estos ecosistemas, la presión al suelo en los ciclos de producción y las acciones antrópicas degradantes del mismo como quemas o entierros de desechos, para evitar que esta área se convierta a un grado de conflicto muy alta.

3.2.4. Análisis de Territorios Funcionales. Los territorios funcionales representan la relación existente entre los componentes de oferta y demanda, explican cómo las dinámicas de los diferentes subsistemas que componen la cuenca serían en el futuro si se mantienen las tendencias actuales. Esto permite visualizar los cambios que sería necesario implementar, de manera que las interacciones de estos en el tiempo respondan a una funcionalidad que no va en contravía del desarrollo sostenible de la cuenca. Para el análisis de los territorios funcionales se identificó las áreas descritas en la tabla a continuación.

La funcionalidad implica reconocer cuáles son las relaciones que ordenan el territorio y cómo lo hacen, seguidamente hay que identificar cuáles de estas relaciones son las que actúan con mayor predominancia y cómo se prevé que incidirán en las tendencias de configuración de las mismas y a partir de allí evaluar si estas tendencias favorecen o no la funcionalidad de la cuenca como sistema o va en detrimento para la prestación servicios en el tiempo.

A continuación, se relacionan los territorios funcionales encontrados en la cuenca del rio mayo y sus relaciones.

Tabla 521. *Síntesis de análisis de territorios funcionales*

TERRITORIOS	FUNCIONALIDAD
Áreas de interés para la conservación y preservación de los recursos naturales renovables	La principal área de interés en la cuenca es el enclave subxerofítico del Patía, el cual es un área de interés ecosistémico puesto que es un tipo de ecosistema inexistente en el resto del país. Tanto este como los otros ecosistemas presentes en la cuenca como el bosque denso altoandino y paramos, tienen como fin la regulación hídrica, la protección de especies de flora y fauna, la conservación de especies en grados de amenaza y por su puesto la estabilidad de la cuenca en términos ambientales. Gracias a su presencia en la cuenca del rio mayo la obtención de bienes y servicios es permanente, además de garantizar una captura de carbono elevada que permite una mejor calidad de vida de los habitantes del territorio y la conservación del agua y suelo como las herramientas primordiales para la vida.

Áreas para la preservación y conservación por los servicios sociales actuales y previstos que prestan (servicios públicos como el agua potable, alcantarillado, rellenos sanitarios, hidroeléctricas, etc.).	En general las áreas compradas por la corporación son destinadas para conservar las fuentes abastecedoras de agua, con la implementación de cercas vivas y bloques de especies arbóreas. Estos proyectos a su vez son patrocinados por la empresa electrica, como aporte al sostenimiento de la cuenca y el buen funcionamiento de la hidroelecetrica del municipio de San Pablo, la cual cuenta con una capacidad de 21 mW y esta en manos de CEDENAR. Estas áreas ayudan a suplir la necesidad hídrica y energética de la cuenca.
Áreas críticas para el manejo del recurso hídrico.	Las áreas protegidas como el complejo volcánico doña juana cascabel, el bosque seco subxerofítico, el cerro chimayoy, las áreas protegidas de orden regional y los predios adquiridos por la CAR para conservación son las áreas criticas para el manejo del recurso hídrico pues son en estas áreas, las abastecedoras de la cuenca hidrográfica. Gracias al apoyo de PNN y a la declaratoria de áreas protegidas de diferentes ordenes se ha logrado mantener la disponibilidad del recurso hídrico en áreas protegidas. Adicionalmente la CAR con sus predios también realiza labores con el fin de asegurar la disponibilidad de agua en la cuenca.
Áreas de interés por la prestación de servicios institucionales y confluencia de población que generan presiones sobre los RNR en zonas críticas para el mantenimiento de la funcionalidad de la cuenca.	El municipio con mayor presión poblacional y requerimiento de recursos naturales en la cuenca es La Unión, lo cual convierte a su área en la de mayor presencia institucionles ya que tienen el área urbana mas amplia y una necesidad de atención primordial, ademas de ser la de mayor presión hacia los recursos naturales en especial al suelo y el agua. El crecimiento poblacional de este municipio determinara la disponibilidad de los bienes naturales primordiales para el sostenimiento de la cuenca.
Áreas para el desarrollo de actividades económicas que demandan un uso y manejo sostenible de los recursos	Los municipios de San Pablo, La Unión, Colon Génova en la parte media de la cuenca son los territorios con mayor presión al suelo por sus actividades económicas predominantes como la producción de café y frutales. Que son los que mayores ingresos económicos, fuentes de empleo y desarrollo traen a

naturales que les sirven de soporte para la producción.	la cuenca. Teniendo en cuenta esta situación cada vez son más los caficultores que han decidido establecer sus cultivos bajo sistemas agroforestales de sombrío con plátano/banano, guamo, cítricos, entre otros que ayudan a brindar equilibrio a las áreas establecidas, crear microclimas aptos para el buen manejo del recurso suelo y la conservación de la microfauna del suelo. Adicionalmente la FNN cuenta con programas de asistencia técnica que ayudan a mantener estas áreas en un óptimo funcionamiento.
Áreas que prestan servicios culturales con influencia para la cuenca.	En la cuenca del rio Mayo en el municipio de La Cruz se han descubierto bienes de interés arqueológico en el corregimiento de Tajumbina. Adicionalmente el municipio de la Unión a ser una zona productora de café con reconocimiento nacional e internacional por su calidad se convierte en un atrayente para conocer la cultura del café con esta denominación origen tan especial “café de altura. Por otra parte, la cuenca al tener variedad de áreas protegidas es un atrayente para la educación ambiental y el estudio ecológico en sus territorios.

4. Sintesis Ambiental

4.1. Priorización de Problemas y Conflictos

Para la priorización de problemas y conflictos, se implementó la matriz contenida en la guía técnica para formulación de POMCAS (Min. Ambiente, 2014), asignando pesos de importancia según los criterios mínimos que se determinan a continuación.

Urgencia: es imprescindible actuar ahora (2), es indiferente (1) o se puede esperar (0)
Alcance: afecta a muchas personas en la comunidad (2), a algunas (1) o a pocas (0)
Gravedad: ¿qué aspectos claves están afectados? mayor gravedad (2), intermedia (1) y menor (0)
Tendencia o evolución: tiende a empeorar (2), está estable (1) o tiende a mejorar (0)
Impactos sobre otros problemas o conflictos: relaciones causa-efecto entre situaciones: central y relacionado con muchos problemas (2), intermedio (1), aislado (0)
Oportunidad: este problema haría que la comunidad se movilizara y participara en la posible solución y/o tiene mucho consenso (2), moderadamente (1), la comunidad es indiferente (0)
Disponibilidad de recursos: se cuenta con los fondos necesarios (2), no requiere fondos (2) existe la posibilidad de obtenerlos (1) hay que buscarlos (0)

De acuerdo con lo anterior se obtuvo los siguientes resultados:

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN
MinAmbiente
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
FONDO DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL
IQNet
ISO 9001
icontec

Problemas	Urgencia	Alcance	Gravedad	Tendencia o evolución	Impacto sobre otros problemas y conflictos	Oportunidad	Disponibilidad de recursos	Puntaje Total
Erosión por pendientes pronunciadas	2	1	1	2	1	1	0	8
Contaminación del recurso hídrico	2	2	2	2	2	1	1	12
Largos periodos de sequia	2	2	2	1	1	2	1	11
Caza de especies en peligro de extinción	2	1	2	2	1	0	0	8
Pérdida de recursos genéticos de especies nativas	2	1	2	2	1	0	0	8
Vulnerabilidad de ecosistemas estratégicos	2	1	2	1	2	0	0	8
Perdida de cobertura vegetal	2	2	2	2	2	0	0	10
Fenómenos de remoción en masa	2	2	2	2	1	2	0	11

Hacinamiento y Sobrepoblación	2	1	2	2	1	1	0	9
Déficit de implementación de programas de garantía de acceso a recursos.	2	1	1	1	0	1	1	7
Falta de oportunidades de crecimiento laboral y educativo	2	1	1	1	2	2	0	9
Desarticulación Institucional	2	2	1	0	0	0	0	5

4.2. Consolidación Línea Base de Indicadores

4.3.1. Componente Físico Biótico

COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO			
TEMÁTICA: HIDROLOGÍA			
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Índice de Aridez (IA)		
Objetivo	Estimar la suficiencia o insuficiencia de precipitación para sostenimiento de ecosistemas		
Definición	Es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial. Integra el conjunto de indicadores definidos en el Estudio Nacional del Agua - ENA 2010 (IDEAM)		
Fórmula	$Ia = \frac{ETP - ETR}{ETP}$		
Variables y Unidades	Ia: índice de aridez (adimensional) ETP: evapotranspiración potencial (mm) ETR: evapotranspiración Real (mm)		
Insumos	Se requiere información de las variables: precipitación, temperatura y caudal. Adicionalmente las variables requeridas para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP). La principal fuente de datos es el IDEAM con las series históricas de las redes de monitoreo hidrometeorológicas. Adicionalmente las series de datos de redes regionales de monitoreo de autoridades ambientales (CAR, AAU, PNN) y de empresas de servicios de agua potable como EPM Y EAAB. Para la cartografía básica en diferentes escalas la fuente de datos oficial es el IGAC.		
	Calificador	**Ámbito Numérico**	Color
	Altos excedentes de agua	(< 0.15)	
	Excedentes de agua	(0.15 – 0.19)	

TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN
MinAmbiente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
FONDO DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL
IQNet ISO 9001 icontec

Interpretación de la calificación	Moderado y excedente de agua	(0.20 – 0.29)	
	Moderado	(0.30 - 0.39)	
	Moderado y deficitario de agua	(0.40 - 0.49)	
	Deficitario de agua	(0.50 - 0.59)	
	Altamente deficitario de agua	(> 0.60)	
Observaciones	Metodología sugerida Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) la cual podrá ser modificada por los Lineamientos conceptuales y metodológicos para las evaluaciones regionales del agua a ser publicados por el IDEAM		

RESULTADOS

Para calcular este índice se tuvieron en cuenta la clasificación según los descriptores relacionados a continuación.

DESCRIPTORES		
Altamente deficitario de agua	**(0,00 - 0,65)**	
Deficitario de agua	**(0,65 - 0,75)**	
Moderado y deficitario de agua	**(0,75 - 0,80)**	
Altamenta moderado	**0,80-1,20**	
Moderado	**(1,20 - 1,40)**	
Moderado y excedente de agua	**(1,40 - 2,00)**	
Excedentes de agua	**(2,00 - 2,40)**	
Altos excedentes de agua	**(2,40 - 2,80)**	
Excesos de agua	**(>2,80)**	

Zona hidrografica	ETR Anual	ETP Anual	Índice de Aridez la	Descriptores
Zona alta	127,43	565,72	0,77	**Moderado y deficitario de agua**
Zona media	133,81	606,33	0,78	**Moderado y deficitario de agua**
Zona baja	129,23	879,42	0,85	**Altamenta moderado**

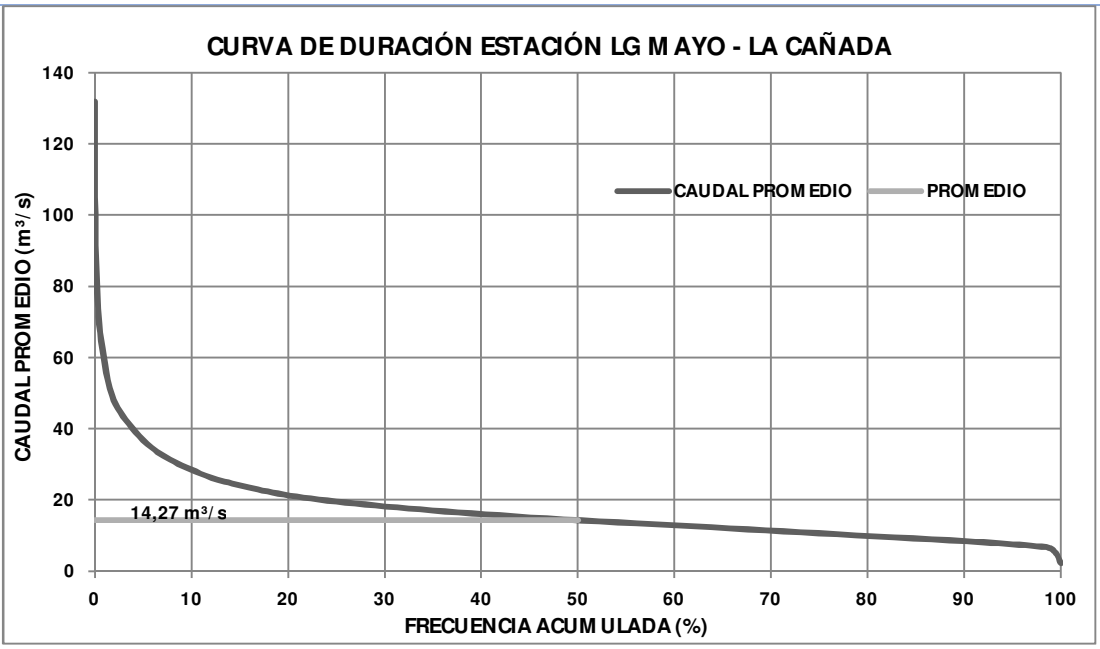
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN			
Nombre y Sigla	Índice de Uso de Agua Superficial (IUA)			
Objetivo	Estimar la relación porcentual entre la demanda de agua con respecto a la oferta hídrica disponible.			
Definición	El índice de uso del agua (IUA) corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo de tiempo t (anual, mensual) y en una unidad espacial de referencia j (área, zona, subzona, etc.) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espacio.			
Fórmula	Relación porcentual de la demanda de agua en relación con la oferta hídrica disponible. $$IUA = \left(\frac{Dh}{Oh}\right) * 100$$			
Variables y Unidades	IUA: índice de uso del agua Dh: demanda hídrica sectorial que corresponda OH: oferta hídrica superficial disponible.			
Insumos	Los insumos para el cálculo de este índice son: la demanda hídrica sectorial por subcuenca (consumos por sectores) y series históricas de caudal diario y mensuales con longitud temporal mayor a 15 años.			
	Categoría	**Significado**	**Rango**	Color
	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible	(> 50)	

Interpretación de la calificación	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible	(20.01 – 50)	
	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible	(10.01 -20)	
	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible	(1-10)	
	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible	(≤ 1)	
	El índice se calcula únicamente para fuentes de agua superficial tales como ríos y quebradas. No incluye en la oferta la disponibilidad de aguas subterráneas o de cuerpos de agua tales como lagunas, ciénagas o lagos. El cálculo del índice para algunas áreas está limitado por la disponibilidad de la información necesaria para su cálculo, por lo tanto, se hacen aproximaciones con factores de consumo de zonas semejantes, lo cual dificulta la estimación de la demanda potencial de agua. Metodología sugerida Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) la cual podrá ser modificada por los Lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua a ser publicados por el IDEAM.			
RESULTADOS				
La demanda hídrica para la Cuenca Hidrográfica Río Mayo se estimó en 126.375,12 m³/día. Por otro lado, la disponibilidad hídrica se calculó en 9,69 m³/s x 86,400 s/día = 837.216 m³/día Aplicando la ecuación tenemos: IUA = 126.375,12 m³/día / 837.216 m³/día = 0,150947. Lo que significa que la presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible.				

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH)		
Objetivo	Estimar la capacidad de la subzona de mantener los regímenes de caudales		
Definición	Este índice mide la capacidad de retención de humedad de las cuencas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios. Este índice se mueve en el rango entre 0 y 1, siendo los valores más bajos los que se interpretan como de menor regulación.		
Fórmula	IRH = Vp/Vt		
Variables y Unidades	IRH: índice de Retención y Regulación Hídrica. Vp: volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio. Vt: volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios.		
Insumos	La principal fuente de datos es el IDEAM con las series históricas de caudales provenientes de la red de monitoreo de referencia nacional. Algunas series de datos de caudal de redes regionales de monitoreo de las autoridades ambientales (CAR, AAU, PNN) y de empresas de servicios de agua potable como EPM Y EAAB. Así como la cartografía básica del IGAC en diferentes escalas.		
Interpretación de la calificación	**Descripción**	**Rango del indicador**	Color
	Muy baja retención y regulación de humedad	(< 0.50)	Muy baja
	Baja retención y regulación de humedad	(0.50 – 0.65)	Baja
	Media retención y regulación de humedad media	(0,65 – 0.75)	Moderada
	Alta retención y regulación de humedad	(0.75 - 0.85)	Alta
	Muy alta retención y regulación de humedad	(> 0.85)	Muy alta

Observaciones	Los datos disponibles de caudales medios y diarios de series históricas mayores de 15 años, de estaciones representativas. La limitación principal para obtener este indicador es la carencia de estaciones hidrológicas y densidad de la red de monitoreo en las unidades hidrográficas representativas en las regiones. Metodología sugerida Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) la cual podrá ser modificada por los Lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua a ser publicados por el IDEAM.

RESULTADOS



Valor de Vp = 1.102,14

Valor de Vt = 89.228,22

IRH = 1.102,14/2.461,21 = 0,4478

Este valor indica que hay una muy baja retención y regulación de humedad en la Cuenca Hidrográfica del Río Mayo.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH)		
Objetivo	Determinar la fragilidad de mantener la oferta de agua para abastecimiento		
Definición	Grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener la oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas –como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño) – podría generar riesgos de desabastecimiento.		
Fórmula	El IVH se determina a través de una matriz de relación de rangos del índice de regulación hídrica (IRH) y el índice de uso de agua (IUA)		
Variables y unidades	Adimensional		
Insumos	La información básica requerida para el cálculo de este indicador son los índices de regulación hídrica (IRH) y de uso de agua (IUA).		
Interpretación de la calificación	**IUA**	**IRH**	Categoría de Vulnerabilidad
	Muy bajo	Alto	Muy bajo
	Muy bajo	Moderado	Bajo
	Muy bajo	Bajo	Medio
	Muy bajo	Muy bajo	Medio
	Bajo	Moderado	Bajo
	Bajo	Bajo	Bajo
	Bajo	Bajo	Medio
	Bajo	Muy bajo	Medio
	Medio	Alto	Medio
	Medio	Moderado	Medio
	Medio	Bajo	Alto
	Medio	Muy bajo	Alto
	Alto	Alto	Medio
	Alto	Moderado	Alto
	Alto	Bajo	Alto
	Alto	Muy bajo	Muy alto
	Muy alto	Alto	Medio

	Muy alto	Moderado	Alto
	Muy alto	Bajo	Alto
	Muy alto	Muy bajo	Muy alto

RESULTADOS		
Índice de uso del agua IUA	**Índice de regulación hídrica IRH**	Categoría de Vulnerabilidad
Muy bajo	Muy bajo	Medio

COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO	
TEMÁTICA: CALIDAD DEL AGUA	
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y sigla	Índice de Calidad del Agua - (ICA)
Objetivo	Determinar el estado de la calidad de agua en la cuenca
Definición	Determina condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua y, en alguna medida, permite reconocer problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico. Permite además representar el estado general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y biológicas.
Fórmula	La fórmula se encuentra en el capítulo 6 numeral 6.2.5 del Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010)
Variables y Unidades	(L/seg) caudal (% de saturación) oxígeno disuelto (OD) (mg/l) sólidos en suspensión (mg/l) demanda química de oxígeno (DQO) (µS/cm) conductividad eléctrica (C.E) (Unidades de PH) Ph total Nota: Las variables y pesos de importancia podrán ser modificados según lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua a ser publicados por el IDEAM

<table>
<tr><td>Insumos</td><td colspan="3">Información primaria y secundaria sobre monitoreos del recurso hídrico de calidad y cantidad en el tramo a evaluar</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Interpretación de la calificación</td><td>Descriptor</td><td>Ámbito numérico</td><td>Color</td></tr>
<tr><td>Muy malo</td><td>(0 – 0.25)</td><td></td></tr>
<tr><td>Malo</td><td>(0.26 – 0.50)</td><td></td></tr>
<tr><td>Regular</td><td>(0.51 – 0.70)</td><td></td></tr>
<tr><td>Aceptable</td><td>(0.71 – 0.90)</td><td></td></tr>
<tr><td>Bueno</td><td>(0.91 – 1.00)</td><td></td></tr>
<tr><td>Observaciones</td><td colspan="3">Metodología sugerida Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) la cual podrá ser modificada por los Lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua a ser publicados por el IDEAM.</td></tr>
<tr><td colspan="4">RESULTADOS</td></tr>
</table>

PUNTO DE MUESTREO	VALOR DEL ICA	CALIDAD	CLASIFICACION DE COLOR
PUNTO 1	71,55	BUENA	
PUNTO 2	66,85	REGULAR	
PUNTO 3	64,12	REGULAR	
PUNTO 4	57,63	REGULAR	
PUNTO 5	57,89	REGULAR	
PUNTO 6	51,96	REGULAR	
PUNTO 7	49,94	MALA	
PUNTO 8	59,17	REGULAR	

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y sigla	Índice de Alteración Potencial a la Calidad del Agua - (IACAL)
Objetivo	Estimar la afectación al cuerpo de agua por las presiones de actividades socioeconómicas.
	Refleja la contribución/alteración potencial de la calidad del agua por presión de la actividad socioeconómica, a escala de subzonas hidrográficas y subcuencas, pues se calcula en función de la presión ambiental, entendida como la contribución potencial de cada agente social o actividad humana (población, industria, agricultura, minería) a las alteraciones del medio ambiente por consumo de recursos naturales,

Definición	generación de residuos (emisión o vertimiento) y transformación del medio físico.
Fórmula	La fórmula se encuentra descrita en el capítulo 6 numeral 6.2.2 del Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) – Proceso metodológico para la estimación de cargas contaminantes a partir de información secundaria.
Variables y Unidades	XRT: fracción de remoción de vertimientos según tecnología prototipo de cada subsector Fi: factor de emisión para una unidad productiva específica en kg DBO5, DQO, SST, NT y PT/ton producto final o materia prima consumida WGVP: tonelada de animal (vacuno) en pie WGPP: tonelada de animal (porcino) en pie KP: carga de DBO5 proveniente de la población en ton/año KC: carga de DBO5 proveniente del beneficio del café en ton/año Kind: carga de DBO5 proveniente de la industria (actividades de interés) en ton/año KSG: carga de DBO5 proveniente del sacrificio de ganado en ton/año K: carga municipal de DBO5 en ton/año KZ: carga de otra variable de interés de otras actividades económicas específicas de la unidad de análisis, en toneladas /año. P. Ej.: Minería, etc. Nota: KZ es tomado de los lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua a ser publicados por el IDEAM para el cálculo del IACAL, el cual fue modificado para tener en cuenta las cargas contaminantes de otras actividades económicas.
Insumos	Cargas contaminantes estimadas a partir de inventario consistente en la aplicación de factores de vertimiento de la Organización Mundial de la Salud (1993). Población de cabeceras municipales (proyección)

<table>
<tr><td></td><td>Actividades industriales (DANE, 2008)
Doméstico
Cafetero
Industria
Sacrificio de ganado
Minería de oro y plata
Cultivos
Información Primaria Variables:
Materia orgánica: DBO, DQO, DQO-DBO
Sólidos en suspensión: SST
Nutrientes: N total, P total
Oferta hídrica</td></tr>
<tr><td>Interpretación de la calificación</td><td>PROMEDIO CATEGORÍA (NT+PT+SST+DBO+(DQO-DBO)/5<table><tr><th>Categoría</th><th>Valor</th><th>Color</th></tr><tr><td>Baja</td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>Moderada</td><td>2</td><td></td></tr><tr><td>Media alta</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td>Alta</td><td>4</td><td></td></tr><tr><td>Muy alta</td><td>5</td><td></td></tr></table></td></tr>
<tr><td>Observaciones</td><td>Metodología sugerida Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) la cual podrá ser modificada por los Lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua a ser publicados por el IDEAM</td></tr>
<tr><td colspan="2">RESULTADOS</td></tr>
<tr><td colspan="2"><table><tr><th colspan="3">IACAL</th></tr><tr><th>Punto de muestreo</th><th>Categoria</th><th>Valor</th></tr><tr><td>Punto 1.</td><td>Media alta</td><td>3</td></tr><tr><td>Punto 2.</td><td>Alta</td><td>4</td></tr><tr><td>Punto 3.</td><td>Alta</td><td>4</td></tr><tr><td>Punto 4.</td><td>Muy Alta</td><td>5</td></tr><tr><td>Punto 5.</td><td>Alta</td><td>4</td></tr><tr><td>Punto 6.</td><td>Muy Alta</td><td>5</td></tr><tr><td>Punto 7.</td><td>Muy Alta</td><td>5</td></tr><tr><td>Punto 8.</td><td>Alta</td><td>4</td></tr></table></td></tr>
</table>

COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO			
TEMÁTICA: COBERTURA Y USO DE LA TIERRA			
ELEMENTO	**DESCRIPCIÓN**		
Nombre y sigla	**Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales de la Tierra (TCCN)**		
Objetivo	Medir la pérdida o recuperación de los diferentes tipos de coberturas naturales con relación al tiempo en años.		
Definición	El indicador mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo a partir de un análisis multitemporal en un período de análisis no menor de 10 años, mediante el cual se identifican las pérdidas de hábitat para los organismos vivos. La tasa de cambio estima el grado de conservación de la cobertura, la cantidad de hábitat natural intacto y los patrones de conversión. (Modificado de IAvH, 2002)		
Fórmula	$TCCN = (Ln\ ATC_2 – Ln\ ATC_1) * 100 / (t_2 – t_1)$		
Variables y Unidades	TCNN: tasa de cambio de las coberturas naturales en (%) ATC_2: área total de la cobertura en el momento dos (o final) ATC_1: área total de la cobertura en el momento uno (o inicial) $(t_2 – t_1)$: número de años entre el momento inicial (t1) y el momento final (t2) Ln: logaritmo natural		
Insumos	Mapa de cobertura de la tierra actual y mapa de cobertura de la tierra de una época anterior, como mínimo 10 años.		
Interpretación de la calificación	**Categoría**	**Descriptor**	**Calificación**
	Baja	menor del 10%	20
	Media	entre 11-20%	15
	Medianamente alta	entre 21-30%	10
	Alta	entre 31-40%	5
	Muy alta	mayor 40%	0
Observaciones	El rango toma valores positivos o negativos, dependiendo de si la tasa es de aumento o disminución del parámetro observado, para el presente análisis se identificarán y delimitarán cartográficamente las áreas que presenten tasas con valores tanto negativos como positivos.		
RESULTADOS			

Se pudo determinar que las coberturas vegetales del rio mayo ha tenido cambios muy altos en el caso del Bosque denso, Bosque fragmentado y la Vegetación secundaria o en transición. Para el caso de la cobertura de Arbustal, se presentó una tasa de cambio medianamente alta entre el 21-30% y finalmente la cobertura de Herbazal, tuvo una tasa de cambio media entre el 11 – 20%.

COBERTURA VEGETAL	DESCRIPTOR	CALIFICACIÓN	CATEGORIA
Bosque denso	mayor 40%	0	Muy Alta
Bosque fragmentado	mayor 40%	0	Muy Alta
Herbazal	entre 11-20%	15	Media
Arbustal	entre 21-30%	10	Medianamente Alta
Vegetación secundaria o en transición	mayor 40%	0	Muy Alta

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	**Indicador Vegetación Remanente (IVR)**
Objetivo	Cuantificar el porcentaje de vegetación remanente por tipo de cobertura vegetal a través del análisis multitemporal, con énfasis en las coberturas naturales.
Definición	El indicador de vegetación remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se estima para cada una de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, con modificación).
Fórmula	IVR = (AVR /At)*100
Variables y Unidades	AVR: es el área de vegetación remanente. At: es el área total de la unidad, en kilómetros cuadrados o hectáreas.

<table>
<tr><td>Insumos</td><td colspan="3">Mapa de cobertura actual de la tierra y de una época anterior, lo más antigua posible</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Interpretación de la calificación</td><td>Descriptor</td><td>Rango</td><td>Calificación</td></tr>
<tr><td>NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta</td><td>IVR ≥ 70%</td><td>20</td></tr>
<tr><td>PT: Parcialmente transformado. Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media</td><td>IVR ≥ igual al 50% y < del 70%</td><td>15</td></tr>
<tr><td>MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja</td><td>IVR ≥ a 30% y < del 50%</td><td>10</td></tr>
<tr><td>MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja</td><td>IVR ≥ a 10% y < 30%</td><td>5</td></tr>
<tr><td>CT: Completamente transformado.</td><td>IVR < 10%</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Observaciones</td><td colspan="3">Categorías con condiciones de muy transformado y completamente transformado, se consideran áreas críticas a ser consideradas en el análisis de conflictos por pérdida de la biodiversidad.</td></tr>
</table>

RESULTADOS

Para el caso de la cuenca del rio mayo se presenta que en general las coberturas mantienen una sostenibilidad media, puesto que el bosque denso, bosque fragmentado, herbazal y arbustal se encuentran parcialmente transformadas, es decir que alrededor del 70% de la vegetación primaria no ha sido alterada, lo que nos permite inferir que en términos generales la cuenca no ha sido transformada drásticamente. Únicamente para el caso de la vegetación secundaria se presenta una sostenibilidad baja, debido a las actividades antrópicas, aumento de la frontera agrícola y explotación de bienes y servicios en estas áreas

COBERTURA VEGETAL	IVR	RANGO	CALIFICACIÓN	DESCRIPTOR

Bosque denso	54,46	IVR ≥ igual al 50% y < del 70%	15	PT
Bosque fragmentado	64,78	IVR ≥ igual al 50% y < del 70%	15	PT
Herbazal	62,15	IVR ≥ igual al 50% y < del 70%	15	PT
Arbustal	68,62	IVR ≥ igual al 50% y < del 70%	15	PT
Vegetación secundaria o en transición	25,24	IVR ≥ a 10% y < 30%	5	MT
PT: Parcialmente transformado. Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja				

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	**Índice de Fragmentación (IF)**
Objetivo	Cuantificar el grado o tipo de fragmentación de los diferentes tipos de cobertura natural de la tierra.
Definición	La fragmentación se entiende como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Sanders *et ál.,* 1991). Con el fin de conocer el índice de fragmentación

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">se aplicará la metodología de Steenmans y Pinborg (2000) que tiene en cuenta el número de bloques de vegetación y su grado de conectividad.</td></tr>
<tr><td>Fórmula</td><td colspan="3">índice de fragmentación= psc/ (ps/cs*16)* (ps/16)
siendo psc las celdillas sensibles conectadas, ps las celdillas sensibles; y, cs los complejos sensibles.
16: número de grillas en estudio según artículo original.</td></tr>
<tr><td>Variables y Unidades</td><td colspan="3">Número de bloques, conectividad de los bloques. Números decimales y enteros entre 0.01 y 100</td></tr>
<tr><td>Insumos</td><td colspan="3">Mapa de cobertura actual de la tierra de la cual se extraen las coberturas naturales exclusivamente</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Interpretación de la calificación</td><td>Descriptor</td><td>Rango</td><td>Calificación</td></tr>
<tr><td>Mínima</td><td><0.01</td><td>20</td></tr>
<tr><td>Media</td><td>Entre 0.01 y 0.1</td><td>15</td></tr>
<tr><td>Moderada</td><td>Entre 0.1 y 1</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Fuerte</td><td>Entre 1 y 10</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Extrema</td><td>Entre 10 y 100</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Observaciones</td><td colspan="3">índices de fragmentación con rangos de fuerte y extremo con valores superiores a 10 presentan pérdidas críticas de cobertura de uso del suelo, lo cual se asocia a pérdidas de hábitat</td></tr>
<tr><td colspan="4">RESULTADOS</td></tr>
<tr><td colspan="4">A partir de los resultados obtenidos, se puedo determinar que la fragmentación en la cuenca del rio Mayo es principalmente Media en un área de alrededor de 50.000 hectareas, y mínima y moderada con 30.000 y 27.500 hectareas respectivamente, por lo cual se infiere que la cuenca posee una fragmentación controlada y requiere especial atención en los municipios de San Pedro de Cartago, La Unión y Belén donde se encuentran concentradas las fragmentaciones fuertes y extrema con 15.000 y 12.500 hectareas respectivamente. Teniendo en cuenta que son municipios que por sus actividades económicas y su presión demográfica ejercen una alteración mayor a las coberturas naturales.

<table>
<tr><td>AREA (ha)</td><td>DESCRIPTOR</td><td>RANGO</td><td>CALIFICACIÓN</td></tr>
<tr><td>12.500</td><td>Extrema</td><td>Entre 10 y 100</td><td>0</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

15.000	Fuerte	Entre 1 y 10	5
50.000	Media	Entre 0.1 y 1	10
27.500	Moderada	Entre 0.01 y 0.1	15
30.000	Mínima	<0.01	20

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	
Nombre y Sigla	**Indicador Presión Demográfica – IPD**	
Objetivo	Medir la presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales de la tierra.	
Definición	Mide la tasa de densidad de la población por unidad de análisis, lo cual indica la presión sobre la oferta ambiental en la medida en que, a mayor densidad mayor demanda ambiental, mayor presión, mayor amenaza a la sostenibilidad (Márquez, 2000). El tamaño de la población denota la intensidad del consumo y el volumen de las demandas que se hacen sobre los recursos naturales.	
Fórmula	IPD= d*r	
Variables y Unidades	d = densidad poblacional r = tasa de crecimiento (intercensal)	
Insumos	Mapas de cobertura de la tierra (de los cuales se extraen las coberturas naturales) y dato de densidad por municipio.	
Observaciones	Para la aplicación del indicador el autor calculó la tasa de crecimiento a partir de la siguiente expresión del crecimiento poblacional: N2=N1.ert N1 = población censo inicial N2 = población censo final e = base de los logaritmos naturales (2.71829) r = tasa de crecimiento t = tiempo transcurrido entre los censos	
	Rango	**Descriptor**

Interpretación de la calificación	IPD <1	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.
	IPD>1<10	Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.
	IPD>10	Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta
	IPD> 100	Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad.

RESULTADOS

AREA (ha)	RANGO	DESCRIPTOR
7.865,28	IPD <1	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.
60.366,72	IPD>1<10	Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.
18.741,89	IPD>10	Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta

La mayor parte de la cuenca del rio Mayo (60.366,72 hectareas), cuenta con una presión demográfica con sostenibilidad media, ya que cuenta con una población en crecimiento en términos normales en la mayoría de los municipios. Casualmente, los dos municipios del cauca presentan una sostenibilidad alta ya que su presión poblacional es baja, debido a que son zonas donde hay mucho movimiento de la población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse. En los municipios de San Pablo, Taminango y Belén, existe un crecimiento acelerado de la población por lo cual la presión demográfica es alta en un área de 18.741,89 hectareas. Sin embargo, como se observa, en términos generales la cuenca presenta una sostenibilidad y presión poblacional media, que en caso de mantenerse puede mantener equilibrado el territorio a través del tiempo.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	**Índice de ambiente crítico – IAC**

<table>
<tr><td>Objetivo</td><td>Identificar los tipos de cobertura natural con alta presión demográfica</td></tr>
<tr><td>Definición</td><td>Combina los indicadores de vegetación remanente (IVR) y el índice de presión demográfica (IPD), de donde resulta un índice de estado-presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional. Para calificar las áreas se adopta la matriz utilizada por Márquez (2000) con modificación</td></tr>
<tr><td>Fórmula</td><td>Se califica a través de una matriz construida con el IVR y el IPD</td></tr>
<tr><td>Variables y Unidades</td><td>IVR e IPD</td></tr>
<tr><td>Insumos</td><td>Mapa actual de cobertura de la tierra (de donde se extraen las coberturas naturales) y mapa de presión demográfica por municipio.</td></tr>
<tr><td>Interpretación de la calificación</td><td>
Matriz de calificación del índice de ambiente crítico
<table>
<tr><td>Indicador de Vegetación Remanente</td><td colspan="4">Índice de presión demográfica - IPD</td></tr>
<tr><td>Categorías</td><td>< 1</td><td>>1<10</td><td>>10<100</td><td>>100</td></tr>
<tr><td>NT</td><td>I</td><td>I</td><td>II</td><td>II</td></tr>
<tr><td>PT</td><td>I</td><td>I</td><td>II</td><td>II</td></tr>
<tr><td>MDT</td><td>II</td><td>II</td><td>III</td><td>III</td></tr>
<tr><td>MT</td><td>III</td><td>III</td><td>IV</td><td>IV</td></tr>
<tr><td>CT</td><td>III</td><td>III</td><td>IV</td><td>V</td></tr>
</table>
NT: escasamente transformado, PT: parcialmente transformado, MDT: medianamente transformado, MT: muy transformado, CT: completamente transformado
I: relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes. (calificación 20)
II: vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección. (calificación 15)
III: en peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. (calificación 10) IV: crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años (calificación 5)
</td></tr>
</table>

	V: muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas. (calificación 0)

RESULTADOS

Las coberturas naturales de la cuenca en su mayoría tienen un ambiente relativamente estable e intacto, como en el caso de La Cruz que por tener áreas de bosque denso en zonas de protección alimentan su sostenibilidad. Sin embargo, hay 9.606,70 hectareas que se encuentran en peligro en Mercaderes, Florencia, La Unión y San Lorenzo, debido a su baja conservación y deben ser atendidas para ampliar su persistencia. Además, 4.950,43 hectareas están en un estado vulnerable con amenazas moderadas, por lo cual es necesario tomar medidas de protección oportunas para evitar que se conviertan en áreas en peligro en los municipios de Taminango, Belén y San Pablo, al igual en dos de estos, existen 1.770,17 hectareas en estado crítico, que merecen especial atención por parte de las entidades municipales y reguladoras.

AREA (ha)	CALIFICACIÓN	INDICADOR VG	DESCRIPCIÓN
1.770,17	5	MT	IV: crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años.
9.606,70	10	MDT	III: en peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años.
4.950,43	15	PT	II: vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección.
22.498,04	20	PT	I: relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	**Porcentaje (%) de áreas (Ha) restauradas en cuencas abastecedoras de acueductos**.
Objetivo	Cuantificar las áreas restauradas a través de acciones de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en el área de influencia de acueductos municipales y/o rurales
Definición	Define y cuantifica las áreas restauradas y/o en proceso de restauración a través de acciones de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en el área de influencia de acueductos municipales y/o rurales
Fórmula	(Número de Ha restauradas en la cuenca abastecedora/ total área cuenca abastecedora) *100
Variables y Unidades	Ha coberturas naturales área total (Ha) cuenca abastecedora
Insumos	Cartografía con la delimitación de las cuencas y subcuencas, mapas de división Político-administrativa. Mapas e inventarios de áreas para manejo y restauración de la Corporación en la cuenca
Interpretación de la calificación	Porcentaje de área (Ha)

RESULTADOS

En la cuenca del rio Mayo el porcentaje de áreas restauradas en las cuencas abastecedoras

Municipio	Ha restauradas	Cuenca Abastecedora	Área Cuenca	% áreas restauradas
Belén	16,5	Queb. San Mateo	830	1,99
Cartago	13	Queb. La Fragua	2961,46	0,44
Colón	21,6	Queb. El rincón	2371,96	0,91
La Cruz	49	Corrientes Directas	623,47	7,86
La Unión	61,44	Queb. de Cusillo	1452,48	4,23
San Lorenzo	24	Q. Charguayaco	3214,79	0,75
San Pablo	20,033	Queb. Las Palmas	1056,25	1,90
Taminango	2	Cañada de Taminango	1087,06	0,18

promedio por municipio son casi nulas de acuerdo a sus áreas. Los porcentajes más altos los alcanzan los municipios de La Cruz y La Unión, en donde la autoridad ambiental a través de diversos proyectos a logrado la restauración de 49 ha en La Cruz y 61,44 ha en La unión.

COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO	
TEMÁTICA: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS	
ELEMENTO	**DESCRIPCIÓN**
Nombre y Sigla	**Porcentaje y Área (Ha) de Áreas Protegidas del SINAP**
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de las áreas protegidas del SINAP dentro de la extensión total de la cuenca de interés
Definición	Representa la participación en porcentaje de las áreas protegidas i dentro de un área de interés h.
Fórmula	PAPih = [ATEih]/Ah x 100 (h = 1, 2 .... r)
Variables y Unidades	PAPih = porcentaje de áreas protegidas i en un área de interés h ATEi h = superficie total de las áreas protegidas i (ha) en un área de interés h Ah = superficie total del área de interés h (ha) r = número de áreas de interés
Insumos	Mapa de áreas protegidas del SINAP
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	**Rango:** 0<PAPih<100 Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés
RESULTADOS	
En cuanto a las áreas protegidas que hacen parte el SINAP en la cuenca del rio Mayo se cuenta únicamente con el PNN- Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel en el municipio de La Cruz, el cual cuenta con un área de 4.694.38 Hectáreas, representando el 7.13 % del área total de la cuenca del Mayo, lo cual indica que el área del PNN casi no existe en el área.	

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	**Porcentaje de Áreas con otra Estrategia de Conservación del Nivel Internacional, Nacional, Regional y Local**
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de áreas con estrategias de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local dentro de la extensión total de la cuenca de interés
Definición	PAEC ih representa la participación en porcentaje de las áreas protegidas del nivel regional y local i dentro de un área de interés h.
Fórmula	PAEC ih =[ATEih]/Ah x 100 (h = 1, 2 .... r)
Variables y Unidades	ATEi h = superficie total de las áreas protegidas i (ha) en un área de interés h Ah = superficie total del área de interés h (ha) r = número de áreas de interés
Insumos	Mapa de áreas protegidas del nivel internacional, nacional, regional y local.
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	**Rango**: 0<PAECih<100 Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés

RESULTADOS

Entre las áreas con otra estrategia de conservación se encontró que la reserva forestal protectora – productora de la ley segunda es la más representativa en la cuenca del rio Mayo con un 29,71%, seguido por Enclave Subxerofítico del Patía que, aunque se encuentra en proceso de declaratoria es un área con especial importancia para el sostenimiento de un ecosistema estratégico único en el país. Por otro lado, a nivel regional se encuentran dos áreas protegidas que por su tamaño no son muy representativas en la cuenca, pero para los municipios en donde se encuentran son vitales para la regulación hídrica, la conservación de flora y fauna entre otros.

Nombre	Tipo	Nivel	área (ha)	% áreas

Esperanza de Mayo	Parque Natural Regional	Regional	3,597	0,004
Enclave bosque seco subxerofítico del Patía	En proceso	Nacional	11.711,013	13,414
Reserva Forestal Protectora - Productora	Reserva Forestal Nacional	Nacional	25.941,553	29,714
Reserva Cerro La Jacoba	Reserva Municipal	Regional	185,167	0,212

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	**Porcentaje de Área de Ecosistemas Estratégicos Presentes**
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de los ecosistemas estratégicos y otras áreas de importancia ambiental del nivel regional y local dentro de la extensión total de la cuenca de interés.
Definición	Cuantifica la proporción de la abundancia de cada ecosistema en un área de interés. Es una medida de la composición del paisaje y permite comparar diferencias en tamaño entre los ecosistemas.
Fórmula	PEih = [ATEih]/Ah x 100 (h = 1, 2 .... r)
Variables y Unidades	ATEi h = superficie total del ecosistema i (ha) en un área de interés h Ah = superficie total del área de interés h (ha) r = número de áreas de interés
Insumos	Mapa de ecosistemas estratégicos y otras áreas de importancia del nivel regional y local

Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	**Rango:** 0<PEih<100 Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés

RESULTADOS

Los ecosistemas estratégicos como las Áreas Rurales Intervenidas no diferenciadas, Agroecosistemas campesinos Mixtos y Agroecosistemas cafeteros garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país, puesto que proveen el alimento para las poblaciones y generan empleo en los territorios.

Ecosistema estratégico	Área Ecosistema	% Área
Áreas Rurales Intervenidas no diferenciadas	32.371,90	37,07
Bosques secos y matorrales secundarios xerofíticos sub-andinos de valle	11.933,60	13,66
Agroecosistemas campesinos Mixtos	16.295,91	18,66
Agroecosistemas cafeteros	17.330,88	19,84
BBD Alto- andinos, Húmedos y de niebla	6.281,94	7,193
Paramos húmedos	3.091,15	3,539
Superficie total de la cuenca	87.325,90	

De acuerdo con sus funciones, y teniendo como referencia la biodiversidad y los bienes y servicios ecosistémicos que prestan, los ecosistemas de mayor importancia para el país definidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible son los siguientes: páramos, humedales, manglares, nacimientos de agua, zonas de recarga, zonas secas, entre otros. Los bosques secos y matorrales secundarios xerofíticos sub-andinos de valle, los bosques Alto-andinos, húmedos y de niebla y los Paramos húmedos son los ecosistemas que menos tienen

presencia en la cuenca y son de gran importancia, por lo cual son vulnerables y de vital importancia.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	
Nombre y Sigla	**Índice del Estado Actual de las Coberturas Naturales**	
Objetivo	Mostrar de manera consolidada los resultados de las calificaciones relacionadas con el estado actual por tipo de cobertura natural a través de los indicadores de vegetación remanente, tasa de cambio de la cobertura, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico (modificado de MAVDT, IGAC, 2010)	
Definición	Cuantifica el estado actual por tipo de coberturas naturales de la tierra	
Fórmula	Se integra la calificación de dos indicadores y dos índices, cada uno de estos tiene un peso de 25%, valor máximo de la suma de indicadores =80	
Variables y Unidades	Las variables están dadas por cada uno de los indicadores, unidad en valor absoluto	
Insumos	Calificación del indicador vegetación remanente, tasa de cambio de las coberturas naturales, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico	
Interpretación de la calificación	**Rango**	**Categoría**
	Mayor de 60	Conservada
	Entre 41 y 59	Medianamente transformada
	Entre 21 y 40	Transformada
	Entre 1 y 20	Altamente transformada
	0	Completamente transformada

RESULTADOS

AREA	RANGO	CATEGORIA
30.035,77	Entre 41 y 59	Medianamente transformada
8.789,57	Entre 21 y 40	Transformada

Como se puede evidenciar en la cuenca el estado actual de las coberturas naturales de la tierra en su mayoría es medianamente transformada, sin embargo, existen 8.789,57 hectareas que se encuentran en un estado transformado, sobre todo hacia la parte noroeste de la cuenca en los municipios de Mercaderes, Florencia, Taminango y San Lorenzo, donde las condiciones climáticas y las actividades antrópicas aumentan la probabilidad de transformación de estas áreas. Los municipios de Belén, San Pablo y Colon Génova a pesar de tener pocas áreas en condición transformada deben prestar especial atención a este estado para tomar medidas y evitar que las coberturas vegetales continúen perdiendo sus características.

4.3.2. Componente Socioeconómico

COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	
TEMÁTICA: SISTEMA SOCIAL	
ELEMENTO	**DESCRIPCIÓN**
Nombre y Sigla	**Densidad Poblacional – Dp**
Objetivo	Expresar la forma en que está distribuida la población a nivel municipal
Definición	Se refiere a la relación existente entre la cantidad de personas que viven en un territorio y la extensión del mismo.
Forma de medición	$Dp = \frac{Pt}{Ha}$
Unidades	Pt: Población total Ha: Hectáreas
Insumos	Censo DANE 2005 y mapa de división político-administrativa
Observaciones	Esta fórmula está realizada de forma simple solo expresa *grosso modo* la densidad poblacional que se puede dar en un lugar determinado, para poder introducir otras variables y hacer un análisis con más profundidad se puede revisar la página del Instituto de Estudios Urbanos de Bogotá
Interpretación de la calificación	Saber si existe concentración o dispersión de la población, se realiza a través de la comparación de la densidad poblacional entre dos o más jurisdicciones.
RESULTADOS	

MUNICIPIO	HABITANTES	AREA KM2	DENSIDAD POBLACION	CALIFICACION
BELEN	7,715	48	160.73	Muy Alta
COLON	10,206	63	162.00	Muy Alta
LA CRUZ	18,273	237	77.10	Alta
LA UNION	25,689	147	174.76	Muy Alta
SAN LORENZO	20,147	267	75.46	Alta
SAN PABLO	17,312	108	160.30	Muy Alta
CARTAGO	7,613	60	126.88	Muy Alta
TAMINANGO	21,265	245	86.80	Alta
FLORENCIA	6,160	56	110.00	Muy Alta
MERCADERES	18,151	640	28.36	Baja
TOTAL	152,531	1871	81.52	Alta

La Densidad Poblacional de la Cuenca del rio Mayo es de 81.52 hab/km2 (densidad alta), sobre una base de 152.531 personas, incluidas niños, población escolar y población adulta mayor que habitan la cuenca, cuya extensión es de 1871 Km2, los municipios de La Unión y La Cruz con el mayor porcentaje de población en la cuenca.

Es importante tener en cuenta que la densidad de población no indica exactamente que esas sean las personas que viven por cada kilómetro cuadrado; se trata, solo, de una cifra que permite hacerse una idea aproximada de cuánto territorio está habitado en un determinado lugar.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	**Tasa de Crecimiento – r**
Objetivo	Explicar en forma porcentual a qué ritmo crece una población determinada a nivel municipal.
Definición	Es la tasa que indica el crecimiento o decrecimiento de la población
Fórmula	$\boldsymbol{r = \frac{(N - D) + Mig.Neta}{Población\ Total} x100}$
Variables y Unidades	N= nacimientos en un periodo determinado D= defunciones en un momento determinado Migr. Neta: migración neta Población total
Insumos	censo DANE 2005
Observaciones	La limitante de este indicador es que no permite observar de manera diferenciada entre población femenina y masculina. Para observar más en detalle el indicador se puede revisar la cartilla de conceptos básicos e indicadores demográficos del DANE.
Interpretación de la calificación	Está basado en un modelo aritmético, el supuesto básico consiste en que la población crece en un mismo monto (cantidad) cada unidad de tiempo. El tamaño de la población puede mantenerse constante, crecer o disminuir, lo que se determina a través de los procesos de entrada, es decir la inclusión de nuevos individuos a la población (nacimientos y migraciones) y por los procesos de salida, es decir la exclusión de individuos (defunciones e inmigraciones).
RESULTADOS	
La tasa de crecimiento no fue calculada de acuerdo a la metodología establecida en el indicador debido a que no se halló información de migración neta, la reportada en el DANE como fuente oficial es presentada por periodos de cinco (5) años y para todo el departamento de Nariño, por ello la tasa de crecimiento se calculó teniendo como base la población proyectada por el DANE a nivel municipal para el año 2017 a 2020, esta información se utilizó para determinar la proporcionalidad de la población de la cuenca con los Datos propios obtenidos del año 2017 a 2020 para realizar la proyección de la población para la cuenca.	

MUNICIPIO	2017	2020	r	r *100%
BELEN	7,715	7,894	0.0163	1.63%
COLON	10,206	10,269	0.0044	0.44%
LA CRUZ	18,273	18,305	0.0011	0.11%
LA UNION	25,689	25,270	-0.0126	-1.26%
SAN LORENZO	20,147	20,403	0.0096	0.96%
SAN PABLO	17,312	17,109	-0.0092	-0.92%
CARTAGO	7,613	7,689	0.0073	0.73%
TAMINANGO	21,265	21,985	0.0248	2.48%
FLORENCIA	6,160	6,190	0.0037	0.37%
MERCADERES	18,151	18,247	0.0040	0.40%

La dinámica poblacional en las zonas presenta tasas de crecimiento positivas, exceptuando Los municipios de La Unión y San Pablo.

Se presentan niveles de crecimiento en la zona urbana y disminución en zona rural, estas dinámicas evidencias una disminución en la capacidad de generación de mano de obra para la actividad agropecuaria en los diferentes sistemas productivos existentes en la cuenca, además se evidencia que el aumento de la población en la zonas urbanas determina que se deben satisfacer las necesidades en cuestión de Infraestructura (por ejemplo, escuelas, hospitales, vivienda, carreteras), recursos (por ejemplo, alimentos, agua, electricidad), y empleo de esta población que ha emigrado de la zonas rurales a las Ciudades.

Las sinergias negativas de estos procesos poblacionales en la cuenca han incrementado la vulnerabilidad de los ecosistemas propios de la cuenca, lo que ha incidido en la movilización de la población rural, dado el alto riesgo por el que se podría generar desastres naturales y humanos, y como consecuencia de ello surja el fenómeno de la emigración, por ende, la población en la cuenca en la zona rural tenga la tendencia a disminuir.

<table>
<tr><th>ELEMENTO</th><th colspan="2">DESCRIPCIÓN</th></tr>
<tr><td>Nombre y Sigla</td><td colspan="2">Seguridad Alimentaria – SA</td></tr>
<tr><td>Objetivo</td><td colspan="2">Determinar el nivel de seguridad alimentaria de la cuenca</td></tr>
<tr><td>Definición</td><td colspan="2">Entendida como la participación de la producción interna, medida en número de productos de la canasta básica alimentaria, respecto al número total de productos de canasta básica alimentaria.</td></tr>
<tr><td>Fórmula</td><td colspan="2">$$SA = \frac{PCBA}{CBA} x100$$</td></tr>
<tr><td>Variables y Unidades</td><td colspan="2">PCBA: productos de la canasta básica alimentaria
CBA: canasta básica alimentaria</td></tr>
<tr><td>Insumos</td><td colspan="2">Diagnósticos departamentales o municipales</td></tr>
<tr><td>Observaciones</td><td colspan="2">Solo permite observar la seguridad alimentaria en términos de los productos que se producen en la región, sin tener en cuenta la calidad, innocuidad, accesibilidad, entre otros aspectos. Sin embargo, se presenta como una aproximación para determinar la disponibilidad de alimentos que tiene la región.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Interpretación de la calificación</td><td>Calificación</td><td>Descripción</td></tr>
<tr><td>Muy alta</td><td>Más del 60% de los productos se producen en la región.</td></tr>
<tr><td>Alta</td><td>Entre el 40 y 60% de los productos se producen en la región.</td></tr>
<tr><td>Media</td><td>Entre el 30 y 40% de los productos se producen en la región.</td></tr>
<tr><td>Moderada</td><td>Entre el 25 y el 30% de los productos se producen en la región.</td></tr>
<tr><td>Baja</td><td>Menos del 25% de los productos se producen en la región.</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESULTADO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Este indicador se estimó por la oferta total de alimentos producidos en los municipios de la cuenca sobre el total de productos de la canasta básica alimentaria del departamento de Nariño (CBA = 82).

<table>
<tr><th>MUNICIPIO</th><th>PCBA</th><th>SA</th><th>CALIFICACION</th></tr>
<tr><td>BELEN</td><td>21</td><td>26</td><td>Moderada</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

COLON	21	26	Moderada
LA CRUZ	27	34	Media
LA UNION	30	38	Media
SAN LORENZO	24	30	Media
SAN PABLO	22	28	Moderada
CARTAGO	21	26	Moderada
TAMINANGO	25	31	Media
FLORENCIA	16	20	Baja
MERCADERES	25	31	Media

De acuerdo con la FAO, la accesibilidad alimentaria existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana. Para la cuenca, los resultados nos indican que estos municipios son Agrícolas.

Porcentaje de población con acceso al Agua por Acueducto	
ELEMENTO	**DESCRIPCIÓN**
Nombre y Sigla	**Porcentaje de Población con Acceso al Agua por Acueducto**
Objetivo	Cuantificar de la población que tiene acceso a este servicio.
Definición	Número de personas que pueden obtener agua con razonable facilidad, expresado como porcentaje de la población total. Es un indicador de la capacidad de los usuarios de la cuenca de conseguir agua, purificarla y distribuirla.
Fórmula	$\frac{No.\ individuos\ con\ acceso\ al\ agua\ por\ acueducto}{Poblacion\ total\ del\ area\ de\ estudio}\ x\ 100$
Variables y Unidades	Población total asentada en la cuenca en ordenación Número de individuos con acceso al agua: en las zonas urbanas el acceso "razonable" significa que existe una fuente pública o una canilla a menos de 200 metros del hogar. En las zonas rurales significa que los integrantes del hogar no tienen que pasar demasiado tiempo todos los días yendo a buscar agua.

	El agua es potable o no dependiendo de la cantidad de bacterias que contenga.
Insumos	DANE, diagnósticos departamentales o municipales
Observaciones	La población con acceso a este recurso se cuantificará, sin tener en cuenta o evaluar si las condiciones de calidad son aptas para consumo humano o no
Interpretación de la calificación	Porcentaje de población con acceso al agua por acueducto.

RESULTADOS

Se presenta los datos por Municipio de la cuenca, indicando los datos de acuerdo con el número de habitantes (DANE.) que tienen acceso al servicio de acueducto, la información indica si los habitantes cuentan con un servicio de sistema de acueducto para el abastecimiento de Agua.

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL DANE 2016	POBLACIÓN TOTAL CON SERVICIO DE ACUEDUCTO	COBERTURA TOTAL DE ACCESO AL SERVICIO DE ACUEDUCTO AÑO 2016
LA CRUZ	18,249	18,094	99.15
LA UNION	25,886	25,886	100
SAN LORENZO	20,002	14,975	74.87
SAN PABLO	17,403	15,143	87.01
COLON	10,168	8,203	80.67
TAMINANGO	20,902	19,325	92.46
BELEN	7,612	5,483	72.03
CARTAGO	7,588	7,107	93.66

Como se puede observar, prácticamente la totalidad de la población que vive en el área geográfica de la Cuenca cuenta con medios de abastecimiento de agua con relativa facilidad. En algunos casos particulares de las comunidades rurales poseen abastecimiento desde las corrientes de agua, métodos rudimentarios o en pozos construidos para tal fin.

TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN
MinAmbiente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
FONDO DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL

Adicionalmente, de acuerdo con la definición, no se considera la periodicidad de prestación del servicio la cual es un factor crítico en el caso del municipio de La Unión donde el agua potable desde el acueducto municipal se presenta dificultades en el acceso al agua por suministro.

COMPONENTE GESTIÓN DEL RIESGO			
TEMÁTICA: AMENAZAS			
ELEMENTO	**DESCRIPCIÓN**		
Nombre y Sigla	**Porcentajes de Niveles de Amenaza (Alta y Media) por Inundación, Movimiento en Masa, Avenidas Torrenciales e Incendios forestales.**		
Objetivo	Evaluar el grado de incidencia de amenaza alta y media en la cuenca hidrográfica por inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales.		
Definición	Define el área de incidencia por tipo y nivel de amenaza que puedan presentarse en la cuenca hidrográfica		
Fórmula	PHβ = (PPi /Pu) * 100		
Variables y Unidades	PHβ = porcentaje de área en nivel de amenaza (i) por tipos de amenazas PP i = área en nivel de amenaza alta y media (i) Pu = área de la Cuenca		
Insumos	Mapas de amenaza de inundación, movimientos en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales.		
Observaciones	El cálculo se tendrá que realizar de manera independiente para cada tipo y nivel de amenaza (alta y media).		
RESULTADOS			
Datos requeridos		**Resultado**	**Observaciones**
Porcentajes de niveles de amenaza (Alta y Media) por Inundación – PAI			
Total, Área Amenaza Media y Alta (Has)		46.76	Corresponde a algunos sectores del Río Mayo, se distinguen los procesos de avenidas torrenciales y los
Total, Área Cuenca (Has)		87.305,4	
Porcentaje		0.05 %	

		eventos ocasionados por sistemas de acueducto y alcantarillado
Porcentajes de niveles de amenaza (Alta y Media) por Movimientos en Masa – PAMM		
Total, Área Amenaza Media y Alta (Has)	83.202	Se refiere al análisis por movimientos en masa tipo deslizamientos principalmente
Total, Área Cuenca (Has)	87.305,4	
Porcentaje	95.3 %	
Porcentajes de niveles de amenaza (Muy Alta, Alta y Moderada) por Incendios Forestales		
Total, Área Amenaza Muy Alta, Alta y Moderada (Has)	75.082.6	
Total, Área Cuenca (Has)	87.305,4	
Porcentaje	86 %	

Bibliografía

ACIESNA. 2009. *Territorio, Derechos Colectivos y Gestión local en el bosque húmedo del litoral pacífico colombiano*. Recuperado de: http ://www.tdg- pacifico.org/aciesna.htm

Acosta, A. 2000. *Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. Biota Colombiana 1* (3): 289-319.

AERYC. 2006. *Gobernanza, territorio y bienes públicos regionales*. Cúcuta: s.n.

Alberico & Orejuela 1982. *Diversidad específica de dos comunidades de aves y mamíferos en Nariño*, Colombia. Cespedesia 11 (41-42):31-40.

Alberico et. al, 2000. *Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. Biota Colombiana* 1 (1): 43-75.

Alcaldía Municipal de La Cruz. (2000) Esquema de Ordenamiento Territorial de La Cruz, Acuerdo

Alcaldía Municipal de La Cruz. 2000. *Esquema de Ordenamiento Territorial de La Cruz*, Acuerdo

Almeida, C. F. y Albuquerque, U.P. 2002. *Uso de plantas e animais medicinais no estado de Pernambuco (Nordeste de Brasil): Un estudio de caso.* Interciencia, 27(6): 276-284.

Andrew Maskrey, (1993), Los desastres no son naturales

Aranda, M. 2000. *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México: s.n., 212 p.

Asociación Gaica y Gobernación de Nariño (2006). *Avifauna de Nariño: Estado Actual de su Diversidad*. San Juan de Pasto, Nariño, Colombia: Asociación GAICA (Serie de Conservación No. 2)

Birdlife Internacional & Conservation Internacional (2005*). Áreas importantes para la Conservación de las Aves en Colombia. En BirdLife Internacional y Conservation Internacional. Áreas importantes para la conservación de las aves en los Andes Tropicales: Sitios Prioritarios para la Conservación de la biodiversidad*. Quito. Ecuador: BirdLife Internacional (Serie de Conservación de BirdLife No. 14)

Birdlife Internacional, 2000. *Threatened birds of the world*. Lynx Edicions and Birdlife International. Barcelona, España y Cambridge: U.K.

Blaikie P. et al., (1996), Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres, La Red

Bonell, M. 2005. *«Runoff generation in tropical forests». En: Bonell, M. y L.A. Bruijnzeel (Eds.), Forest-Water-People in the Humid Tropics: Past Present and Future Hydrological Research for Integrated Land and Water Management.* Cambridge University Press. Cambridge.

Burgos, A., Imuez, M. (2009).*Identificación de las especies hidrobiológicas nativas continentales como estrategias para el repoblamiento de los cuerpos de agua en los ríos Mayo y Guiza, departamentales de Nariño, Colombia*.

Buriticá, A. 2015. *Explotación de materiales de arrastre, Río Mayo, en la vereda La Playa del Municipio de San Pablo, Nariño.*

Cadavid, G., & Ordoñez, H. (1992). *Arqueología de salvamento en la vereda de Tajumbina, municipio de la Cruz (Nariño).* Bogotá, Colombia: Fundación de investigaciones Arqueológicas Nacionales - Banco de la Republica.

Camacho Valdez V1,2, Ruiz Luna A1. *Marco Conceptual y Clasificación de los Servicios Ecosistémicos.* Revista Bio Ciencias Enero 2012 Vol.1 Núm. 4 Año 2 Páginas 3 a 15

Cardenas, D., & Salinas, N. (2006). *Libro rojo de plantas de Colombia Especies Maderables Amenazadas Parte I.* Bogotá: Instituto Alexander Von Humboldt.

Castaño, O., E. Hernandez & G. Cárdenas (2000). Reptiles. Págs. 612-616. En: J. O. Rangel – Ch. (Ed). *La región de vida paramuna. Colombia diversidad biótica III*. Bogotà: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.

Castaño-Mora, O.V. (Ed). 2002. *Libro rojo de reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia.* Conservación Internacional Castro, F. (2003). Diversidad de Anfibios y Reptiles Colombianos, Identificación y Caracterización de las Familias Taxonómicas. Cali: Universidad del Valle. 53 p

Castillo, Z. (2007). *Uso de los recursos alimenticios de un ensamble de lagartos del genero Anolis en áreas naturales y perturbadas presentes en un bosque lluvioso tropical del suroccidente de Colombia*. Colombia

CITES. 2010. *Apéndices I, II, III, to the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*. CITES Parties at the Ninth Conference of the Parties.U.S. Fish and Wildlife Service, wep page. Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional. Bogotá, Colombia.

CORPONARIÑO – Fundación Manos Fraternas, 2014. "*Generación de las bases técnicas que argumenten la declaratoria del Cerro Chimayoy, ubicado en los municipios de La Unión, San Pedro de Cartago, San Bernardo y Belén, departamento de Nariño, como área protegida*. Versión preliminar.

CORPONARIÑO 2014. Convenio Específico de cooperación No.14-13-014-166CE Suscrito entre el (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt" y La Universidad de Nariño *Caracterización biótica del Complejo Doña Juana-Chimayoy, Nariño, Cauca y Putumayo.Colombia* . Proyecto "Estudio técnico socioeconómico y ambiental de

los complejos de páramos Chiles. Cumbal, La Cocha-Patascoy y Doña Juana-Juanoy como insumo para su delimitación" Informe Final. San Juan de Pasto, Septiembre, 2015

CORPONARIÑO y Corporación Nacional de Investigación Forestal - CONIF. 2008. *Plan general de Ordenación Forestal del departamento de Nariño*. PGOF.

CORPONARIÑO y Corporación Nacional de Investigación Forestal – CONIF. 2009. *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Mayo*. Nariño, Pasto.

CORPONARIÑO, Asociación GAICA, The Nature Conservancy, Conserva Colombia, Fondo acción, 2014. *Creación de un área protegida pública local en los municipios de El Peñol, El Tambo y Taminango, del departamento de Nariño*. Documento preliminar.

CORPONARIÑO, CONIF, (2008). Plan general de Ordenación Forestal del departamento de Nariño. PGOF.

CORPONARIÑO. 2007. *Zonificación y Codificación de Cuencas en el Depto de Nariño.* Nariño, Pasto.

CORPONARIÑO. 2011. *Plan De Acción Para La Prevención Y Mitigación De Los Procesos De Desertificación Y Sequia En El Enclave Subxerofítico Del Patía, Zona Norte Del Departamento De Nariño - (I Fase).* Nariño, Pasto.

CORPONARIÑO. 2011. *Plan de Ordenamiento Quebrada Mocondino Molinos.* San Juan de Pasto.

CORPONARIÑO. 2014. *Plan de Ordenamiento del Cauce Principal de la Quebrada Bateros.* San Juan de Pasto.

CORPONARIÑO. 2014. *Plan de Ordenamiento del Cauce Principal de la Quebrada La Fragua.* San Juan de Pasto.

CORPONARIÑO. 2014. *Plan de Ordenamiento Quebrada el Carrizal.* San Juan de Pasto.

CORPONARIÑO. 2015. *Plan de Ordenamiento del Recurso Hidrico Quebrada El Rincón.* San Juan de Pasto.

CORPONARIÑO. 2016. Convenio interadministrativo 13-014 (FA 005 de 2013). *Recomendación para la delimitación, por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, del Complejo de Páramos Doña Juana - Chimayoy a escala 1:25.000.* Subdirección de Servicios Científicos y Proyectos Especiales Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, mayo de 2016

D.c., USA. Citado por Kattan, G.H. *Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies*. Pg 575 En: M. Guariguata y G. Kattan, editores. Ecología y conservación de Bosques Neotropicales. 1a. ed. Costa Rica: Editores LUR. 2002. Pg. 575

Delgado A., Ruiz S., Arévalo L., Castillo G., Viles N., Calderón J., Cañizales J., Muñoz Y., Ramos R. (Eds). 2007. *Plan de Acción en Biodiversidad del departamento de Nariño 2006 – 2030 - Propuesta Técnica.* Corponariño, Gobernación de Nariño - Secretaría de Agricultura, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN - Territorial Surandina, Universidad de Nariño, Universidad Mariana y Asociación para el Desarrollo Campesino. Pasto. 525 p.

Díaz, S. 2001. *Diversidad florística del páramo del Volcán Doña Juana, Cordillera Centro-Oriental de los Andes Colombianos*. Grupo de estudios en manejo de vida silvestre y conservación. Popaya: Universidad del Cauca.

Disasters and Development (1983), Frederick C. Cuny, Oxford University Press,

Doyle and J. Schelhas, editores. *Forest remnants in the tropical landscape: benefits and policy implications*. Washington: Smithsonian Migratory Bird Center.

E.U., & CORPONARIÑO Subdirección de Intervención Para La Calidad Ambiental. 2009. *Informe Instalación Y Puesta En Marcha De Las Mesas Municipales En Áreas Protegidas – Subregional Norte SIRAP– Nariño.* CORPONARIÑO, Nariño. Pasto: Huella Ambiental Consultores.

Emmons, L. & Feer, F. 1997. *Neotropical rainforest mammals: a field guide*. (Second edition.) University of Chicago Press, Chicago, Illinois 60637, USA. 396 pp.

Espinal L. S. & Montenegro E. (1963). *Formaciones vegetales de Colombia* «Mapa ecológico». Bogotá: Universidad Libre de Colombia.

Fahrig, L. (2003). *Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Vol. 34, pp. 487-515

Ferwerda W., L. Hadeed, T. McShane y S. Rietbergen S., con la asistencia de S. Stolton y N. Dudley. 2000. *Bosques Nublados Tropicales Montanos*. WWF International/IUCN The World Conservation Union.

Fjeldsa, J. & Krabbe, N. (1990). *Birds of the High Andes. Zoological Museum*. Copenhagen Dinamarca: University of Copenhagen, Apollo Books.

Franco, A. & Bravo, G. (2005). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en Colombia. En BirdLife Internacional y Conservation Internacional. Áreas importantes para la conservación de las aves en los Andes Tropicales: Sitios Prioritarios para la Conservación de la biodiversidad.* Quito. Ecuador: BirdLife Internacional (Serie de Conservación de BirdLife No. 14)

García, Alba. (2014) *Fortalecimiento de la Capacitación e Investigación en Gestión del Riesgo en Colombia. Producto 2: Documento de análisis, junto con una propuesta técnica de programas de capacitación /investigación que se requieren en materia de Gestión del Riesgo de Desastres*. Bogotá D.C., Colombia.

Gary E. Machlis y Thor Hanson. 2008. *"Warfare Ecology",* BioScience, vol. 8, 2008, pp. 729-736. Publicado con permiso del American Institute of Biological Sciences (www.aibs.org).

Gobernación de Antioquia, (2011), *Evaluación y Zonificación de Riesgos por Avenida Torrencial, Inundación y Movimientos en Masa y Dimensionamiento de Procesos Erosivos en el Municipio de La Ceja.* Medellín.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático –IPCC, 2002. *Cambio Climático y Biodiversidad*, Documento técnico V del IPCC.

Guevara M. & Campos F. (2003). *Identificación de áreas prioritarias para la conservación de cinco ecorregiones en América Latina*: GEF/1010-00-14 Ecorregión Chocó – Darién (Panamá – Colombia - Ecuador).

Guevara, O.; Abud, M.; Trujillo, A. F.; Suárez, C. F.; Cuadros, L.; López, C. & Flórez, C. (2016). *Plan Territorial de Adaptación Climática del departamento de Nariño*. Corponariño y WWF-Colombia. Cali, Colombia. 154 pp.

Gutiérrez, H. 2002. *Aproximación a un modelo para la evaluación de la vulnerabilidad de las coberturas vegetales de Colombia ante un posible cambio climático utilizando SIG*. Meteorol. Colomb. 6:55-63. ISSN 0124-6984. Bogotá, D.C- Colombia.

Hershkovitz, P. 1982. *Neotropical deer (Cervidae) Part I. Pudus, genus Pudu gray*. Fieldiana Zoology 11: 1-86.

Highland, L.M., y Bobrowsky, Peter, (2008), Manual de derrumbes. Guía para entender todo sobre los derrumbes: Reston, Virginia, Sistema Geológico de los EUA (USGS)

Hilty, S.L. & W.L. Brown. 1986. *A guide to the Birds of Colombia*. Princeton University Press. New Jersey

IAvH. (s.f.). *Sistema de Información de alertas tempranas Tremarctos 3.0*, 3.0. Recuperado el 15 de Febrero de 2017, de Tremarctos 3.0: http://www.tremarctoscolombia.org/#

ICANH. (s.f.). *Atlas Arqueológico de Colombia*. Recuperado el 15 de Febrero de 2017

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, SGC Servicio Geológicos Colombiano. 2010. *Plancha 5 – 18 Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa*. Geoportal, SIMMA.

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, SGC Servicio Geológicos Colombiano. 2014. *Mapa Escala 1:100.000 de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa*. Geoportal, SIMMA.

IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2011. *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal – Escala 1:100.000*, Bogotá D.C., Colombia

IGAC (2004). Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Nariño

IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi, SGC Servicio Geológico Colombiano. 2009. *Zonificación Sísmica Según Valores de Aceleración (Aa) y Amenaza Sísmica Relativa*. Geoportal, SIGOT

IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2017. Geoportal, SIGOT

IGAC. 2009. *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras Departamento de Nariño*. Tomo I. Cap. II, pags. 44 – 56. Bogotá.

IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2004. *Estudios generales de suelos y zonificación de tierras, departamento de Nariño*. 2° Edición

IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2014. *Nariño características geográficas*. Imprenta Nacional de Colombia. Bogotá. D.C. p. 152

INGEOMINAS, *Cartografía Geológica de las Zonas Andina Sur y Garzón-Quetame, Colombia*. 237 pp. 2003.

INGEOMINAS, *Mapa Geológico de Colombia. Plancha 410 La Unión. Memoría Explicativa*. 1991.

INGEOMINAS, *Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia,* por José Henry Carvajal. pp. 21 – 27. 2011

Ingram, S.W. y Nadkarni, N.M. 1993. «*Composition and distribution of epiphytic organic matter in a neotropical cloud forest, Costa Rica*». Biotropica 25: 370–383

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2011) *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal* – Escala 1:100.000, Bogotá D.C., Colombia

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), *Servicio Geológicos Colombiano (SGC). (2010) Plancha 5 – 18 Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa. Geoportal,* SIMMA.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Servicio Geológicos Colombiano (SGC). (2014) *Mapa Escala 1:100.000 de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa. Geoportal*, SIMMA.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), (2011). *Protocolo para la Realización de Mapas de Zonificación de Riesgos a Incendios de La Cobertura Vegetal.* Escala 1:100.000. Bogotá D.C., Colombia.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (2011), *Documento de Avenidas Torrenciales, Estimación y Elaboración Cartográfica de Amenazas por Inundaciones, Avenidas Torrenciales y Movimientos en Masa con el Uso de Tecnologías Geoespaciales*.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. (2017) Geoportal, SIGOT

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2009) *Zonificación Sísmica Según Valores de Aceleración (Aa) y Amenaza Sísmica Relativa.* Geoportal, SIGOT

Instrumentos de Apoyo para el Análisis y La Gestión de Riesgos Naturales, Guía para el Especialista. En Línea: [Disponible En:] http://www.snet.gob.sv/Riesgo/GuiaMetodologica.pdf

IPCC., Gitay, H., Suarez, A., Watson, R & Dokken, D. (Ed). 2002. *Cambio climático y biodiversidad. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, 930p.

IUCN 2006. 2006 IUCN *Red List of Threatened Species*. www.iucnredlist.org.

IUCN 2013. The IUCN *Red List of Threatened Species*.Version 2013.2. <http://www.iucnredlist.org>. Accessed on Feb 05 2016.

J. ALFRED ZINCK. Geopedologia: *Elementos de Geomorfologia para Estudios de Suelos y de Riesgos Naturales.* Colombia 2012, pags. 68 – 73.

Kaeslin E., Redmond I., y Dudley N. 2013. *La Fauna Silvestre en un Clima Cambiante. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Roma.

Kattan, G. H. *The effects of forest fragmentation on frogs and birds in the Andes of Colombia: implications for watershed management*. 1995. Pp. 11-13 En: J. K.

Kellert, S. 2005. *The biological basis for human value of nature*. Pp.131 – 128.

Lanus (eds.). (2002*). Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Linares, O.J. 1998. *Mamíferos de Venezuela*. Editores Sociedad Conservacionista.

MADS, CORPONARINO, CRC, & CORPOAMAZONIA. 2003. *Plan De Ordenamiento Y Manejo Ambiental Del Complejo Volcánico Doña Juana, Cerro Juanoy Y Su Area De Influencia.* Bogotá.

MADS, Ministerio de Hacienda, & Fondo de Adaptación. (2014). *Protocolo para la Incorporación de la Gestión del Riesgo en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.* Bogotá D.C

Ministerio de Ambiente – Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico. (2013*) Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCAS. Anexo A: Diagnóstico.*

Ministerio de Ambiente – Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico. (2014*) Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCAS. Anexo B: Gestión del Riesgo.* Terminología sobre gestión del riesgo de desastres y fenómenos amenazantes.(2017) Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo, SNGRD

Ministerio de Ambiente – Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico. (2014). *Protocolo para la Incorporación de la Gestión del Riesgo en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.* "Formulación e Implementación de Acciones de Ordenamiento Ambiental del Territorio en las Cuencas Hidrográficas Afectadas por el Fenómeno de la Niña 2010-2011, como una Estrategia para la Reducción de las Nuevas Condiciones de Riesgo del País". Bogotá D.C., Colombia.

Ministerio de Ambiente, Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico. 2014 *Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCAS. Anexo A: Diagnóstico.*

Ministerio de Medio Ambiente, 2005. *Plan de Acción Nacional Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en Colombia* – PAN.

Mojica, J; Usma, J; Alvares, R; Lasso, C. (2012). Libro rojo de especies dulceacuícolas de Colombia.

Mora-Osejo, L. E. & Sturm, H. 1995. *Estudios Ecológicos del Páramo y del Bosque Altoandino, Cordillera Oriental de Colombia.* Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Editora Guadalupe. Bogotá. Colombia,

Munar, D., Cevallos, C., & Casas, C. 2004. *Caracterización florística y fisionómica de un área boscosa de la Reserva Santa Helena, La Cruz, Nariño, Colombia.* Universidad del Cauca, Cauca. Popayan: Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Departamento de Biología.

Myers, P. 2000. "Procyonidae" (On-line), *Animal Diversity Web*. Accessed April 27, 2013 at. http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Procyonidae.html

Narváez H. Alejandra y Ordierez A. Carina. 2005. *Diagnóstico de fauna silvestre en los municipios de Pasto, Ipiales y Tumaco del Departamento de Nariño*.

Narvaez Ramirez, Guillermo Alfredo, *elementos para la historia económica del departamento de Nariño*. En: (en línea). Pasto Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas; 2006.vol.7 N. 2. , segundo semestre 2006.p. 7-28 p.14

Nóbrega-Alves, R.R. 2009. Zooterapia: Importancia, usos e implicaciones conservacionistas. *En*: Sosta Neto, E.M., Santos Fita, D. y Vargas Clavijo, M (coord.). *Manual de Etnozoología. Una Guía teórico-práctica para investigar la interconexión del ser humano con los animales*. Tundra Ediciones, Valencia.

P. Pérez-Rodríguez , E. de Blas , B. Soto , X. Pontevedra-Pombal & J.E. López-Periago, *El conflicto de uso del suelo y la calidad de los alimentos The soil use conflict and food quality, CyTA - Journal of Food,* (2011) 9:4, 342-350, DOI: 10.1080/19476337.2011.615944 Disponible en: http://dx.doi.org/10.1080/19476337.2011.615944

Peyton, B. 1999ª. *Spectacled Bear Conservation Action Plan. Statuss Survey and conservation Antion Plan. Servheen, Herrero S, Peyton, B*. (compilers), ed., UICN/SSC Bear and Polar Bear Specialist Groups, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 157 – 168.

PNN. 2008. *Plan de Manejo Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel.*

PNN. 2015. *Sitios prioritarios para conservación- Reserva Temporal de Recursos Naturales Ámbito de Gestión Nacional - SPNN.*

Primack Richard. 1998. Essential of conservation Biology. Second Edition. Boston University. Printed in USA. 656 p.

Quintero Acosta, A. 2000. *Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia*. Biota Colombiana 1 (3): 289-319

Ramírez-Chaves, H. E., & Noguera-Urbano, E. A. 2010. *Lista preliminar de los mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento de Nariño, Colombia*.Biota Colombiana, 11(1-2), 117-140.

Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan Y B. Lopez- Lanus (eds.). (2002). *Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Ridgely, R.S., y P.J. Greenfield. (2001). *The birds of Ecuador* Vol 1. Cornell University Press, USA.

Rodriguez Bastidas. Edgar Emilio. 1992. *Fauna Precolombiana de Nariño*. Publicación de la Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales. Bogotá. P 109

Rodriguez, J.V., J. Hernandez-Camacho, T. Defler, M. Alberico, R. Mast, R. Mittermeier & A. Cadena. (1995). *Mamíferos Colombianos sus nombres comunes e indígenas.* Occasional Papers in Conservation Biology No 3. Conservation International. Washington

Rodríguez, N., Amenteras, D., Morales, M. & Romero, M. 2004. *Ecosistemas de los Andes colombianos*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Rodriguez-M., J.V., M. Alberico, F. Trujillo & J. Jorgenson (Eds.). 2006. *Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 433 pp.

Rueda-Almonacid, J.V., J.D. Lynch & A. Amezquita (Eds.). 2004. *Libro rojo de anfibios de Colombia*. *Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia.* Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384 pp.

Schouten, K. 1992. *Checklist of CITES fauna and flora*. Kees Schouten Ed. Amsterdam

STARKER, A. 2000. *Fauna Silvestre de México, aves y mamíferos de caza*. 2ª edición.

Schouten, K. 1992. *Checklist of CITES fauna and flora*. Kees Schouten Ed. Amsterdam

Servicio Geológico Colombiano – SGC, (2015). *Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa*. Bogotá D.C., Colombia.

SGC Servicio Geológico Colombiano, Universidad Nacional de Colombia. 2014. *Memoria Explicativa de Zonificación de la Susceptibilidad y La Amenaza Relativa por Movimientos en Masa, Escala 1:100.000. Plancha 411 – La Cruz*. Bogotá.

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, (2013*), Guía Comunitaria Para La Gestión del Riesgo de Desastres,* Bogotá D.C., Colombia.

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, (2017), *Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Una Estrategia de Desarrollo 2015 – 2025*, Bogotá D.C., Colombia.

Starker, A. 2000. *Fauna Silvestre de México*. 2ª. Ed. Ed. Pan México. D.F. 608 p.

The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2017-1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on June 2017.

Tobón, C., Bruijnzeel, L.A., y Frumau, A. 2009a. «*Physical and hydraulic properties of Tropical Montane Cloud Forest soils and their changes after conversion to pasture*». Proceedings of the Second International Symposium: Science for Conserving and Managing Tropical Montane Cloud Forests, Waimea, Hawaii, July 27 – August 1, 2004.

Tobón, C., Gil, G., y Villegas, C. 2008. *Aportes de la niebla al balance hídrico de los bosques altoandinos*. Ed. La Carreta, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 261 p

UNGRD *Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – Colombia (2016).* Fenómeno del Niño, Análisis Comparativo 1997 – 1998 // 2014 – 2016. Bogotá D.C

Universidad de Nariño, Facultad de ciencias Naturales y Exactas, Programa de Biología. Pag. 35.

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Escuela Ingeniería Geológica. 2012. *Zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa para el municipio de la cruz departamento de Nariño escala 1:25.000*. Seccional Sogamoso.

Veneklaas, E.J., R.J. Zagt, A. Van Leerdam, R. Van Ek, A.J. Broekhoven, M. Van Genderen. 1990. «*Hydrological properties of the epiphyte mass of a montane rain forest*». Vegetatio 89:183-192.

Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C. y Stuart, S.N. 2008. *Wildlife in a changing world*: an analllysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species. Gland, Switzerland, IUCN. 180 pp. (disponible en iucn.org/about/work/programmes/species/red_list/review/).

VILLOTA, H. *Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras.* Bogotá. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 2005.

Wong, G., Sáenz, J.C. & Carrillo E. 1999. *Mamíferos del Parque Nacional Corcovado*, Costa Rica: INBIO & SINAC, eds. 117p.

Yerena, E. 1999. Status and management of the spectacled bear in Venezuela. Status Survey and Conservation Action Plan: Bears, C. Servheen, B. Peyton, and S. Herrero, eds,. UICN, Cambridge.

Young, K.R., and B. Leon. 2000. Biodiversity conservation in Peru´s Eastern montane forests. Mountain Research and Development 20:208 – 211.

Anexos

Anexo 1. *Certificación N. 0419 del 2017 del Ministerio del Interior*

Anexo 2. *Resolución No. 716 de 15 de Junio del 2017 Comisión conjunta*

Anexo 3. *N.001, Conformación Consejo de Cuenca río Mayo*

Anexo 4. Acuerdo No. 1 Estatutos Consejo del río Mayo

Anexo 5. *Informacion hidrometeorológica*

Anexo 6. *Histogramas precipitación.*

Anexo 7. *Isoyetas mensuales*

Anexo 8. *Isotermas mensuales*

Anexo 9. *Isoevaporacion mensual*

Anexo 10. *Isohumedad relativa mensual*

Anexo 11. *Calculos de ETR*

Anexo 12. *Graficas e interpretación geoeléctrica*

Anexo 13. *Homogenización de datos*

Anexo 14. *Fichas de campo puntos de Aforo cuenca del Río Mayo*

Anexo 15. *Distribuciones de frecuencia*

Anexo 16. *Curvas de frecuencias caudales y niveles máximos*

Anexo 17. *Análisis de laboratorio de agua INGELAB*

Anexo 18. *Análisis de laboratorio de suelos IGAC*

Anexo 19. *Matriz de áreas restauradas en cuencas abastecedoras*

Anexo 20. Instituciones educativas

Anexo 21. Instituciones habilitadas prestadoras de los servicios de salud en la cuenca

Anexo 22. *Posicionamiento de red geodésica*

Anexo 23. *Apiques geologia para ingenieria UGS*

Anexos Cartográficos

Anexo Cartográfico 1. *Mapa Topografía Base*

Anexo Cartográfico 2. *Mapa División Político Administrativa*

Anexo Cartográfico 3. *Red Estaciones Metereológicas*

Anexo Cartográfico 4. *Mapa Isoyetas*

Anexo Cartográfico 5. *Mapa Isotermas*

Anexo Cartográfico 6. *Mapa Evapotranspiración Potencial*

Anexo Cartográfico 7. *Mapa Zonificación Climática*

Anexo Cartográfico 8. *Mapa Índice de Aridez*

Anexo Cartográfico 9. *Mapa Evapotranspiración Real*

Anexo Cartográfico 10. *Mapa Unidades Geológicas*

Anexo Cartográfico 11. *Mapa Zonas de protección de recarga hidrogeológica*

Anexo Cartográfico 12. *Mapa Subcuencas*

Anexo Cartográfico 13. *Mapa Unidades de Pendientes*

Anexo Cartográfico 14. *Mapa Índice de calidad de agua ICA*

Anexo Cartográfico 15. *Mapa Índice de Uso del Agua IUA*

Anexo Cartográfico 16. *Mapa Índice de alteración potencial de la calidad del agua IACAL*

Anexo Cartográfico 17. *Mapa Unidades Geomorfológicas*

Anexo Cartográfico 18. *Mapa capacidad uso de la tierra*

Anexo Cartográfico 19. *Mapa unidades agrológicas*

Anexo Cartográfico 20. *Mapa unidades de suelo*

Anexo Cartográfico 21. *Mapa cobertura y uso del suelo 2016*

Anexo Cartográfico 22. *Mapa cobertura y uso del suelo 2006*

Anexo Cartográfico 23. *Mapa Índice de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales*

Anexo Cartográfico 24. *Mapa de Vegetación Remanente*

Anexo Cartográfico 25. *Mapa Índice de fragmentación*

Anexo Cartográfico 26. *Mapa del Índice de Presión Demográfica*

Anexo Cartográfico 27. *Mapa del Índice de ambiente critico*

Anexo Cartográfico 28. *Mapa del estado actual de las coberturas naturales*

Anexo Cartográfico 29. *Mapa Zonas de vida de la cuenca hidrográfica del río Mayo*

Anexo Cartográfico 30. *Mapa de áreas protegidas de orden nacional y regional*

Anexo Cartográfico 31. *Mapa predios adquiridos por los municipios en el área de la cuenca del Rio Mayo para protección*

Anexo Cartográfico 32. *Mapa de ecosistemas estratégicos cuenca rio Mayo*
Anexo Cartográfico 33. *Mapa Población total por municipios pertenecientes a la cuenca*
Anexo Cartográfico 34. *Mapa Población femenina por sección censal de la cuenca*
Anexo Cartográfico 35. *Mapa Población masculina por sección censal de la cuenca*
Anexo Cartográfico 36. *Mapa Turismo ecológico y religioso*
Anexo Cartográfico 37. *Mapa División predial en la cuenca*
Anexo Cartográfico 38. *Mapa Relación predial por área en la cuenca*
Anexo Cartográfico 39. *Mapa Zonas Relativamente Homogéneas*
Anexo Cartográfico 40. *Mapa unidad agrícola familiar mínima*
Anexo Cartográfico 41. *Mapa unidad agrícola familiar máxima*
Anexo Cartográfico 42. *Mapa Infraestructura asociada al desarrollo y macroproyectos*
Anexo Cartográfico 43. *Unidades Regionales de Funcionamiento*
Anexo Cartográfico 44. *Mapa Registro de eventos históricos*
Anexo Cartográfico 45. *Mapa proceso morfodinámico*
Anexo Cartográfico 46. *Mapa susceptibilidad a inundaciones*
Anexo Cartográfico 47. *Mapa zonas de amenaza por inundación*
Anexo Cartográfico 48. *Mapa Amenaza Sísmica*
Anexo Cartográfico 49. *Mapa susceptibilidad a Movimientos en Masa*
Anexo Cartográfico 50. *Mapa Escenario 8. Amenaza Final a Movimientos en Masa*
Anexo Cartográfico 51. *Mapa Categorización Susceptibilidad a Eventos Torrenciales*
Anexo Cartográfico 52. *Mapa Amenaza por Avenidas Torrenciales en Áreas Priorizadas*
Anexo Cartográfico 53. *Mapa Suseptivilidad incendios forestales*
Anexo Cartográfico 54. *Mapa Amenaza a incendios forestales*
Anexo Cartográfico 55. *Mapa de conflicto por uso del suelo*
Anexo Cartográfico 56. *Mapa de conflicto por perdida de cobertura*