PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO QUEBRADA HONDA

SUBDIRECCIÓN DE CONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL



2012

Autor: ING. GERMAN ANDRES CARDENAS GARZÓN

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO

SUBDIRECCIÓN DE CONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL

"PROGRAMA MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO

EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO"

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO DE LA QUEBRADA HONDA JURISDICCIÓN MUNICIPIO DE LOS ANDES SOTOMAYOR

CUERPO DIRECTIVO

YOLANDA BENAVIDES ROSADA
Directora General

GLADYS GUERRERO FAJARDO
Subdirectora Administrativa y Financiera

EDUARDO DE LOS RIOS ORDOÑEZ
Subdirector de Conocimiento y Evaluación Ambiental

JUAN CARLOS ARTEAGA LAGOS
Subdirector de Intervención para la Sostenibilidad Ambiental

TERESA ENRIQUEZ ROSERO
Jefe Oficina Jurídica

HUMBERTO ENRIQUE MARTINEZ LOPEZ
Jefe Oficina de Control Interno

GLORIA AMPARO GARCÍA BURBANO
Jefe Oficina de Planeación y Direccionamiento Estratégico

MARIA FERNANDA FOLLECO V.
Profesional Universitario SUBCEA

EQUIPO TÉCNICO:

GERMAN ANDRES CÁRDENAS GARZÓN
Formulación PORH Quebrada Honda
Ingeniero Ambiental

MAURICIO BASTIDAS B.
Coordinador PORH Quebrada Honda

BELSI YANIRA LÓPEZ GUERRERO
Cartografía y Sistemas de Información Geográfica
Geógrafa

EQUIPO DE APOYO

EQUIPO PROFESIONAL DE CONTRATISTAS AÑO 2012 ORDENAMIENTO RECURSO HÍDRICO Y CENTRO AMBIENTAL MINERO CORPONARIÑO

GIOVANNI MUÑOZ
Interventor
Coordinador Centro Ambiental Minero Los Andes Sotomayor

RODRIGO YELA
Apoyo de Campo Aforo de Caudales
Técnico Operativo – CORPONARIÑO

LABORATORIO ESPECIALIZADO
Análisis de Muestras y Reporte de Resultados
Universidad de Nariño – UDENAR

CONTENIDO

pág.

GLOSARIO 20

INTRODUCCION 25

1 ALCANCE 27
2 MARCO LEGAL 28
2.1 MARCO LEGAL SECTOR MINERO 33

3. MARCO CONCEPTUAL 34

4. APRESTAMIENTO 36

4.1 PRIORIZACIÓN DE LA FUENTE HÍDRICA SUPERFICIAL 36
4.2 DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO 36
4.3 APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL 37
4.4 CREACIÓN DEL COMITÉ TÉCNICO 37
5. DIAGNÓSTICO GENERAL 40

5.1 DIAGNÓSTICO GENERAL DEL MUNICIPIO 41

5.1.1 Descripción general del municipio 41

5.1.2 Topografía 44

5.1.3 Climatología 44

5.1.4 Relieve 49

5.2 GEOLOGÍA 49

5.2.1 Procesos Geoformofológicos 51
5.2.2 Geología estructural 52
5.2.3 Geología económica 52
5.3 SUELOS 53
5.3.1 Forma del suelo 55

5.3.2 Descripción de un Perfil Típico – Perfil - 418 57
5.4 ZONA AGRÍCOLA 57

5.4.1 Conflictos de Uso del Suelo 62

5.4.2 Cobertura y Uso Actual de la Tierra 62

5.4.3 Unidades de Cobertura Vegetal 63

5.4.4 Zonas de Vida 66

5.4.5 Flora y Fauna 67

5.4.6 Recurso Pesca 69

5.4.7 Acuicultura 70

5.4.8 Especies Maderables 70

5.5 ACUEDUCTO LA PLANADA 71
5.6 ACUEDUCTO DE PANGÚS 72

5.7 ACUEDUCTO SAN VICENTE 72

5.8 DIAGNOSTICO SECTOR MINERO 73

5.9 PREPARACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES 79
5.9.1 El proceso de beneficio y metalurgia 79

5.9.2 Etapa de conminución 79

5.9.3 Proceso de neutralización del material cianurado 82

5.10 REACTIVOS QUIMICOS UTILIZADOS PARA EL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ORO 82

5.10.1 Cianuro de sodio 82

5.10.2 Cal 83

5.10.3 Acetato de plomo 83

5.10.4 Zinc 83

5.10.5 Bórax 83

5.10.6 Ácido nítrico 83

5.11 MINA LA RISARALDA GOLONDRINA 84
5.12 MINA LA REDENCION 86

5.13 MINA LA ESMERALDA 87

5.14 MINA LA VICTORIA 88

5.15 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ACTUAL 88

5.16 MINA LA GUALCONDA 90
5.17 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ACTUAL 91

5.18 MINA LA NUEVA ESPARTA 92
5.19 ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO 100
6. OFERTA Y DEMANDA QUEBRADA HONDA 109
6.1 OFERTA HIDRICA 109
6.1.1 Información hidrológica y meteorológica. 109
6.1.2 Selección de Estaciones 111
6.1.3 Datos Faltantes 111
6.2 ESTIMACION DE PRECIPITACIÓN 114
6.2.1 Trazado de isoyetas 114
6.2.2 Análisis exploratorio de los datos de precipitación. 115
6.3 ESTIMACIÓN DE LA TEMPERATURA 119
6.4 ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN 122
6.4.1 Evapotranspiración Real (ETR) 122
6.5 EVAPOTRANSPITACION POTENCIAL (ETP) 123
6.6 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA 129
6.7 DEMANDA DE USO PECUARIO 132
6.8 DEMANDA DE USO AGRICOLA 134
6.9 DEMANDA DE USO INDUSTRIAL 136
6.10 DEMANDA DE USO DE SERVICIOS 138
6.11 DEMANDA DE USO TOTAL 140
7. DIAGNÓSTICO SOCIAL 141
7.1 ASPECTOS GENERALES 141
7.1.1 Población 141
7.1.2 Desarrollo Urbano 141
7.1.3 Economía 141
7.1.4 La agricultura 141
7.1.5 Diagnóstico Social Participativo 142
7.1.6 Importancia 143
7.1.7 Problemática 143
7.1.8 Causas de contaminación 143

7.1.9 Consecuencias 143

7.1.10 Soluciones 143

7.2 CENSO DE USUSARIOS 144

7.3 INVENTARIO DE VERTIMIENTOS PARTE ALTA DE LA QUEBRADA HONDA 144

7.4 PERFILES DE MODELACIÓN O TOPOLOGIA 159

7.5 DETERMINACIÓN LÍNEA BASE CARGAS CONTAMINANTES 161

7.5.1 Metodología 161

7.6 EVALUACIÓN DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL 170

7.6.1 Muestreo sobre el cauce principal 170

7.6.2 Perfiles de calidad 172

7.7 ESTUDIO DEL COMPORTAMIETO DEL CAUDAL EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA HONDA 206

7.7.1 CALCULO AREAS TRANSVERSALES 210

7.8 MODELO DE SIMULACIÓN DE CALIDAD DEL QUEBRADA HONDA (QUAL2Kw) 210

7.8.1 Insumos 210

7.9 CARACTERIZACION FISICA DE LA CUENCA 210

7.9.1 Ubicación, área y Usos del Suelo de la Subcuenca aferente al tramo a modelar: 210

7.9.2 Morfología del Cauce Principal de la quebrada Honda 211

7.9.3 Características generales del modelo: 219

7.9.4 Salidas del modelo 219

7.9.5 Relaciones hidráulicas en los elementos computacionales 229

7.9.6 Calidad de agua de Afluentes 230

7.9.7 Calidad de agua de puntos sobre río (Datos de Calibración) 230

7.9.8 Constantes de Reacción 231

7.9.9 Resultados de Calibración 231

7.10 USOS ACTUALES DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA HONDA 238

7.10.1 Usos actuales 238

7.10.2 Riesgos asociados a la disponibilidad del recurso hídrico 249

7.11 ANALISIS SOCIAL 249
7.12 CRITERIOS DE CALIDAD PARA LOS USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HIDRICO 252
7.12.1 Criterios de Calidad establecidos para los Usos Asignados: 252
7.12.2 Definición de tramos de calidad sobre el cauce principal 256
7.13 GENERACIÓN DE ESCENARIOS DE CALIDAD SOBRE LA CORRIENTE PRINCIPAL 258
7.13.1 Escenario Tendencial de Calidad 258
7.13.2 Escenarios- 5 Años – PML (Remociones 50 %) 259
7.13.3 Escenarios- 10 Años – PTAR (Remociones 80 %) 262
7.14 PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD 267
7.15 NECESIDADES DE IMPLEMENTACION U OPTIMIZACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRATAMIENTO 273
7.16 Propuesta de reglamentación de vertimientos 280
7.17 VINCULACIÓN DE INSTRUMENTOS DE CONTROL Y PLANIFICACIÓN 282
7.18 METAS DE DESCONTAMINACIÓN 287
7.19 TASA RETRIBUTIVA 290
7.19.1 Escenario con Cobro de Tarifa Mínima 290
7.19.2 Escenario de Cobro Sin Cumplimiento de las Metas de Descontaminación 290
7.19.3 Escenario de Cobro Con Cumplimiento de las Metas de Descontaminación 291
7.19.4. PROGRAMAS Y PROYECTOS 300
7.19.5 MATRIZ DE PROGRAMAS Y PROYECTOS: 301
7.19.6 Matriz de fuentes de financiación 308
8. CONCLUSIONES 309
9. RECOMENDACIONES 311
BIBLIOGRAFIA 312

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Fases y Procesos 35
Figura 2. Cronograma De Actividades Para La Formulación Del PORH 38
Figura 3. Localización General 40
Figura 4. Valores Mensuales De Evaporación 46
Figura 5. Valores Mensuales De Humedad Relativa 47
Figura 6. Valores Mensuales De Precipitación 48
Figura 7. Valores Mensuales De Recorrido Del Viento 48
Figura 8. Esquema de la formación de suelos, de acuerdo a sus factores bióticos y abióticos. 53
Figura 9. Suelos clase VI vereda San Vicente 58
Figura 10. Suelos clase VII vereda Campo Bello 59
Figura 11. Suelos clase VIII vereda San Francisco 60
Figura 12. DIagrama de flujo plantas de beneficio mineral 77
Figura 13. Sistema de recirculación para el proceso de cianuración 78
Figura 14. Mina La Golondrina 85
Figura 15. Mina la redenciòn 86
Figura 16. Mina la Esmeralda 87
Figura 17. Tanques Desarenadores. Mina La Victoria 89
Figura 18. Piscina de Sedimentación. Mina La Victoria 89
Figura 19. Tanque Desarenador y Piscina de Sedimentación. Mina La Gualconda 91
Figura 20. Sistema de cianuración por agitación planta de beneficio la Nueva Esparta 93
Figura 21. Morfología quebrada Honda zona alta I. 101
Figura 22. Morfología quebrada Honda zona media II. 102
Figura 23. Morfología quebrada Honda zona baja 103
Figura 24. Localización quebrada honda 104
Figura 25. mapa de estaciones 110
Figura 26. Distribución temporal de la lluvia, Micorcuenca Quebrada Honda 114
Figura 27. Precipitación Vrs. Altitud 115
Figura 28. Histograma- Distribución de la precipitación en la Microcuenca Quebrada Honda 116

Figura 29. Curva Normal QQplot - Distribución de la precipitación en la Microcuenca Quebrada Honda 116

Figura 30. Modelo raster de precipitación Subcuenca Honda 118

Figura 31. Temperatura Vrs. Altitud 120

Figura 32. Modelo raster de Temperatura Subcuenca Honda 121

Figura 33. Modelo utilizado para el cálculo de Evapotranspiración Real 122

Figura 34. Modelo determinación Índice Térmico (IT) 124

Figura 35. Modelo determinación Coeficiente (a) 125
Figura 36. Modelo determinación Coeficiente (c) 125
Figura 37. Modelo determinación ETP sin corregir (ETP') 125
Figura 38. Modelo determinación corrección Evapotranspiración 126
Figura 39. Modelo raster de Evapotranspiración Potencial 127
Figura 40. OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL 128
Figura 41. Modelo raster de Escurrimiento Superficial Total Subcuenca Honda 128

Figura 42. Mapa de Localización de Concesiones de Agua En la Microcuenca Quebrada Honda 131
Figura 43. Áreas cultivadas en la Microcuenca Quebrada Honda 136
Figura 44. Ubicación de Establecimientos Educativos 139

Figura 45. Topología Detallada Quebrada Honda Segmento I 160

FIGURA 46. Fotografías muestreos. 166
Figura 47. INDICE DE CALIDAD DEL AGUA 202

Figura 48. Nacimiento Quebrada Honda 211

Figura 49: Configuración de Corrientes Hídricas Superficiales 221
Figura 50. Esquema de Balance de Flujo 221
Figura 51. Esquema de Variables de la ecuación de Manning 222
Figura 52. Esquema de Balance de Masa 223

Figura 53. Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos 224
Figura 54. Ejemplo Hoja De Cálculo Condiciones Fisicoquímicas y Microbiológicas Iniciales 225
Figura 55. Ejemplo Hoja De Cálculo De Posición y Elevación De Elementos Computacionales 226
Figura 56. Ejemplo Hoja De Cálculo De Parámetros Hidráulicos De La Corriente 226
Figura 57. Ejemplo Hoja De Cálculo De Constantes Cinéticas 227
Figura 58. Ejemplo Hoja De Cálculo Descargas Puntuales 228
Figura 59. Ejemplo Hoja De Cálculo Descargas Difusas 228

Figura 60. Resultado de Calibración de Caudal quebrada Honda- modelo Qual2kw 232

Figura 61. Resultado de Calibración de pH quebrada Honda- modelo Qual2kw. 232

Figura 62. Resultado de Calibración de Temperatura quebrada Honda- modelo Qual2kw. 233

Figura 63. Resultado de Calibración de Conductividad quebrada Honda- modelo Qual2kw. 233

Figura 64. Resultado de Calibración de SST quebrada Honda- modelo Qual2kw. 234

Figura 65. Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto quebrada Honda- modelo Qual2kw. 234

Figura 66. Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación quebrada Honda- modelo Qual2kw. 235

Figura 67. Resultado de Calibración de la materia orgánica de lenta degradación quebrada Honda- modelo Qual2kw. 235

Figura 68. Resultado de Calibración de Nitrógeno Orgánico quebrada Honda- modelo Qual2kw. 236

Figura 69. Resultado de Calibración de Nitrógeno Amoniacal quebrada Honda- modelo Qual2kw. 236

Figura 70. Resultado de Calibración de Nitratos quebrada Honda- modelo Qual2kw. 237

Figura 71. Resultado de Calibración de Hierro quebrada Honda- modelo Qual2kw 237

Figura 72. Resultado de Calibración de Coliformes Totales quebrada Honda- modelo Qual2kw. 238

FIGURA 73. Usos Actuales Zona Alta Cauce Principal Quebrada Honda 239

FIGURA 74. Usos Actuales Zona Alta Cauce Principal Quebrada Honda 240

FIGURA 75. Usos Actuales Zona Alta Cauce Principal Quebrada Honda 241

FIGURA 76. Usos Actuales Zona Media Cauce Principal Quebrada Honda 242

FIGURA 77. Usos Actuales Zona baja Cauce Principal Quebrada Honda 243

Figura 78. Oxígeno Disuelto quebrada Honda- modelo Qual2kw- 5 Años 261

Figura 79. Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación quebrada Honda- modelo Qual2kw- 5 Años 261

Figura 80. SST quebrada Honda- modelo Qual2kw-5 Años 262

Figura 81. Oxígeno Disuelto quebrada Honda- modelo Qual2kw- 10 Años 263

Figura 82. Materia orgánica de rápida degradación quebrada Honda- modelo Qual2kw- 10 Años 263

Figura 83. SST quebrada Honda- modelo Qual2kw- 10 Años 264

Figura 84. Escenarios 5 y 10 Años O.D quebrada Honda- modelo Qual2Kw 264

Figura 85. Escenarios 5 y 10 Años DBO5 quebrada Honda- modelo Qual2Kw 265

Figura 86. Escenarios 5 y 10 Años SST quebrada Honda- modelo Qual2Kw 265

LISTA DE CUADROS

pág.

Cuadro 1. Normatividad Plan De Ordenamiento Del Recurso Hídrico 29
Cuadro 2. División Política Administrativa Del Municipio De Los Andes 42
Cuadro 3. Microcuencas Y Fuente Abastecedoras 43
Cuadro 4. Especies Maderables en el Municipio 64

Cuadro 5. Identificacion sector minero quebrada honda 83

Cuadro 6. Red de Estaciones del IDEAM, Localizadas en el área de influencia de la Microcuenca Honda 109

Cuadro 7. Estaciones identificadas para relleno de estadísticas de Precipitación 111

Cuadro 8. Ausencia de Valores mensuales de Precipitación periodo 1990 a 2010, Estaciones IDEAM Complementados con procesos estadísticos 112

Cuadro 9. Ausencia de Valores mensuales de Precipitación periodo 1990 a 2010, estaciones IDEAM Complementados con información Secundaria 112

Cuadro 10. Estaciones identificadas para relleno de estadísticas de Temperatura 113

Cuadro 11. Ausencia de Valores mensuales de Temperatura periodo 1990 a 2010, Estaciones IDEAM Complementados con procesos estadísticos 113

Cuadro 12. Procedimiento-generación de Isoyetas 117

Cuadro 13. Valores de precipitación Subcuenca Honda 119

Cuadro 14. Estaciones con reportes de temperatura media anual del periodo Comprendido entre 1990 y 2010 119

Cuadro 15. Usuarios del recurso Hídrico Sobre el Cauce Principal de en la microcuenca quebrada Honda 130
Cuadro 16. Usuarios del recurso Hídrico sobre Afluentes de la microcuenca quebrada Honda. 130

Cuadro 17. Factores de Consumo por Tipo de Animal 132
Cuadro 18. Inventario de Animales en la Microcuenca Quebrada la Honda 133
Cuadro 19. Consumo Percapita por Especie de Animal Microcuenca Quebrada Honda 133

Cuadro 20. Demanda de Agua por Uso Pecuario Microcuenca Quebrada Honda 134

Cuadro 21. Coeficiente de consumo de agua por tipo de cultivo (Kc) Microcuenca Quebrada Honda 135
Cuadro 22. Estimación demanda de agua para uso industrial Microcuenca Honda 137
Cuadro 23. Establecimientos Educativos Ubicados En la Microcuenca Quebrada Honda 138
Cuadro 24. Calculo de la Demanda de Uso por Servicios. 138
Cuadro 25. Confluencia de quebrada peña con el cauce principal 145
Cuadro 26. Confluencia de quebrada Ospino con el cauce principal 146
Cuadro 27. Confluencia de quebrada Boqueron con el cauce principal 147
Cuadro 28. Planta de beneficio mineral artesanal la redención 148
Cuadro 29. Confluencia de afluente natural con el cauce principal 149
Cuadro 30. Infraestructura zona I 150
Cuadro 31. Mina la Gualconda 152
Cuadro 32. Mina La Victoria 153
Cuadro 33. Mina la nueva esparta 155
Cuadro 34. Confluencia quebrada nacedera con el cauce principal 157
Cuadro 35. Información concesiones Quebrada Honda 158
Cuadro 36. Puntos De Muestreo Sobre Cauce Principal QUEBRADA. HONDA 164
Cuadro 37. Procedimiento para muestreo y aforo. 169
Cuadro 38. Primera Jornada De Muestreo 170
Cuadro 39. Segunda Jornada De Muestreo 171
Cuadro 40. Clasificación del “ICA” 196
Cuadro 41. Pesos Relativos por Cada Parámetro “ICA” 197
Cuadro 42. Cargas De Entradas Parte alta Monitoreadas En kg/día y ton/año 204
Cuadro 43. Cargas De Entradas Parte media y baja Monitoreadas En kg/día y ton/año 205

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Retención en concentrados 92

Tabla 2. Procedimiento Para Aforo De Caudales 163
Tabla 3. Datos históricos de mercurio en agua presente en la quebrada honda 191
Tabla 4. Datos actuales de mercurio en agua presente en la quebrada honda 192

Tabla 5. Datos históricos de mercurio en sedimentos presente en la quebrada honda 193

Tabla 6. Datos actuales de mercurio en sedimentos presente en la quebrada honda 194

Tabla 7. Materiales Para La Prueba De Trazadores 213
Tabla 8. Información Prueba de Trazadores punto 1 (Antes Bocatoma) 215

Tabla 9. Información Prueba de Trazadores punto 2 (Después Mina Victoria) 216

Tabla 10. Valores Medios De Caudales (M^3/SEG) 218

Tabla 11. Coeficientes Hidráulicos Quebrada Honda 229

Tabla 12. Calidad de agua afluentes Quebrada Honda 230

Tabla 13. Calidad de agua en diferentes puntos de la quebrada Honda 230

Tabla 14. Riesgos Asociados a la Disponibilidad del Recurso Hídrico Sobre El Cauce Principal de la Quebrada Honda 245

Tabla 15. Riesgos Asociados a la Disponibilidad del Recurso Hídrico Sobre El Cauce Principal de la Quebrada Honda 246

Tabla 16. Riesgos Asociados a la Disponibilidad del Recurso Hídrico Sobre El Cauce Principal de la Quebrada Honda 247

Tabla 17. Usos Actuales y Potenciales Del Cauce Principal De La Quebrada Honda 252
Tabla 18. Criterios De Calidad Adaptados y Complementados Con Base En El Decreto 1594 de 1984 y Normas Internacionales Para Los Usos Planteados. 254
Tabla 19. Georeferenciación Tramos De Calidad I y II 257
Tabla 20. Objetivos De Calidad Propuestos Para El Cauce Principal De La Quebrada Honda 269
Tabla 21. Cargas Contaminantes Sector Minero (Kilogramo/día y 274

Tonelada/año)
Tabla 22. Cargas Contaminantes Sector Minero a Verter sobre el Cauce Principal de la Quebrada Honda - Escenario Factible 2017 (Kilogramo/día y Tonelada/año) 275
Tabla 23. Cargas Contaminantes a Verter Sector Minero sobre el Cauce Principal de la Quebrada Honda - Escenario Factible 2022 (Kilogramo/día y Tonelada/año) 276
Tabla 24. Cargas Contaminantes sobre el Cauce Principal de la Quebrada Honda - (Kilogramo/día y Tonelada/año) 277
Tabla 25. Reglamentación de Vertimientos para Usuarios del sector minero Cauce Principal de la Quebrada Honda 281
Tabla 26. Reglamentación de Vertimientos para Usuarios del sector minero Cauce Principal de la Quebrada Honda 281
Tabla 27.Condiciones Actuales De Usuarios Que Generan Vertimientos Y Descargan A La Corriente Hídrica En Ordenamiento 285
Tabla 28: Reducción de Cargas de DBO y SST a Usuarios que Descargan al Cauce Principal de la Quebrada Honda 289
Tabla 29. Tasa Retributiva – Escenario con Cobro de Tarifa Mínima 2013 a 2017 293
Tabla 30. Tasa Retributiva – Escenario con Cobro de Tarifa Mínima 2018 a 2022 294
Tabla 31. Tasa Retributiva – Escenario de Cobro Sin Cumplimiento de Metas 2013 a 2017 295
Tabla 32. Tasa Retributiva – Escenario de Cobro Sin Cumplimiento de Metas 2018 a 2022 296
Tabla 33. Tasa Retributiva – Escenario de Cobro Con Cumplimiento de Metas 2013 a 2017 297
Tabla 34. Tasa Retributiva – Escenario de Cobro Con Cumplimiento de Metas 2018 a 2022 298
Tabla 35. Comparativo Escenarios de Cobro de la Tasa Retributiva – Valores Totales 299
Tabla 36. Matriz de Programas y Proyectos - PORH Quebrada Honda 302

LISTA DE GRAFICAS

Pág.

Grafica 1. pH Cauce Principal Quebrada Honda 173

Grafica 2. Turbiedad Cauce Principal Quebrada Honda 174

Grafica 3. Conductividad Cauce Principal Quebrada Honda 175

Grafica 4. Sólidos Totales Cauce Principal Quebrada Honda 176

Grafica 5. Sólidos disueltos Cauce Principal Quebrada Honda 176

Grafica 6. Sólidos Suspendidos Cauce Principal Quebrada Honda 177

Grafica 7. Sólidos Suspendidos Volatiles Cauce Principal Quebrada Honda 177

Grafica 8. Acidez Cauce Principal Quebrada Honda 178

Grafica 9. Alcalinidad Total Cauce Principal Quebrada Honda 179

Grafica 10. Fosfatos Cauce Principal Quebrada Honda 179

Grafica 11. Nitritos Cauce Principal Quebrada Honda 180

Grafica 12. Fosforo Total Cauce Principal Quebrada Honda 181

Grafica 13. Nitratos Cauce Principal Quebrada Honda 182

Grafica 14. Nitrógeno Total Cauce Principal Quebrada Honda 183

Grafica 15. Oxígeno Disuelto Cauce Principal Quebrada Honda 184

Grafica 16. Demanda Bioquímica de Oxigeno Cauce Principal Quebrada Honda 185

Grafica 17. Demanda Química de Oxigeno Cauce Principal Quebrada Honda 186

Grafica 18. Coliformes Totales Cauce Principal Quebrada Honda 187

Grafica 19. Echerichia Coli Cauce Principal Quebrada Honda 188

Grafica 20. Cobalto Cauce Principal Quebrada Honda 189

Grafica 21. Zinc Cauce Principal Quebrada Honda 190

Grafica 22. Plomo Cauce Principal Quebrada Honda 190

Grafica 23. Hierro Cauce Principal Quebrada Honda 191

GRAFICA 24. DATOS HISTORICOS DE MERCURIO EN AGUA PRESENTE EN LA QUEBRADA HONDA 192

GRAFICA 25. DATOS ACTUALES DE MERCURIO EN AGUA PRESENTE EN LA QUEBRADA HONDA 193

GRAFICA 26. DATOS HISTORICOS DE MERCURIO EN SEDIMENTOS PRESENTE EN LA QUEBRADA HONDA 194

GRAFICA 27. DATOS ACTUALES DE MERCURIO EN AGUA PRESENTE EN LA QUEBRADA HONDA 195

Grafica 28. Comportamiento Carga De Sal 215

Grafica 29. Comportamiento Carga De Sal 216

Grafica 30. Corte Transversal Cauce Principal 217

.

GLOSARIO

AFLUENTE. Agua o cualquier otro líquido, en su estado natural o tratada parcial o totalmente, que ingrese a un reservorio o algún proceso de tratamiento. Curso de agua que desemboca en otro curso más importante.

AFORO VOLUMÉTRICO. Consiste en recoger en un tiempo específico una cantidad de material que se está aforando o recoger un volumen específico midiendo el tiempo utilizado en la recolección de este.

AGUA CONTAMINADA. La presencia en el agua de suficiente material perjudicial o desagradable para causar un daño en la calidad del agua.

AGUA POTABLE. Agua con calidad suficiente, que el ser humano puede ingerir sin riesgos para su salud.

AGUA RESIDUAL. Agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser utilizada por una comunidad o industria. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.

AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA. Provenientes de cocinas, baños, lavamanos, lavaderos y otros. Contiene materiales minerales, materia fecal, papel, restos de alimentos jabón y otros. En las industrias estas aguas provienen especialmente de unidades sanitarias.

AGUA SUPERFICIAL. Toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales.

ALCALINIDAD. Capacidad buffer para establecer el pH.

ALCANTARILLADO COMBINADO. Un sistema de alcantarilla que transporta tanto aguas residuales como agua de lluvia de escorrentía.

AMALGAMACÍON. Proceso en el cual, el oro es atrapado por el mercurio para formar una sustancia viscosa y de color blanco brillante llamada amalgama.

ANÁLISIS. Examen de agua residual o lodos efectuado por un laboratorio.

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO. Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas y químicas.

ASIMILACIÓN. La capacidad del agua de purificarse de agentes contaminadores.

AUTODEPURACIÓN. Capacidad de las fuentes de agua para recuperarse o limpiarse naturalmente.

BIODEGRADACIÓN. Transformación de la materia orgánica en compuestos menos complejos, por acción de microorganismos.

CALIDAD DEL AGUA. Propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas (color, olor, sabor) del agua.

CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN. La capacidad del agua natural de recibir aguas residuales o materiales tóxicos sin que tengan efectos negativos y sin daño para la vida acuática o para los seres humanos que consumen esa agua.

CARACTERIZACIÓN. Toma de muestras de agua de interés sanitario para su posterior análisis fisicoquímico en laboratorio.

CARGA CONTAMINANTE. Producto de la concentración media de un contaminante por el caudal medio determinado en el mismo sitio. Se expresa en kilogramos por día (kg/día).

CAUDAL. Cantidad de flujo que atraviesa una sección determinada de un curso de agua en una unidad de tiempo. (Volumen / tiempo).

INTERCEPTOR. Conductos que transportan aguas residuales a gran escala.

CONCENTRACIÓN. Cantidad o concentración en que se encuentra una sustancia específica en una muestra. La cantidad de material disuelto o suspendido en una unidad de solución, expresado en mg/L.

CONTAMINACIÓN. Presencia en el ambiente de sustancias que deterioran su calidad, como microorganismos, productos químicos, residuos o derramamientos.

CONTAMINANTE. Un compuesto que a concentración suficientemente alta causa daños en la vida de los organismos.

CUENCA. Toda la superficie que encausa agua y sedimentos que convergen hacia un mismo río. Sistema geológico por donde fluye el agua, que incluye aguas superficiales (ríos, lagos, etc.) y subterráneas (acuíferos).

CURSO DE AGUA. Sistema de aguas superficiales y subterráneas que, en virtud de su relación física, constituyen un conjunto unitario y normalmente fluyen a una desembocadura común.

DBO_5. Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonacea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente 5 días a 20°C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable. La cantidad de oxígeno disuelto consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación biológica de la materia orgánica.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO. La cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos Unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO). Medida de cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica de aguas residuales, usando como oxidante sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio. Es usado para medir la cantidad total de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales. En contraposición al DBO, con el DQO prácticamente todos los compuestos son oxidados.

DEPURACIÓN. Nombre que reciben los distintos procesos implicados en la extracción, tratamiento y control sanitario de los productos de desecho arrastrados por el agua y procedentes de viviendas e industrias.

DESCARGA. Indica una situación en la que las sustancias (sólido, líquido o gaseoso) ingresan al medio ambiente.

DISPOSICION FINAL. Disposición del efluente de una planta de tratamiento.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN. Medida de la efectividad de un proceso en la remoción de una sustancia especifica.

EFLUENTE. Agua o cualquier otro líquido, en su estado natural o tratado total o parcialmente, que sale de un tanque de almacenamiento, depósito o planta de tratamiento. La salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de agua. Este es el agua producto dada por el sistema.

EMPRESA. Toda unidad económica productora y comercializadora de bienes y servicios confines lucrativos, cualquiera que sea la persona, individual o jurídica, titular del respectivo capital.

ESCASEZ HÍDRICA. Situación de déficit crónico de recursos hídricos producida por causas meteorológicas.

INDICADOR. Cualquier entidad biológica o proceso, o comunidad cuyas características muestren la presencia de las condiciones ambientales específicas o contaminación.

INDUSTRIA. Transformación que sufren las materias primas con la participación de los factores de a producción, a diferencia de lo que ocurre con los productos obtenidos del sector agropecuario. Por extensión, el conjunto de las actividades en un territorio o país.

INSUMOS. Bienes y servicios usados en la producción de otros bienes.

MATERIA ORGÁNICA. Toda materia que tiene carga orgánica en su estructura molecular. Sustancias de material de plantas y animales muertos, con estructura de carbono e hidrógeno.

MERCURIO. Es un metal blanco plateado, pesado. Es el único metal común en estado líquido a temperatura ambiente.

MINERIA. La minería es una actividad económica del sector primario representada por la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos

MUESTRA PUNTUAL. Muestra tomada al azar en una hora determinada, su uso es obligatorio para el análisis de un parámetro que normalmente no puede preservarse.

ORDENACIÓN DE CORRIENTES. Destinación de las aguas en forma genérica bajo parámetros de calidad para los diferentes usos, atendiendo lo establecido en los decretos 2811 de 1974 y 1541 de 1978 (reglamentación de corrientes).

ORDENACIÓN DE CUENCAS. Proceso de planificación, permanente, sistemático, previsivo e integral adelantado por el conjunto de actores que interactúan en y con el territorio de una cuenca, conducente al uso y manejo de los recursos naturales de una cuenca, de manera se mantenga o restablezca un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura y la función físico biótica de la cuenca.

OXÍGENO DISUELTO. Concentración de oxígeno solubilizado en un líquido. La cantidad de oxígeno disuelto en agua para un cierto tiempo, expresado en ppm o mg/L.

PARÁMETRO. Una variable, propiedad medible cuyo valor está determinado por las características del sistema en el caso del agua por ejemplo, estas pueden ser la temperatura, la presión, la densidad, etc.

POTENCIAL DE HIDRÓGENO pH. Concentración de iónes de hidrógeno, indica la intensidad del carácter ácido, neutro o alcalino de las soluciones. El valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presente. Es medido en una escala desde 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica.

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. Aplicación continúa de una estrategia ambiental preventiva integrada en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente.

RECURSOS HÍDRICOS. Agua dulce líquida disponible o potencialmente disponible para satisfacer una determinada demanda.

REGLAMENTACIÓN DE CORRIENTES. Procedimiento que se realiza para obtener una mejor distribución de las aguas de una corriente o derivación, teniendo en cuenta el reparto actual y las necesidades de los predios.

REMOCIÓN. Medida de la eficiencia de un proceso en el tratamiento de una sustancia específica.

RESIDUO. Los residuos secos restantes después de la evaporación de una muestra de agua o de lodo.

SANEAMIENTO. Proceso de gestión y tratamiento de las aguas residuales que garantiza la higiene pública: alcantarillado, tratamiento de aguas, etc.

SECTOR INDUSTRIAL. Sector dedicado a la transformación de materias primas.

SEDIMENTACIÓN. Separación por la acción de la gravedad, de partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua. Asentamiento de partículas sólidas en un sistema líquido debido a la gravedad.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO. Tuberías que colectan y transportan aguas residuales desde fuentes individuales hasta una alcantarilla mayor que la transportará a continuación hacia una planta de tratamiento.

SÓLIDOS SEDIMENTABLES. Materia sólida que sedimenta en un periodo de una hora.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS. Pequeñas partículas de sólidos dispersos en el agua, no disueltas.

TASA RETRIBUTIVA. Son los precios que cobra el estado, a través de la autoridad ambiental regional en su jurisdicción, por el servicio prestado de utilizar las corrientes de agua como receptoras y depósito de vertimientos. Es un instrumento ambiental y económico, creado por el Ministerio del Medio Ambiente, adaptable a las circunstancias regionales con resultados positivos en la calidad del agua.

TEMPERATURA. Variable de estado directamente proporcional a la energía cinética media de las partículas de un cuerpo de agua.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Procesos físicos, químicos y/o biológicos que ayudan a descontaminar el agua, hacerla más aceptable, es decir, mejorar sus características físicas, químicas y/o microbiológicas.

TRATAMIENTO PRIMARIO. Remoción de una considerable cantidad de materia en suspensión sin incluir la materia coloidal y disuelta.

TRATAMIENTO SECUNDARIO. Nivel de tratamiento que permite lograr la remoción de materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión.

TURBIDEZ. Pérdida de la transparencia de un líquido como el agua, por la presencia de partículas sólidas de pequeño tamaño en suspensión que intercepta la luz.

VECTOR. Hospedador invertebrado capaz de transmitir a los seres humanos y a otros vertebrados diversos organismos patógenos como virus, bacterias, hongos y protozoos.

VERTIMIENTO. Cualquier descarga final de un elemento, sustancia o compuesto, que contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios, aguas residuales a un cuerpo de agua, canal, al suelo o el subsuelo.

INTRODUCCION

El Ordenamiento del Recurso Hídrico es la herramienta más útil para la gestión de las Autoridades Ambientales Regionales, esta permitirá un mayor conocimiento sobre el recurso a través del establecimiento de normas de vertimiento y el logro de objetivos de calidad en el tiempo; todo esto en desarrollo de procesos participativos que vinculen a la comunidad en general, promoviendo la interacción entre la Autoridad Ambiental y los Usuarios del recurso. La Corporación Autónoma regional de Nariño CORPONARIÑO como administradora de los recursos naturales y máxima autoridad ambiental del Departamento de Nariño, pretende brindar un escenario adecuado para la conservación y manejo del recurso hídrico a través del reconocimiento de la situación ambiental actual, teniendo en cuenta sus aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos y a partir de estos, establecer las potencialidades y restricciones del mismo.

El ordenamiento no solo es una herramienta de gestión para la autoridad ambiental sino que se convierte una vez adoptado mediante resolución, en la carta de navegación de los entes territoriales al momento de tomar decisiones de desarrollo territorial sobre la cobertura de la fuente en ordenación, en lo que tiene que ver con desarrollo urbano, socio económico y ambiental, tener una línea base clara respecto del recurso hídrico con el que cuenta un municipio, las condiciones del mismo y sus potencialidades hace más fácil y práctico la toma de decisiones en el momento de priorizar los programas que apunten al manejo armónico del territorio.

El deterioro de la calidad del agua causado por la contaminación influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, reduciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por agua de calidad adecuada.

Por lo tanto, la gestión debe realizarse en forma conjunta, teniendo en cuenta sus respectivas características específicas e interrelaciones y la vinculación entre las actividades que se realicen aguas arriba con las de aguas abajo en los distintos cuerpos de agua, articulando coherentemente la gestión hídrica con la gestión ambiental y social.

Es necesario contar con información fiable sobre la calidad y cantidad de agua disponible, y cómo esta disponibilidad varía en el tiempo y de un lugar a otro. Las actividades humanas influyen de muchas formas en el ciclo del agua y es necesario comprender y cuantificar sus efectos para conseguir una gestión responsable y sostenible de los recursos hídricos.

La Quebrada Honda se han convertido en el tiempo en receptora de aguas residuales tanto domesticas como de tipo industrial minero, donde se hace evidente la disposición de algunos metales pesados como mercurio, plomo, arsénico hierro entre otros, por parte de los usuarios que se asientan sobre su margen, aspecto que se convierte en un factor determinante para que la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO declare en ordenamiento esta fuente hídrica y busque su recuperación y sostenibilidad por medio de la declaratoria, formulación, implementación y seguimiento del plan de

ordenamiento del recurso hídrico, de acuerdo a los lineamientos teóricos y legales establecidos en el decreto 1541 de 1978 y 3930 de 2010.

El Ordenamiento de la Quebrada Honda permitirá planificar el aprovechamiento y uso sostenible en calidad y cantidad con visión regional, eficiencia económica y equidad social, previniendo conflictos entre usuarios por acceso al recurso y garantizando su sostenibilidad para generaciones futuras.

1. ALCANCE

Con el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada Honda, se reconocerá el estado de contaminación de esta fuente a partir del trabajo de campo que reunirá y analizará la situación ambiental de las fuentes en cuanto a su calidad y su relación con los usuarios existentes sobre su área de influencia, generando una línea base.

Esta línea base como escenario actual debe por medio de procesos participativos proyectar cual es el estado deseado desde el punto de vista ambiental, social y económico de estas fuentes, respondiendo interrogantes tales como, para que se la quiere utilizar y cómo llegar a unas fuentes con posibilidades de aprovechamiento y sostenibilidad ambiental.

Con la generación de un documento de gestión y planificación no sólo para la Corporación sino también para las entidades territoriales se posibilita que cada acción o decisión que se tome con respecto al entorno de las fuentes y su relación con el recurso hídrico sea capaz de responder a un desarrollo armónico entre la sociedad y el medio ambiente que la rodea.

La Corporación pretende tener un mayor control y capacidad de respuesta frente a la recuperación, mantenimiento y sostenibilidad del recurso hídrico, particularmente en el Municipio de Los Andes Sotomayor al conocer el estado de deterioro y abandono al que están sometidas estas fuentes, es necesario que se prioricen las acciones de recuperación acorde a la misión de CORPONARIÑO como máxima autoridad ambiental del Departamento.

2. MARCO LEGAL

La legislación ambiental en Colombia agrupa un conjunto de normas, que busca establecer un marco jurídico encaminado a la administración, protección, mejoramiento y aprovechamiento racional y sostenible tanto del medio ambiente como de los recursos naturales existentes en él.

El medio ambiente al ser un patrimonio común y de todos en el Territorio Nacional, es el Estado o el Gobierno Nacional el encargado de crear, regular y ejecutar la Política Ambiental por medio de entidades públicas especializadas. Es así, que en la actualidad el ente rector de la Política Ambiental en Colombia es el hoy nombrado Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS encargado del establecimiento de las reglas y criterios de ordenamiento ambiental, de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.(pie de página articulo 5 Ley 99 de 1993)

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible delega la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre el medio ambiente y recursos renovables a las Autoridades Ambientales Regionales existentes en el País. En este contexto, la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO es la máxima Autoridad Ambiental en el Departamento, encargada de ejecutar las directrices del Ministerio, entre las cuales se resaltan para motivos del presente documento, las relacionadas con la elaboración de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico para Aguas Superficiales, Marinas y Subterráneas existentes en el área de Jurisdicción.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, a continuación se presenta un diagrama de la Principal Normatividad Ambiental que rige actualmente en Colombia, partiendo desde aspectos y políticas generales hasta lineamientos y directrices especificas del recurso hídrico y su proceso de ordenamiento.

En seguida del diagrama se presenta también, un cuadro explicativo de cada norma, resaltando el tema que trata y su alcance o relación con el Ordenamiento del Recurso Hídrico.

Cuadro 4. Normatividad Plan De Ordenamiento Del Recurso Hídrico

	NORMA	ALCANCE
PRINCIPALES	Constitución Política de Colombia	Consagra derechos y obligaciones para proteger los recursos y garantizar un medio ambiente sano. Asigna competencias a diferentes entes estatales para adelantar las tareas de administración, planeación, prevención y defensa del medio ambiente.
	Decreto - Ley 2811 de 1974	*Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente:* define normas generales y detalla los medios para el desarrollo de la Política Ambiental. Entre otras competencias, asigna responsabilidades para ejecución de obras de infraestructura y desarrollo, conservación y ordenamiento de cuencas, control y sanciones, concesiones y uso del agua, tasas, incentivos y pagos, medición de usos, uso eficiente del agua y demás herramientas para la administración, protección, conservación y uso sostenible de los recursos naturales renovables.
	Ley 09 de 1979	*Código Sanitario Nacional*: Establece las normas generales para preservar, restaurar o mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona a la salud humana y define desde el aspecto sanitario los usos del agua y los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.
	Ley 99 de 1993	*Sistema Nacional Ambiental SINA:* Crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, y organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA. Define el marco legal y asigna funciones en relación con la formulación de la Política Nacional Ambiental, ordenamiento territorial y manejo de cuencas, obras de infraestructura, control de contaminación, definición y aplicación de tasas de uso del agua y retributivas, licencias ambientales, concesiones de agua y permisos de vertimiento, control, seguimiento y sanciones, manejo de conflictos de competencias, cuantificación del recurso hídrico, seguimiento de la calidad del recurso hídrico, conservación de cuencas, instrumentos económicos y de financiación.
	Leyes y Políticas Ambientales Internacionales	Enfocadas a cuerpos hídricos objeto de ordenamiento cuya jurisdicción sea compartida con Naciones Limítrofes o aguas marítimas internacionales.

	NORMA	ALCANCE
ORDENACIÓN	Ley 388 de 1997	Define, entre otros, competencias en el manejo de las cuencas hidrográficas para elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial en los municipios y distritos.
	Decreto 1729 de 2002	Establece las finalidades, principios y directrices para la ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas-POMCA, la competencia para su declaración, procedimiento, acciones y plazos para su cumplimiento. Se define como norma de superior jerarquía sobre cualquier otro ordenamiento administrativo y determinante de los Planes de Ordenamiento Territorial POT.
	Resolución 104 de 2003	Reglamentaria del decreto 1729/02, establece criterios y parámetros para la clasificación y priorización de cuencas hidrográficas.
	Decreto 3930 de 2010	Define los Usos del Agua y establece que las Autoridades Ambientales Competentes deberán elaborar los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico PORH para las aguas superficiales, marítimas y subterráneas.
	Decreto 2820 de 2010	Establece todo lo relacionado con la autorización de Licencias Ambientales, las cuales deben estar articuladas al Ordenamiento de las Cuencas Hidrográficas.
	Decreto 1791 de 1996	Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.

		NORMA	ALCANCE
RECURSO HÍDRICO	CALIDAD	Decreto 1594 de 1984	Aunque el Decreto en la actualidad es remplazado en su mayor parte por el Decreto 3930 de 2010, aun están vigentes los artículos relacionados con los Usos y Criterios de Calidad del agua, así como las Normas de Vertimientos para usuarios que viertan al suelo o a un cuerpo hídrico.
		Decreto 3100 de 2003 y Decreto 3440 de 2004	Modifican el instrumento económico de tasas retributivas por vertimientos puntuales. Crea los PSMV (hacen las veces de planes de cumplimiento) y Reactiva los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico PORH del 1594/84, exigiendo establecer Objetivos de Calidad en un Horizonte de tiempo.
		Decreto 1575 de 2007	Establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano
		Decreto 3930 de 2010	Establece que todo usuario que realice descargas de aguas residuales al suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas y aguas marinas deberá tramitar y legalizar el Permiso de Vertimientos o Planes de Cumplimiento. Está pendiente por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS la elaboración de los nuevos criterios de calidad del agua para los usos asignados y las normas de vertimiento, para derogar en su totalidad el Decreto 1594 de 1984.
		Decreto 4728 de 2010	Modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010 principalmente en lo que respecta a la ampliación de los plazos estipulados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para la elaboración y entrega de los criterios de calidad, normas de vertimientos y demás compromisos adquiridos en la Norma.

	CANTIDAD	Decreto 1541 de 1978	*Reglamenta las normas relacionadas con el recurso agua en todos sus estados:* reglamenta el dominio y usos de las aguas con fines de desarrollo humano, económico y social, restringe y limita el dominio de las aguas para asegurar su aprovechamiento sostenible y expone las sanciones por el incumplimiento de la norma, entre otros aspectos.
		Ley 373 de 1997	Obliga a incorporar el programa de uso eficiente del agua a nivel regional y municipal, y a utilizar métodos eficientes en el uso del recurso hídrico. También obliga a definir una estructura tarifaria que incentive el uso eficiente y ahorro del agua.
		Decreto 155 de 2004	Reglamenta el instrumento económico de las tasas por utilización del agua – TUA
	OTROS	Decreto 1449 de 1977	Establece obligaciones a los propietarios de predios para la conservación, protección, y aprovechamiento de las aguas, bosques, fauna terrestre, acuática, y suelos.
			Establece como área protectora forestal y que se debe mantener con cobertura boscosa una faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanente o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua.
		Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
		Ley 1333 de 2009	Se establece el Procedimiento Ambiental Sancionatorio y se dictan otras disposiciones.

2.1 MARCO LEGAL SECTOR MINERO

	NORMA	ALCANCE
PRINCIPALES	Marco legal minero Ley 685 de 2001	• Normas reglamentarias y complementarias • Tramites mineros • Medios e instrumentos mineros y ambientales • Tramites ambientales • Registro minero
	Marco legal ambiental Ley 99 de 1993	• *Permisos Ambientales* • *Licenciamiento ambiental*

3. MARCO CONCEPTUAL

Las fases sobre las cuales se desarrolla el ordenamiento y reglamentación del recurso hídrico son Priorización, Aprestamiento Institucional, Diagnóstico, Prospectiva, Plan de Ordenamiento, Implementación y Evaluación y Seguimiento.

- ***Priorización:*** Es el establecimiento del orden de importancia de las corrientes hídricas en la jurisdicción de cada Autoridad Ambiental que requieren o ameritan por importancia emprender procesos de reglamentación y ordenamiento del recurso hídrico.

- ***Aprestamiento Institucional:*** Fase preparatoria que tiene su base en el decreto 1729 de 2002, cuyo propósito es construir los cimientos para iniciar el proceso de ordenación y reglamentación del recurso hídrico, esta fase contempla entre otros, la articulación de los grupos técnicos al interior de la Autoridad Ambiental, el acercamiento a la comunidad, el reconocimiento de fortalezas y debilidades institucionales y la expedición de actos administrativos.

- ***Diagnóstico:*** Busca establecer la situación ambiental actual del recurso hídrico, teniendo en cuenta sus aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos, con el fin de establecer las potencialidades, conflictos y restricciones del mismo, implica desarrollar actividades de recopilación, organización y clasificación de información histórica y ejecutar programas de monitoreo, recolección y procesamiento de información de las condiciones actuales.

- ***Prospectiva:*** Es la fase que parte de los resultados del diagnóstico, para diseñar los escenarios futuros de uso coordinado y sostenible del recurso, para lo cual se debe promover una reflexión colectiva en la que participen los diversos actores del recurso hídrico superficial, atendiendo criterios tanto de cantidad, como de calidad, brindando elementos de juicio que permitan plantear escenarios a corto, mediano y largo plazo.

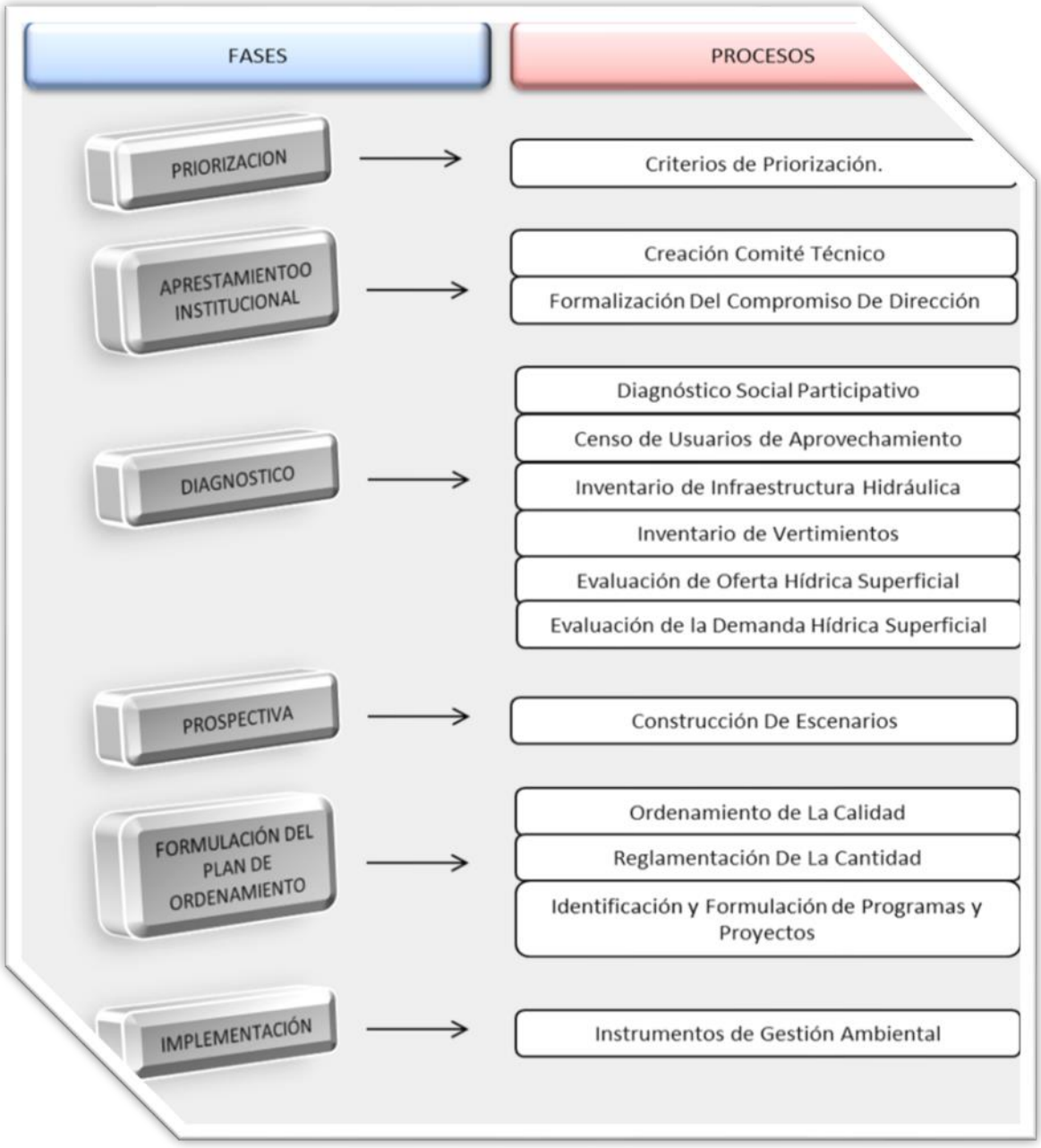
- ***Plan de Ordenamiento del Recurso:*** En esta fase se adopta el escenario elegido tanto en cantidad “proyecto de reglamentación” como en calidad “Objetivos de Calidad” como directrices de planificación y orientadores de la administración, control y vigilancia de Recurso Hídrico. Específicamente el Ordenamiento de la Calidad del Recurso Hídrico Superficial: Es la reglamentación de la destinación del recurso hídrico para los diferentes usos, de acuerdo con los criterios de calidad estipulados en el Decreto 1594 de 1984 Capítulos 2, 3 y 4. Proceso que implica: a) Definir criterios de calidad y normas de vertimiento para el recurso, b) Utilización de modelos de simulación, c) Establecimiento de directrices fundamentales de calidad para la planificación del recurso, entre otros.

- ***Implementación:*** El objetivo de la implementación es utilizar los instrumentos técnicos y económicos para la aplicación del plan de ordenamiento.

- ***Evaluación y Seguimiento:*** Retomando los conceptos del decreto 1729 de 2002 y aplicándolos específicamente al recurso hídrico, "Se establecen mecanismos e instrumentos de seguimiento y evaluación, así como indicadores de gestión que permitan evaluar el cumplimento del plan de ordenamiento

Los contenidos de estas fases se encuentran estructurados en procesos, a partir de los cuales se describen las actividades requeridas para su desarrollo, hasta llegar a los productos finales.

Figura 9. Fases y Procesos



4. APRESTAMIENTO

4.1 PRIORIZACIÓN DE LA FUENTE HÍDRICA SUPERFICIAL

La Corporación Autónoma Regional de Nariño - CORPONARIÑO, priorizará el Ordenamiento del Recurso Hídrico de su jurisdicción, teniendo en cuenta criterios establecidos por el decreto 3930 del 25 de Octubre del 2010 la cual establece las condiciones o juicios que orientan la toma de decisiones dando como resultado un orden de importancia en escala temporal o cronológica. Es así como CORPONARIÑO aporta un porcentaje de los recursos de tasa retributiva para proyectos que ayuden a proteger y conservar nuestros recursos naturales.

El decreto 3930 de 2010 en su artículo 5 define los criterios de priorización para llevar a cabo un proceso de ordenación del recurso hídrico.

Estos criterios de priorización permiten establecer de manera clara la necesidad de llevar a cabo el proceso de ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada Honda con jurisdicción en el municipio de los Andes Sotomayor - Nariño. Sin embargo el principal argumento para llevar a cabo este proceso es el estado de deterioro ambiental al cual se ve sometida la fuente hídrica, deterioro ambiental representado principalmente por los vertimientos industriales provenientes del sector minero, que afectan su calidad impidiendo procesos de aprovechamiento del recurso. Frente a esto se hace necesario que CORPONARIÑO como máxima autoridad ambiental tome acciones que apunten a la recuperación ambiental y posibilidades de aprovechamiento de dicha fuente.

La priorización de corrientes es el establecimiento del orden por prioridad de las corrientes hídricas que requieren o ameritan por importancia emprender procesos de reglamentación y ordenamiento del recurso hídrico. Esta fase requiere la aplicación de criterios de priorización, como: Uso, calidad y cantidad del recurso hídrico.

4.2 DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO

En el marco de lo establecido en el decreto 3930 del 2010 y teniendo en cuenta lo situación actual de la Quebrada Honda por la recepción de descargas y vertimientos de aguas residuales de origen industrial minero y domestico, CORPONARIÑO ha emitido la resolución N° 242 de “Ordenamiento y Reglamentación del Recurso Hídrico”, con el objeto de adelantar el proceso y permitir una administración eficiente del recurso en cuanto a términos de calidad y reglamentación de los usos demandados por la comunidad.

Acuerdo No. 242 de Mayo de 2012, por medio del cual se declara el inicio de ordenación de la fuente hídrica superficial denominada “QUEBRADA HONDA” cuyas aguas discurren en jurisdicción del municipio de Los Andes Sotomayor, en el departamento de Nariño (Ver Anexo 1).

4.3 APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL

El aprestamiento institucional es la fase preparatoria a los procesos de planificación para el manejo del recurso hídrico, en cuanto a su uso calidad y cantidad, su propósito es construir las bases para iniciar los procesos para la formulación del plan de ordenamiento y reglamentación del recurso hídrico, en esta parte se contempla al grupo técnico de profesionales al interior de CORPONARIÑO, el acercamiento con la comunidad y el reconocimiento de fortalezas y debilidades en el área de influencia de la Quebrada.

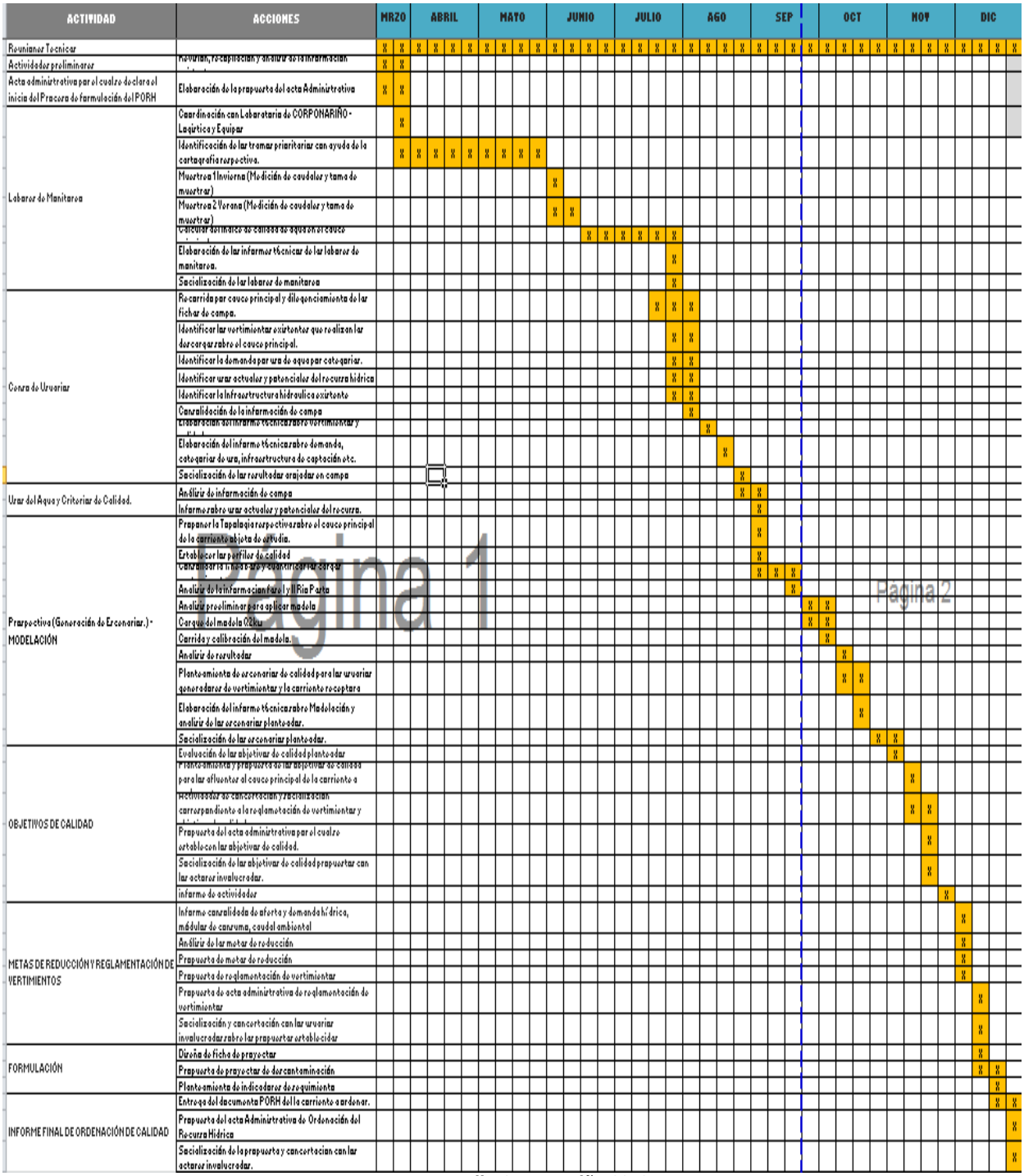
Para la vigencia 2012, CORPONARIÑO como autoridad ambiental regional y en cumplimiento a la normatividad ambiental vigente específicamente el Decreto 3930 de 2010, el Decreto 3440 de 2004 y la Ley 1151 de 2007, debe avanzar en la consolidación de instrumentos de planificación de la calidad del recurso hídrico –los PORH que permitan identificar y ejecutar acciones para el control y mitigación de la contaminación en aras de mantener o recuperar las condiciones naturales de las corrientes hídricas priorizadas. Es así que por sus condiciones de afectación de calidad se han priorizado para este propositito la corriente receptora de vertimientos industriales mineros, como son la corriente principal de la Quebrada Honda en el municipio de los Andes Sotomayor que por sus condiciones de demanda para consumo humano amerita la reglamentación y ordenación de la calidad.

En este contexto y ante la meta de avance que se ha planteado para esta vigencia, se requiere fortalecer el recurso humano, de tal manera que un profesional en ingeniería aborde el tema técnico del plan de ordenación del recurso hídrico en cada una de las corrientes priorizadas, acompañados necesariamente por un trabajador social que adelante los procesos de participación comunitaria en cada una de las etapas dispuestas para el ordenamiento, como son: aprestamiento, diagnóstico, prospectiva y formulación; así mismo la labor de educación ambiental, sensibilización y socialización sea abordada de una manera diferente a como se ha venido haciendo, involucrando eventos de lúdica, teatro, danzas, publicidad, en espacios abiertos y cerrados, con los principales actores involucrados, buscando así la participación activa de cada uno de los actores en el proceso de ordenación del recurso hídrico, generando conciencia sobre la necesidad de ejercer control sobre la contaminación y conservación de este recurso vital. Dichas actividades serán articuladas al Proceso Corporativo de Educación Ambiental.

4.4 CREACIÓN DEL COMITÉ TÉCNICO

En conjunto con el plan de ordenamiento se contó con la participación de un coordinador profesional con conocimiento en planificación del recurso hídrico, además un grupo de profesionales que van a definir políticas y estrategias para la formulación del plan de ordenamiento y reglamentación; bajo los lineamientos de la autoridad ambiental CORPONARIÑO, representada por profesionales de la subdirección de conocimiento y evaluación ambiental cuya función principal es la de realizar la intervención al grupo técnico de profesionales de la corporación.

Figura 10. Cronograma De Actividades Para La Formulación Del PORH

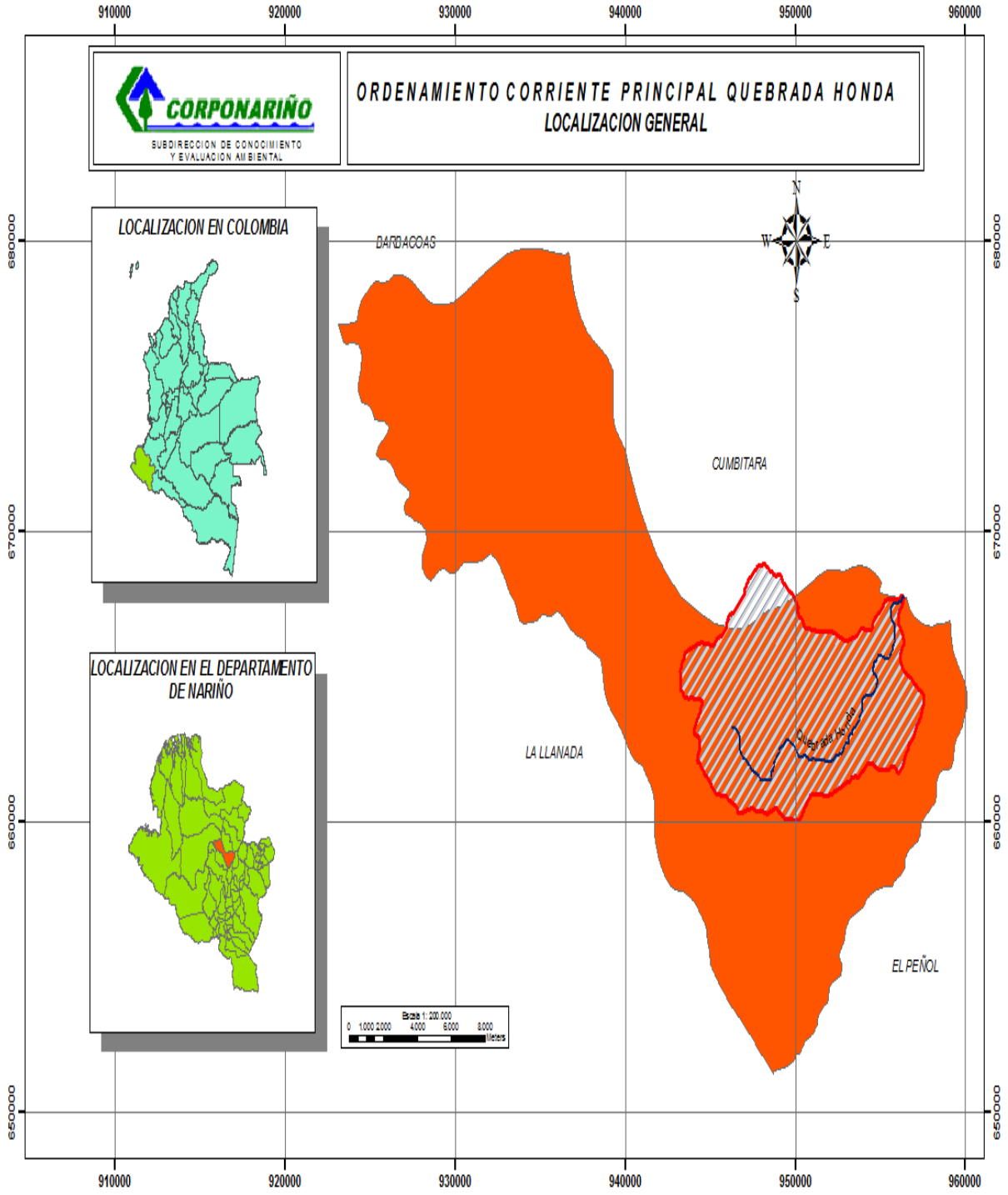


Fuente: Este estudio Corponariño 2012



DIAGNOSTICO GENERAL

Figura 11. Localización General



5.1 DIAGNOSTICO GENERAL DEL MUNICIPIO

5.1.1 Descripción general del municipio

El municipio tiene como nombre Los Andes y su capital es Sotomayor, se encuentra localizado al noroccidente del departamento de Nariño, presenta un área total de terreno de 61.300 hectáreas de lo cual su extensión está dividida de la siguiente manera:

- Área montañosa: 40.350 hectáreas
- Área rural: 20.958 hectáreas
- Área urbana: 28 hectáreas Sus limites están comprendidos de la siguiente manera Norte: con los municipios de Cumbitara y Policarpa
- Sur: municipio de la Llanada
- Oriente: municipios de Peñol y Linares
- Occidente: municipio de Barbacoas Sus regiones fisiográficas están comprendidas de las siguiente forma: Cuenca del rio Patía
- Cuenca el rio Guaitara
- Cordillera de los Andes
- Depresión llanura pacifica

El municipio se encuentra georeferenciado con las siguientes coordenadas, altura y temperatura promedio

- Latitud: 7.731
- Longitud: 1.568
- Altura: 1.588 m.s.n.m
- Temperatura: 22 °C

El sector urbano está dividido en 12 barrios los cuales son:

EL Barrio colon, Barrio Sampedro, Barrio Araujo, Barrio Bombona, Barrio Bolívar, Barrio sucre, Barrio Marro, Barrio Benavides Guerrero, Barrio Comercio, Barrio Sanfrancisco, Barrio avenida Bolívar y Urbanización Peñaliza

La zona rural del municipio de Los andes está comprendida por cuatro (4) corregimientos y treinta y cinco veredas como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. División Política Administrativa Del Municipio De Los Andes

No	CORREGIMIENTO	VEREDAS
1	AREA URBANA	SOTOMAYOR
2	AREA SUBURBANA	LA CARRERA
		SAN ISIDRO
		LA AURORA
		LA TRAVESIA
3	ESPECIAL SANSEBASTIAN	EL ARENAL
		EL ALTO
		LA LOMA
		VILLANUEVA
		SAN PEDRO
		EL BOQUERON
		EL PARAISO
		EL HUILQUE
		LOS GUABOS
4	LA PLANADA	LA PLANADA
		SANFRANCISCO
		GUAYABAL
		PROVIDENCIA
		SAN VIECENTE
		PIGALTAL
		SANJUAN
5	PANGUS	ELCRUCERO
		PANGUS
		PITAL
		CAMPOBELLO
		LAS DELICIAS
6	EL CARRIZAL	EL CARRIZAL
		LA ESMERALDA
		EL PALACIO
		QUEBRADA HONDA
		EL PARAMO
		CORDILLERAS ANDINAS

MICROCUENCAS Y FUENTES ABASTECEDORAS DEL MUNICIPO DE LOS ANDES:

Cuadro 6. Microcuencas Y Fuente Abastecedoras

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca
RÍO PATIA	**Quebrada Honda**	Quebrada La Plata
		Quebrada Boquerón
		Quebrada Ospino (Cerro Negro y Campanillo)
		Quebrada Los Pinos (Providencia, Tesoro, Platanal)
		Alto Seco, La Mina, Delicias, Derrumbo, Chimbilaquera, La Peña, El Alto.
		Quebrada Cuscunga
		Quebrada La Capilla
		Quebrada La Cueva
		Quebrada El Limonal
	Escurrimientos	Quebrada Tolima Quebrada Guayacanal Quebrada Pendos
RÍO GUÁITARA	***Quebrada Piscoyaco***	La Chorrera, La Piedra, Pichuelo, Palacio, Ojo de Agua, Culuales, La Palma, El Páramo, El Cedro, La Cuesta, Buenavista, La Hoya, Delicias, Arroyos La Peña y La Cueva
	Escurrimientos	La Vuelta, San Antonio, La Cocha, Chupadero, La Peña, Pendos, Chorrera, Trapiche, Hueco Seco.
RÍO PACUAL	***Dos Quebradas***	El Arenal, Aurora, La Chorrera, Hueco del Diablo, Hojarasca, San Pedro, Quebrada Culuales, Pajonal, Palmera, La Cartagua, El Voladero, Murciélago, Artonal, Higuerón, Ojo de Agua.

RÍO TELEMBÍ	***Río Aguaclara***	
	Río San Vicente	
	Río Sumbiambí	Quebrada San Juan
	Río Cuembí	Quebrada San Luis Quebrada Santa Rosa Quebrada La Esperanza Quebrada Turbia

Fuente EOT

5.1.2 Topografía

En el Municipio se encuentran tres regiones topográficas: la región oriental de altas pendientes hacia las cuencas hidrográficas, la región central conformada por la zona montañosa y la región occidental conformada por la llanura del Pacífico.

Además, se encuentran accidentes topográficos en todo su territorio, predominando las pendientes superiores al 50%, los peñascos y cañones, principalmente en el entorno de las cuencas, subcuencas y microcuencas de los ríos Patía, Guáitara y Pacual, y de Dos Quebradas, Quebradas Piscoyaco y Quebrada Honda.

Son pocas las terrazas o vegas de topografía entre ondulada y plana, las que no alcanzan un 0.5% del área habitada del municipio, éstas pequeñas terrazas están localizadas en el sector de Campobello y donde esta ubicado el casco urbano de Sotomayor.

Por lo tanto se concluye que la topografía del Municipio es muy variada, lo que permite encontrar varias unidades de paisaje, las cuales contienen numerosas pisos térmicos, zonas de vida, actividades agrícolas, pecuarias, de extracción minería, las cuales en conjunto conforman el contexto territorial municipal.

5.1.3 Climatología

Teniendo en cuenta que para la zona de los Andes Sotomayor existen varias estaciones de donde se pueden obtener valores muy precisos, en el diagnostico se tomaron registros meteorológicos de algunas estaciones según reporte del instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM presentado para el año en curso por cuanto se constituye en la única fuente de información de fenómenos meteorológicos de la región, las estaciones son las siguientes:

ESTACIONES HIDROGRAFICAS Y LIMNIGRAFICAS - QUEBRADA LA HONDA MUNICIPIO DE LOS ANDES SOTOMAYOR (NARIÑO)									
CODIGO	ALTITUD	NOMBRE	CORRIENTE	CATEGORIA		MUNICIPIO	ALTITUD	ESTE	NORTE
5203502	1007	VIENTO LIBRE	MAYO	ME	Meteorologica especial	TAMINANGO	1007	970386	670733
5207701	423	PTE PUSMEO	PATIA	LG	Limnigrafica	CUMBITARA	423	955264	671319
5201701	456	PTE GUASCAS	PATIA	LM	Limnigrafica	POLICARPA	456	960849	668074
5208001	1005	PISANDA	PATIA	PM	Pluviometrica	CUMBITARA	1005	952381	674372
5207702	340	LOS NORTES	PATIA	LG	Limnigrafica	CUMBITARA	340	951146	681591
5207003	353	LLANO VERDE	PATIA	PM	Pluviometrica	POLICARPA	353	949911	684141
5201014	478	LA GUASCA	PATIA	PM	Pluviometrica	POLICARPA	478	960169	668197
5201003	814	EL ROSARIO	PATIA	PM	Pluviometrica	EL ROSARIO	814	971856	684874
5205703	986	AGROYACO	GUAITARA	LG	Limnigrafica	LOS ANDES	986	959739	665255

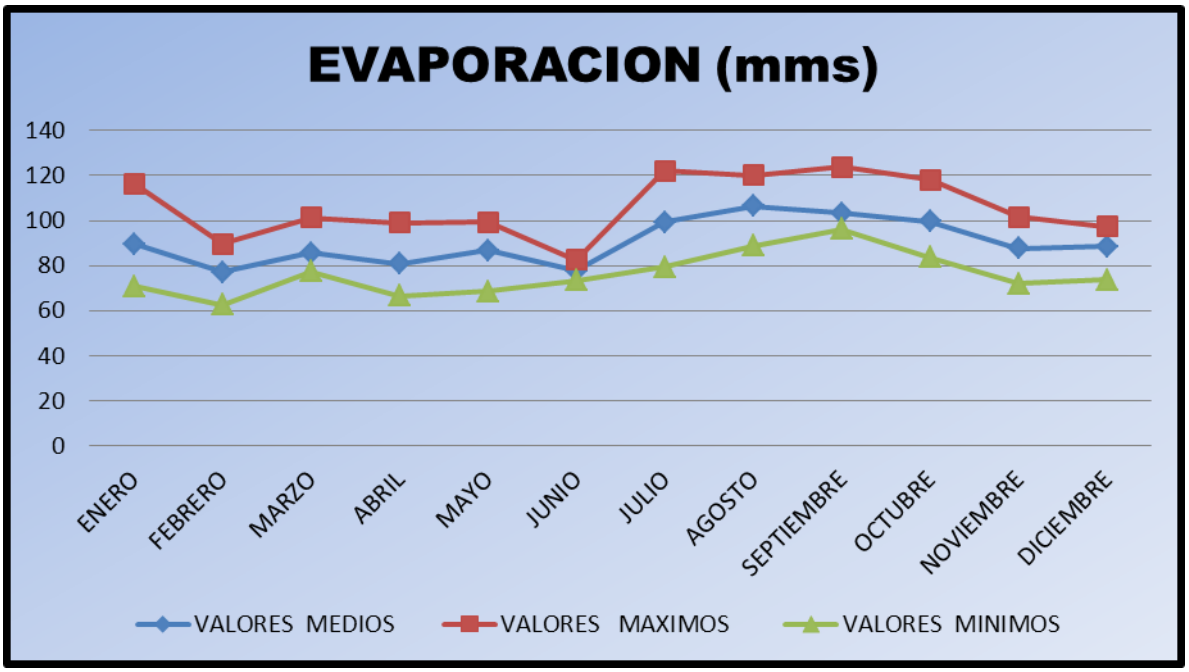
A continuación se presenta una descripción y análisis de parámetros hidroclimatologicos como Precipitación, cuyos datos se obtuvieron de las estaciones descritas anteriormente las cuales describen la actividad climatológica en el territorio de los Andes Sotomayor, donde se consideran elementos como la altitud, la disponibilidad de agua (balance hídrico) y la latitud.

Cabe mencionar que la estación se encuentra ubicada dentro del área de influencia de la quebrada Honda, lo cual permite contextualizar de manera más precisa las condiciones climáticas de la Subcuenca.

- **Evaporación**

El término evaporación es definido dentro del ciclo hidrológico como el proceso físico consistente en el paso lento del estado liquido al estado gaseoso del agua en función de la temperatura transferido a la atmósfera desde la superficie terrestre, además se refiere, en climatología al agua transferida a la atmósfera a partir de las superficies libres de agua; La transferencia de vapor de agua a la atmósfera se denomina transpiración. El agua se pierde de la superficie del suelo por la evaporación, bajo la influencia de una serie de factores como son la capacidad de la atmósfera para absorber al vapor de agua, la condición de la superficie del suelo, la cantidad de agua presente en las capas superficiales y que está sujeta a evaporación, y la capacidad de retención de humedad de las capas profundas. La evaporación es un proceso físico continuo por medio del cual el agua, a una temperatura inferior al punto de ebullición, cambia del estado líquido al de vapor. Esta transferencia del vapor del agua puede ocurrir desde superficies libres de agua, gotas en las nubes o neblina, pequeñas películas depositadas en sólidos, tales como partículas de suelo e igualmente desde la superficie foliácea de las plantas terrestres o acuáticas.

Figura 12. Valores Mensuales De Evaporación



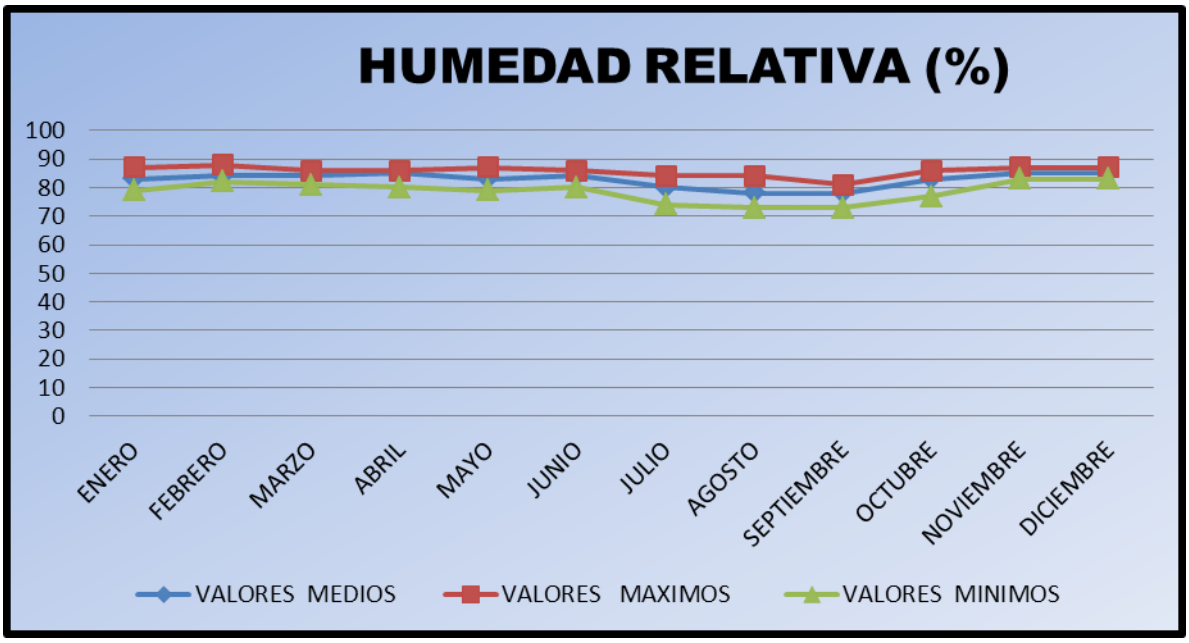
El historial de datos en esta zona de los Andes Sotomayor permite determinar que la evaporación se comporta de manera homogénea con muy pequeñas variaciones a lo largo del año.

- **Humedad Relativa**

Es la relación en porcentaje de la cantidad presente de vapor de agua contenido en un volumen de aire, con la cantidad máxima que podría contener la misma temperatura si estuviera saturada. La Humedad Relativa es un carácter climatológico de primera magnitud muy relacionado, a través de diversos mecanismos físicos, con la nubosidad, la precipitación, la visibilidad, y de forma muy especial con la temperatura: la cantidad de agua en forma de vapor que puede encontrarse en la atmósfera es función directa de la temperatura. La Humedad Relativa es la forma más común de expresar la humedad atmosférica por su explicita relación con el bienestar climático y el crecimiento de las plantas.

Determina la cantidad de vapor de agua en el ambiente. Es la relación porcentual entre la cantidad de humedad en un espacio dado y la cantidad que ese volumen podría contener si estuviera saturado. Se tomó como base la estación de Tanama y sus correspondientes registros multianuales.

Figura 13. Valores Mensuales De Humedad Relativa



Las variaciones durante el año son pequeñas, se presenta una baja humedad en los meses de Agosto, Septiembre, y en los meses de Noviembre y Diciembre se presenta un valor máximo de humedad.

- **Precipitación**

La precipitación es la cantidad de agua caída a la superficie de la tierra en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo. La precipitación viene siempre precedida por los fenómenos de condensación y sublimación o por una combinación de los dos. El régimen normal de la precipitación está determinado por la situación geográfica y por la influencia de algunos factores importantes, tales como la circulación atmosférica, el relieve, la integración entre la tierra y el mar, la influencia de áreas selváticas o boscosas. La posición geográfica de Colombia en la zona ecuatorial la sitúa bajo la influencia de los Alisios del noreste y sureste. Estas corrientes de aire cálido y húmedo provenientes de latitudes subtropicales de los dos hemisferios, confluyen en una franja denominada Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT).

Figura 14. Valores Mensuales De Precipitación

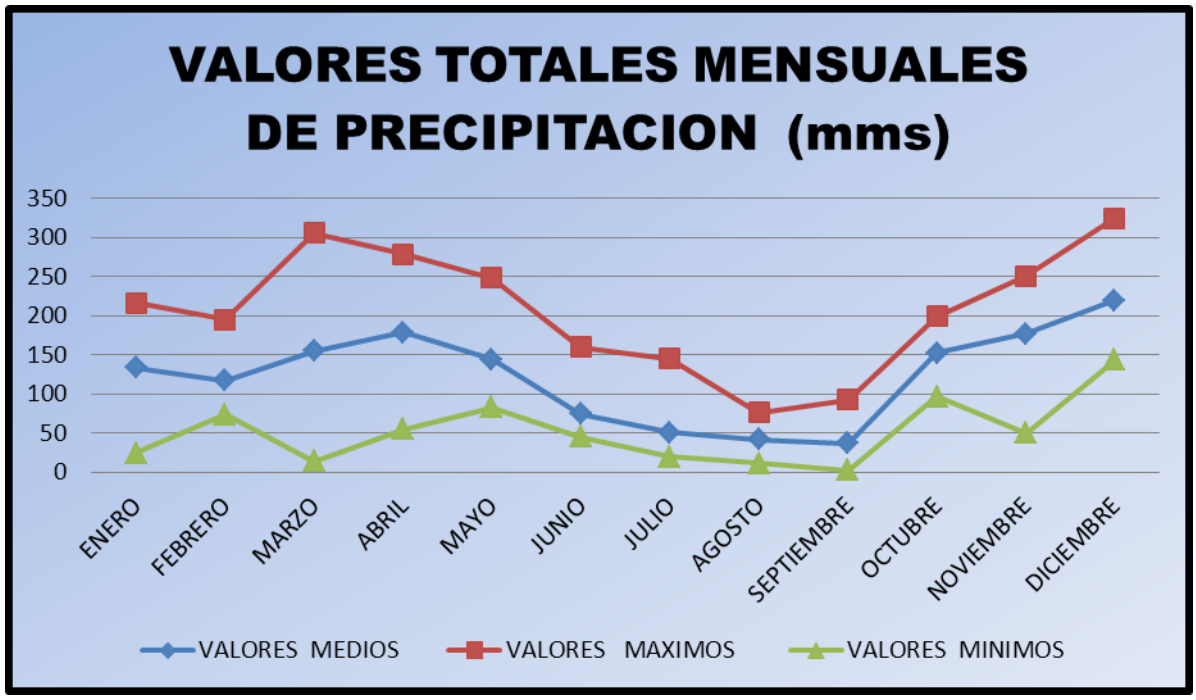
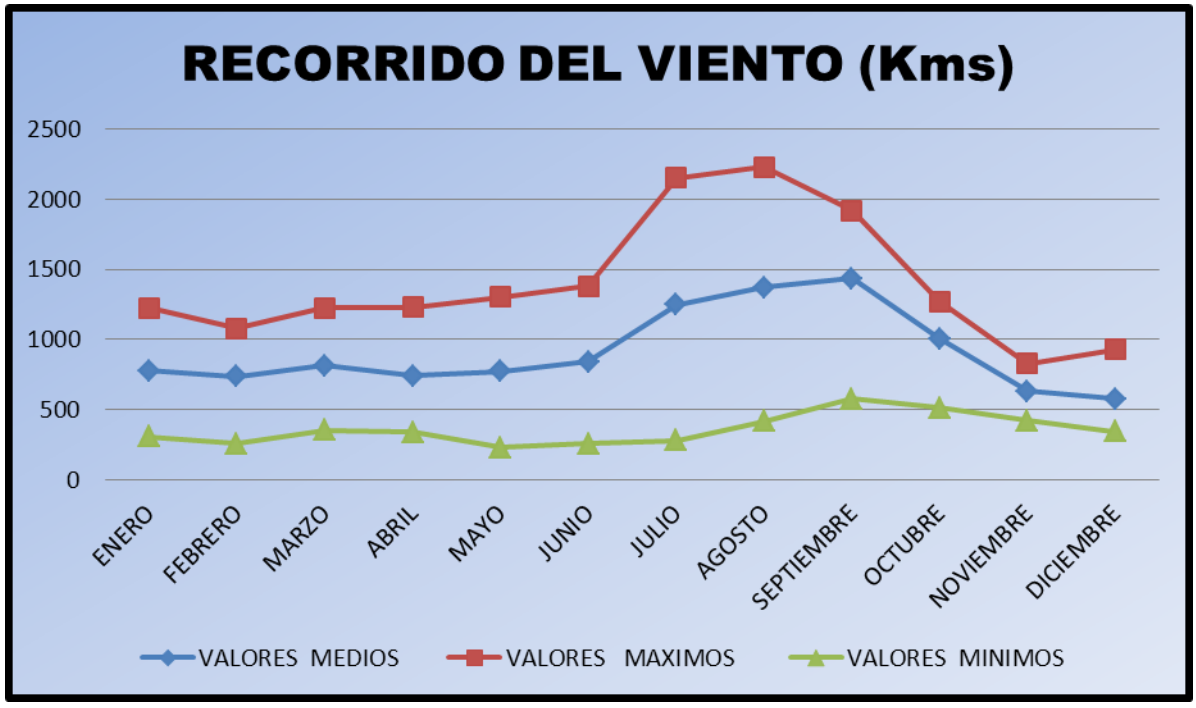


Figura 15. Valores Mensuales De Recorrido Del Viento



5.1.4 Relieve

1. ***Cerros:*** En la cordillera occidental que es el pronunciamiento más elevado que atraviesa el Municipio de Los Andes se encuentran las alturas de los Culuales en la vereda San Pedro, el páramo en el Carrizal y Quebrada Honda, Cerro Negro en Cordilleras Andinas y Cerro Sotomayor en las veredas Providencia, la Planada y San Juan. En el sector de Pangús se localizan fuertes pendientes hacia las depresiones de los ríos Guáitara, Patía, Quebrada Honda y Piscoyaco, s y colibries de diversos colores y tamaños.

2. ***Colinas:*** El Arenal, La Loma de Robles y San Antonio en la vereda La Loma, también la Cuchilla de Los Culuales en San Pedro, en El Alto y Paraíso el Cerro Piedra Negra, en Buenavista el Cerro Boquerón, que se prolonga hasta la vereda Los Guabos como un ramal o desprendimiento de la Cordillera Occidental, y en Sotomayor se encuentra el Cerro Las Cruces.

3. ***Lomas:*** En el Corregimiento de Pangús se encuentran las Lomas de La Bomba, en los Guabos, Buenavista y Huilque; en el sector de Sotomayor hay lomas localizadas sobre la vía que terminan en los ríos Pacual, Guáitara y Patia y sobre las quebradas Honda, Piscoyaco y Arenal. Las minas de oro se encuentran conformando un paisaje de socavones, galerías internas con muchos botaderos de estériles (piedras) y arena, al descubierto frente a cada una de las minas o trabajos.

4. ***Peñascos*:** Se encuentran localizadas en las franjas de los ríos Pacual, Guáitara y Patía. Sobre las quebradas Piscoyaco, Honda y Nacedero en su mayor extensión hacia sus desembocaduras. En los Cerros Negro, Sotomayor, Las Delicias y parte alta de San Juan, Pigaltal, Los Culuales, El Páramo y El Carrizal.

5. ***Llanuras:*** Se encuentran en la zona occidental del Municipio y forma parte del pie de monte andino y de las terrazas del Pacífico, conformadas por los flujos de lava máfica con inttercalaciones de sedimentistas con pequeños cuerpo intrusivos, cubiertas de bosques húmedos tropicale no intevenidos.

6. ***Pendientes:*** En el sector de Sotomayor se encuentran las depresiones del río Pacual, Quebrada San Pedro y Piscoyaco de peñascos abruptos, vegetación y fauna idéntica a la del sector de Pangús, en todos los sectores se encuentran pocas áreas onduladas y las pendientes son superiores al 50 %.

5.2 GEOLOGIA

Estratigrafía

La Geología del Municipio esta relacionada con eventos tectónicos y volcánicos del terciario y cuaternario de los volcanes Galeras, Azufral y Cumbal y de interrelaciones con eventos asociados de la deriva continental Toba, aglomerada ignimbita, capas de ceniza y lapilli - niveles con presencia de suelos fósiles, intercalaciones de lava andesita, localizada en la Vereda de Campobello. *(TQvp)*.

Cuerpos intrusivos del terciario de composición cuarzodioritica, afectando rocas metasedimentarias y metavolcánicas de la Cordillera Occidental, posible edad Euceno – Mioceno incluidos los Stocks de Cumbitara y El Vergel *(TCdc)* localizada en las veredas Páramo, Quebrada Honda, Cordilleras Andinas, San Vicente y Providencia. Rocas sedimentarias y volcánicas del mezozoica.

En la parte alta de la región predominan rocas eruptivas como brechas compactadas, con cantos de color gris o rojizo, bombas andesíticas de tamaño variado, lapillis y ceniza de diversos grados de compactación y algunos derrames volcánicos de andesita. La región occidental del Municipio de Los Andes, se caracteriza por pertencer a los grupos de rocas sedimentario – volcánicas del Cretáceo y de rocas intrusivas del terciario, y su descripción es la siguiente:

Grupo Dagua

Conjunto Kmsv, se caracteriza por buenos afloramientos de esta Unidad y se observan en los carreteables El Peñol- Puerto Rico, San Pedro – Linartes – Tabiles, *Sotomayor* – La Llanada, y los caminos de Cumbitara – *Sotomayor* y Policarpa – Cumbitara. Sus rocas metamórficas son metavolcánicas y metasedimentarias, hacia la base, con gradación a sedimentos turbídicos hacia el techo, Localmente se observan pizarras rojas y verdes. Metamorfismo de las fáciles prehnita – pumpellita y esquisto verde.

Conjunto Kms: Grupo Dagua, matalimolita metagrauvaca, metadiobasa, metalbasalto, localmente metachert, con posible edad cretáceo inferior y medio, y están localizados en la zona occidental del Municipio en el territorio de las cuencas de los ríos Cuembí y Sumbiambí, tributarios de la gran cuenca del Río Telembí –Patía.

El *Conjunto Kms* se encuentra en las veredas de San Pedro, Villa Nueva, Arenal, La Loma, Sotomayor, Aurora, El Alto, Paraiso, Palacio, Carrizal, Quebrada Honda, Cordilleras Andinas, San Vicente, Huilque, Guabos, San Francisco, La Planada, Pigaltal, Crucero, Guayabal, Guadual, San Juan y parte central de la zona montañosa.

Grupo Diabásico

Se encuentra ampliamente distribuido en fajas de dirección N-NE y de acuerdo a la composición litológica, análisis petrográficos y químicos, se han diferenciado tres conjuntos litológicos informales, los cuales presentan metamorfismo de bajo grado y contactos geológicos tectónicos.

Conjunto Kvs: pertencen a las rocas sedimentarias volcánicas del cretáceo y están localizados en al occidente le Municipio de Los Andes conformando una gran franja del Río Telembí y parte central y límites con Barbacoas, constituida por cher, lutitas intercaladas con lutitas y con flujos balasálticos, con posible edad del Cretáceo Superior.

El *Conjunto Kvs* esta conformado por matabasaltos, y metapiroclastias con intercalciones de metasedimentos. Variaciones locales de metagabros y metadiabasas pirifíriticas: Metamorfismo de las fáciles ceolitas, prehnita – pumpellita y esquito verde, localizadas en

las veredas: San Pedro, Palacio, Carrizal, Arenal, Bajo Pacual, Guáitara, Pangús, Campobello y Guayabal.

Era Cenozoica - Rocas Intrusivas

Tic, aparecen como stocks intruyendo a rocas de la Cordillera occidental y se puede observar al S y E de Cumbitara – Sotomayor. Se trata de rocas intrusivas de composición tonalítica, compuestas por cuarzo, plagioclasa, hornblenda verde y opacos. En el área de Cumbitara, La Llanada y Sotomayor están intruyendo a rocas cretácicas de afinidad oceánica, desarrollando aureolas de contacto; relacionada con estas intrusiones, en esta región existe explotación de oro diseminado o de filones.

Depósitos Aluviales

Los depósitos recientes de origen fluvial se encuentran principalmente en el ríos Patía, se componen de gravas, arenas, limos y arcillas, asociadas a canales fluviales y áreas de inundación. La composición de los cantos depende de la litología de las diferentes unidades de donde drena la corriente.

Stock de Cumbitara y El Vergel

Tcdc y TCdv: denominados como stock de Cumbitara y stock El Vergel, y localizados en el centro norte en torno al Cerro Cumbitara al cual pertenece parte del territorio del Municipio de Los Andes, en la zona centro occidental en límites con el Municipio de Cumbitara y se caracteriza por cuerpos intrusivos de composición cuarzodioriticas afectando rocas metasedimentarias y metavolcánicas de la cordillera occidental posible edad eoceno – mioceno.

5.2.1 Procesos Geoformofológicos

Se observan las siguientes formas de relieve: Domos estructurales fuertemente quebrados, Frentes estructurales escarpados, Reveses o planos estructurales quebrados de pendientes, largas e inclinadas, Formas torrenciales, depósitos coluviales de laderas, formas derivadas de cenizas volcánicas, Superficies de planación terrazas dicectadas y formas aluviales recientes. Ver Mapa 4.

Con relación a las geoformas en la zona oriental del Municipio de Los Andes encontramos las siguientes características: *Pendientes* con bosque y maleza con afloramientos rocosos, *Laderas* escarpadas, eriales y de roca, Cerros y grandes elevaciones, *Terrazas* de formación sedimentarias, *Pendientes* con cultivos y rastrojos, *Taludes* subverticales activos y Paleodeslizamientos.

Depósitos de Terrazas. Las terrazas han sido formadas por la acción erosiva de los ríos y los diferentes niveles se formaron por cambios en el curso de los ríos y/o por tectonismoMurcia reporta actividad tectónica cuaternaria en las terrazas del río Patía, asocisada a reactivamiento de la Falla Cauca – Patía.

Depósitos Coluviales: Los depósitos más importantes se localizan en el área de El Peñol – Sotomayor. Como estos depósitos se forman por origen gravitatorio y por remoción en masa, la composición dependerá de la litología imperante en cada sector. Los depósitos coluviales generalmente forman conos de deyección y algunos están asociados a traza de fallas.

Depósitos Aluviales: Los depósitos recientes de origen fluvial se encuentran principalmente en el río Patía. Se componen de gravas, arenas, limos y arcillas, asociadas a canales fluviales y áreas de inundación. La composición de los cantos depende de la litología de las diferentes unidades por donde drena la corriente.

5.2.2 Geología estructural

La geología estructural es algo complicada ya que al converger en la zona estudiada, la cordillera occidental, el Valle del Patía y la Cordillera Central, lo hacen también las megafallas que limitan a estas unidades geomofológicas. Los principales rasgos estructurales comprenden fallas, pliegues y alineamientos, algunos de los cuales fueron interpretados por imagenes Landsat. Se nota un tren predominante de dirección NE y otro, al parecer más antiguo, de dirección NW.

El valle del Patía, originado por la acreación de la Cordilllera Occidental, es una fosa asimétrica, está en contacto al E con la Cordillera Central, por medio de la Falla de Romeral, y al W está en contacto con la Cordillera Occidental, por medio del sistema de fallas de Cauca Patía.

Al sistema Romeral pertenecen las fallas Buesaco y Pasto, y al sistema Cauca – Patía pertenecen las fallas inversas denomindas La Llanada, Cumbitará, *Sotomayor* – Policarpa. Esta falla cruza el municipio por la zona oriental en sentido suroeste a noreste, ocasionado problemas de deslizamientos, erosión, hundimientos, inestabilidad del suelo y demás fenómenos geológicos inherentes, en el terriotrio localizado en la margen occidente del Río Guáitara.

5.2.3 Geología económica

Actualmente hay explotación de oro de filón de y diseminado en el sector de La Llanada – Bolívar, área de Cumbitara y NW de Sotomayor, lo cual indica que también en esta zona se debe hacer un estudio geoquímico más detallado máxime cuando al W de La Llanada, fuera del área trabajada, se conoce también explotación de manganeso.

Litología

Las rocas que se describen a continuación son ricas en minerales preciosos, principalmente el oro de veta y se trata como geología de importancia económica. En general localizadas en las regiones El Carrizal, Quebrada Honda, San Pedro hasta la zona de La Esmeralda se encuentran rocas eruptivas o depósitos neovolcánicos, constituidos por brechas bastante compactadas, con cantos de andesita de color gris o

rojizo, bombas andesíticas de tamaño variado, lapilli y ceniza en diversos grados de compactación andesítica.

En la parte baja de la región El Guayabal, Los Guabos, La Planada y en las depresiones de los ríos Patía, Guáitara y Pacual se encuentran afloramientos basálticos y diabásicos del cretáceo, caracterizados por rocas de color oscuro, muy compactados, intercalados con limolitas calcáreas, todas desarrolladas en ambiente marino. Igualmente se encuentran en los mismos sectores rocas metasedimentarias cuarzodioríticas que contienen esencialmente mineralizaciones. En la vereda San Vicente se encuentran rocas cuarzodioriticas que afectan rocas metavolcánicas y metasedimentarias de la Cordillera Occidental, conformando el stock de Cumbitara.

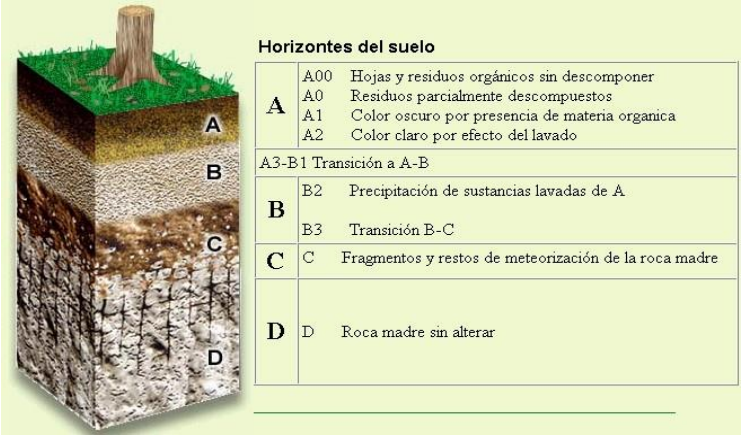
Roca Mineralizada

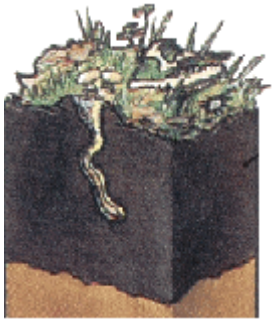
En esta región se encuentran vetas cuarzosas masivas, producto de un proceso hidrotermal epigenético, rellenando fisuras. *Roca Encajante:* Son cuarzodioritas que conforman el stock de Cumbitara, que ha sufrido fisuras al parecer del terciario y con reactivación. Las vetas varían de espesor entre 6 y 20 cms, y en buena parte se encuentran hilos desde 1cc de espesor.

En el sector de Los Guabos se encuentran rocas metasedimentarias como: metalimolitas, pertenecientes al Grupo Dagua, cubiertas por depósitos coluviales cuaternarios y cenizas volcánicas poco consolidada. La mineralización corresponde a un proceso hidrotermal que originó vetas de relleno y reemplazo, cuya composición es de cuarzo y carbonato enriquecidos en metales preciosos, especialmente oro nativo, asociados a sulfuros como arsenopirita.

5.3 SUELOS

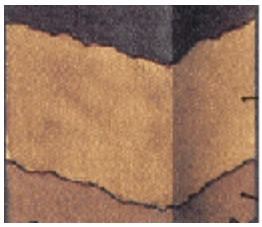
Figura 16. Esquema de la formación de suelos, de acuerdo a sus factores bióticos y abióticos.



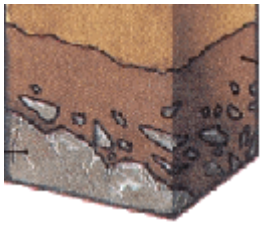


Horizonte A: Es un Epipedón Úmbrico con o sin intrusiones de detritus; de color negro, órgano melánico; textura franco arcillosa a franco limosa; consistencia friable; presencia de pedotubulus formados por microorganismos, abundantes raíces, el pH está comprendido entre 4.1 a 6.4 con un promedio de 5.42, la acides de estos suelos afecta los componentes químicos de los mismos, sus reacciones y sus intercambios catiónicos en los suelos moderadamente ácidos, se manifiestan ya que hay bajo fósforo y regular disponibilidad de calcio y manganeso.

1



Horizonte B: Este horizonte está constituido por arenas de color blanco amarillento, de gránulos gruesos, medio y finos, por ser mezclados con cristales volcánicos, feldespatos, anfíboles y magnetitas. El Horizonte de arenas blancas ejerce dos funciones de drenaje para el Horizonte A, una que es la de distribuir el agua gravitacional y la otra es la de no dejar pasar el agua capilar que desde el nivel freático sube por capilaridad a horizontes superiores. El espesor de este horizonte va desde los 30 cm a 1 m.



Horizonte C. Al horizonte arenoso, la sigue un horizonte franco arcilloso que puede ser de color café claro, hasta café oscuro, arcilloso de mediana fertilidad; estructura piramidal; puede albergar organismos edáficos y crotovinas formadas por escarabajos o cucarrones. Las crotovinas son hollitas formadas por los cucarrones que buscan deyecciones del granado equino o vacuno en medio de las cuales escarban un túnel que profundiza el suelo hasta encontrar un lugar adecuado, donde construyen la crotovina y las llenan con estiércol donde ovopositan.

Los suelos del Municipio son de origen volcánico en su mayor área, demostrado en su composición, donde se aprecia gran cantidad de sedimentos y cenizas, muchas de ellas transportadas a través de los años por escorrentía y vientos, las rocas son duras, principalmente en clima caliente y medio seco, donde la acción del agua no ayuda a su ablandamiento y degradación.

[1]Martínez S Bernardo At bastidas Hugo- 1987. "Estudios de Suelos Cuenca del Río Patía". CORPONARIÑO

Esto sucede en la mayor área habitada del Municipio, también se encuentran rocas blandas que por su formación metasedimentaria y la influencia del clima húmedo favorece su degradación, se encuentran ubicadas en la zona montañosa del Municipio, que es la mayor área sin recubrimiento fotográfico, donde se mantiene el bosque considerado como la principal reserva natural.

Suelos poco profundos y ácidos (PH entre 5 y 6), presentes en las veredas La Loma, San Pedro, El Alto, Carrizal, Quebrada Honda, Cordilleras Andinas, Los Guabos, La Planada y San Juan.

Suelos superficiales, con roca dura a 30cc ácidos (PH 5-6), muy drenados localizados en las veredas San Pedro, Carrizal, Quebrada Honda, Cordilleras Andinas, San Vicente, Providencia, Pichuelo y Huilque.

Suelos superficiales rocosos, sin materia orgánica de ácidos a neutros, (PH 6-7), en las veredas Arenal, Bajo Pacual, Guáitara, Placer, Las Delicias, Pangús, Los Guabos y La Bomba.

Suelos moderadamente profundos, ácidos (PH 5-6.5), pedregosos suceptibles de deslizamientos en las veredas Palacio, San Pedro, Aurora, Sotomayor, Huilque, Quebrada Honda, La Planada, Providencia, El Pital, Pangús, Campo Bello, Delicias y San Juan.

Suelos arenosos profundos, con alta retención de humedad, altos en materia orgánica, ácidos (PH 5-6.5), en las veredas El Alto, Carrizal, Providencia, La Planada, San Francisco, Pigaltal y Guayabal.

Suelos moderadamente profundos pedregosos de textura variable, en las veredas La Loma, El Alto, Los Guabos, La Planada, San Juan, San Francisco y Guayabal.

5.3.1 Forma del Suelo

Suelos de las formas estructurales (Vr).

Localizados en la parte occidental del Municipio zona montañosa, suelos de clima húmedo y pluvial, en diferentes pisos térmicos, en relieve muy quebrado a escarpado, muy poco evolucionado y desaturados, asociados con afloramientos rocosos (Troporthents).

Son suelos con medio a bajo contenido de materia orgánica, de Ph ácido, bajo contenido de calcio, magnesio, sodio y potasio, fósforo y a la vez baja fertilidad.

Suelos de las formas torrenciales (Ve).

Se encuentran al occidente de Sotomayor, son suelos de clima medio húmedo, en relieve ondulado a quebrado, bien a moderadamente evolucionados a saturados, se encuentran en las veredas ; Bajo Pacual, Arenal, Villa nueva, Aurora, Travesía, Palacio, El Alto, Paraíso, Carrizal, San Francisco, La Planada, Pigaltal, Guayabal y San Juan Se presentan en una topografía ondulada a quebrada.

Presentan variable contenido de materia orgánica, son moderadamente profundos, pedragosos, bien drenados, fuertemente ácidos, con gran cantidad de arcillas, bajos en fósforo y potasio y moderados contenidos de aluminio.

Suelos de las formas denudadas (Vc).

Localizados en la parte occidental del municipio, en la franja que bordea el río Telembí y en una zona en la parte norte del Municipio. Suelos de clima cálido húmedo y muy húmedo, en relieves quebrados, moderadamente evolucionados y generalmente desaturados. Son ácidos y de fertilidad moderada.

Suelos de las formas disectadas (Vd).

Ubicados en una pequeña franja al lado del río Pacual , al oriente del municipio. Suelos de clima medio, seco, en relieve quebrado, poco o moderadamente evolucionado y saturados. Fuertemente quebrados, erosionados, pedregosos, rojizos, bajo contenido de materia orgánica, ácidos y desaturados.

Suelos derivados de cenizas volcánicas (Vm).

Ocupan gran parte del Municipio, en las veredas San Pedro, Carrizal, Quebrada Honda, Cordilleras Andinas y Providencia. Suelos de clima frío húmedo y muy húmedo, en relieve fuertemente ondulado a quebrado, derivados de cenizas volcánicas, evolucionados y desaturados, se caracterizan por presentar un horizonte superficial muy profundo con espesor variable de color negro y alto contenido de materia orgánica, alta retención de humedad friable, bien drenados, pH entre 4.5 a 5.5.

Suelos de las formas quebrados (Vq).

Se encuentran en una pequeña zona bordeando el río Pacual, al oriente del Municipio, suelos de clima seco, de relieve escarpado poco evolucionados.

5.3.2 Descripción de un Perfil Típico – Perfil - 418

Profundidad Efectiva: Profundo, nivel freático muy profundo drenajes externos muy rápidos, interno medio, natural bien excesivo.
Relieve: Fuertemente quebrado a escarpado; pendiente 50% erosión ligera.
Vegetación Natural: Helechos, pillo, chilco, balso y roble.
Uso actual: Agricultura 50% ; plátano, caña de azúcar, café, pastos mejorados (dalis y micay) y naturales; rastrojos y bosques.
Material Porental: Ceniza volcánica sobre sedimentos.

De 00 - 32 cmt (A11). Se encuentran suelo pardo muy oscuro (10YR 2/2), franco arenoso, bloques subangulares muy gruesos que quiebran o gránulos gruesos, moderado, ligeramente dura friable y ligeramente pegajosa y no plástica, con frecuentes poros, finos y continuos, permeabilidad moderada, buena retención de humedad, abundantes macrorganismos y raicillas; alto contenido de materia orgánica, pH 6.0 ; límite gradual e irregular.

De 32 - 80 cm (A12). Suelo de color pardo grisáceo muy oscuro (7.5 YR 4/4), franco arenosa; bloques subangulares, medio débil, ligeramente dura muy fricable, no pegajosa y no plástica; frecuentes poros finos y continuos; permeabilidad moderadamente rápida, retención de humedad regular, abundantes macrorganismos, raicillas comunes, contenido medio de materia orgánica, pH 6.0, límite claro y suave.

De 80 - 90 cm (C1). Suelo de color pardo oliva claro (2.5 y 5/4), 2% pardo grisaceo muy oscuro (10YR 3/2). Arenosa, franca, granoso simple, suelto, no pegajosa y no plástica, muchos poros finos y medios permeabilidad muy rápida, retención de humedad muy mala, presencia de macroganismos regular, pocas raicillas, contenido de materia orgánica muy baja, pH 6.4, límite claro y suave.

De 90 -160 cm (C2). Suelo pardo a pardo oscuro (1.5 YR 4/4) 2% pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), arenosa franco, bloques subangulares medios, débil, ligeramente dura, muy friable, ligeramente pegajosa y no plástica, frecuentes poros finos medios y discontinuos, permeabilidad moderada, retención de humedad regular, pocas raicillas, contenido de materia orgánica muy bajo ; pH 6.3.

5.4 ZONA AGRICOLA

Para su clasificación y valoración se tiene en cuenta el suelo de acuerdo a su profundidad, acidez, PH, contenido de materia orgánica, drenajes y grado de pendiente.

Los suelos del Municipio de Los Andes, están formados por sedimentos de roca, lavas y cenizas volcánicas, superficiales, catalogados en la clase VI, VII y VIII de acuerdo a estudios realizados por la Secretaria de Agricultura del Departamento, con apoyo de la FAO en 1982, son suelos franco arcillosos y franco arenosos de baja fertilidad, en proceso de formación, con escasa materia orgánica, bien drenados por su formación pedregosa y/o rocosa, susceptibles a erosión.

Las clases de suelos existentes en el Municipio se localizan en las veredas en el siguientes orden:

Suelos Clase VI: Tierras de relieve quebrado a fuertemente quebrado, con pendientes entre el 25 y 50%, suelos profundos a moderadamente profundos, bien drenados, ácidos y de fertilidad baja a moderada.

Pertenecen las fases Grde-Tsd - Codef-tdde-Mjde, en clima frío; localizados en las veredas El Alto, La Loma, Arenal, Huilque, Carrizal, San Vicente, San Francisco, La Planada, Guayabal, Sectores de San Antonio, La Cocha y Campo Bello en Pangús y algunas terrazas de Sotomayor y bajo Pacual.

Figura 9. Suelos clase VI vereda San Vicente



Estos suelos presentan limitaciones para la explotación de cultivos permanentes y en ocasiones para las praderas para ganadería extensiva.

En algunas áreas de pendiente menor se pueden implementar cultivos de Café, plátano, frijol, maíz, caña y pastos pastoreo, con la condición de realizar prácticas de manejo y conservación de suelos.

Suelos Clase VII: Igualmente estos suelos van de superficiales a profundos, de textura arcillosa a franco fina, tierras de relieve quebrado a escarpado con pendientes superiores al 50%.

Figura 10. Suelos clase VII vereda Campo Bello



Pertenecen a las fases Adf-Adcd-Adef-ADde-Tebc-Teef-Tecd.Localizados en las veredas Villanueva, Arenal, La Aurora, El Alto, San Pedro, Palacio, Carrizal, Esmeraldas, Quebrada Honda, Cordilleras Andinas, Providencia, San Vicente, San francisco, La Planada, Pigaltal, Crucero, San Juan, Guayabal, Guadual, Los Guabos, Pangús, Las Delicias Campo Bello, Sotomayor y Bajo Pacual. Suelos inadecuados para cultivos y pastoreo de animales.

Suelos Clase VIII: Suelos superficiales a profundos de relieve escarpado a muy escarpado con pendientes entre 25 y superiores al 50%, afectados con erosión moderada.

A este tipo de suelos pertenecen las fases MP-Adef1-RPf3-ML. Se localizan en las depresiones de los ríos, Pacual, Guáitara, Patía, lomas de Buenavista, El Revolcadero, Pangús, estribaciones de los cerros Negro, Sotomayor, parte alta de La Planada, Carrizal y San Pedro.

Como se aprecia en la clasificación Agrológica; el área de suelos aptos para actividades agropecuarias en el Municipio de Los Andes es restringida, solamente se puede cultivar bajo sistemas de manejo y conservación de suelos en pequeñas extensiones de los suelos clase Vl y Vll, los que solo son aptos para reforestación.

La permanente tala de bosques, la colonización, trabajos en minería, construcción y mantenimiento de vías, propician la erosión, actividades que se realizan sin la aplicación

de planes de manejo que hacen que el suelo se vuelva frágil y débil ante la inclemencia del tiempo.

Figura 11. Suelos clase VIII vereda San Francisco



El laboreo con pala y las constantes quemas, hacen que se pierda su horizonte A o capa superficial, que es removido y transportada por el viento y la escorrentía a las principales fuentes de agua, que se caracterizan por su color oscuro y con presencia de materia orgánica.

Esta clase de erosión por escorrentía es el mayor contaminante de las fuentes de agua que en la actualidad carecen de fuentes de vida significativa como el plantón, fitoplanton, algas y demás microorganismos acuáticos.

CLASES AGROLOGICAS

VEREDAS O SECTORES	CLASE VI	CLASE VII	CLASE VIII
El Alto, La Loma, Arenal, Huilque, Carrizal, San Vicente, San Francisco, La Planada, Guayabal, Sectores de San Antonio, La Cocha y Campo Bello.			
Arenal, La Aurora, El Alto, San Pedro, Palacio, Carrizal, Esmeraldas, Quebrada Onda, Cordilleras			

Andinas, Providencia, San Vicente, San Francisco, La Planada, Pigaltal, Crucero, San Juan, Guayabal, Guadual, Los Guabos, Pangús, Las Delicias, Campo Bello, Bajo Pacual y Sotomayor.			
Depresiones de los ríos : Pacual, Guáitara y Patía, Lomas de Buenavista, El Revolcadero, Pangús, Estribaciones de los cerros Negro, Sotomayor, La Planada, Carrizal, y San Pedro.			

USO Y COBERTURA DEL SUELO

Con relación al uso del suelo, en la parte agrícola varía de un semestre a otro, debido a que el semestre B es mas lluvioso y los agricultores van a clima caliente a sembrar maíz y fríjol, igual sucede en clima medio y frío que los agricultores prefieren sembrar en el primer semestre del año.

Así mismo es costumbre rotar los terrenos realizando desmontes en rastrojos crecidos considerando esta actividad como una variación en uso de los suelos un año a otro. Por los prolongados veranos en los últimos 5 años los agricultores de clima caliente y medio se han trasladado a los páramos a realizar pequeños desmontes en terrenos donde antes se cultivaba papa y hortalizas para sembrar ilícitos.

USO ACTUAL DEL SUELO

Usos del Suelo	Área	Porcentaje
Zona Montañosa	40.350 has	65.80 %
Bosques secundarios	1.800 has	2.93 %
Bosque de la Colonización	1.800 has	2.93 %
Bosque de Galería	1.000 has	1.63 %
Bosque Plantado	205 has	0.33 %
Agricultura	2.474 has	4.20 %
Zona de Páramo	2.150 has	3.50 %
Pastos Naturales	2.000 has	3.26 %
Pastos Enmalezados	3.000 has	4.89 %
Silvopastoriles	781 has	1.27 %
Rastrojos	4.800 has	7.83 %
Tierras Eriales	600 has	0.97 %
Zona Rocosa	300 has	0.48 %
Zona Urbana	40 has	0.06 %
TOTAL	61.300 has	100 %

FUENTE : IGAC

5.4.1 Conflictos de Uso del Suelo

Los Suelos del Municipio de Los Andes son de vocación forestal natural, dedicados a actividades ganaderas y de cultivos limpios. Los suelos son de potencial natural forestal y el uso indiscriminado en actividades pecuarias y agricultura limpia y semi limpia, ha causado gran deterioro y ha ocasionado una serie de factores que tienen relación directa entre sí, como la erosión por tala, quemas y laboreo en pendientes superiores al 30 %.

Entendiéndose que su principal conflicto se presenta por utilizar el suelo en actividades que potencialmente corresponden a otras actividades naturales a las establecidas en estos suelos. De esta manera se encuentran suelos con las siguientes incidencias por uso inadecuado:

Suelos con sobreuso muy alto: Es el uso que se le da al suelo diferente a su capacidad potencial, presentándose exigencias mayores a las ofrecidas por éste. Estos conflictos se presentan en las veredas, El Carrizal, Quebrada Honda, Cordilleras Andinas, San Vicente, Providencia, San Francisco, La Planada, Pigaltal, San Juan, Guadual, Los Guabos, Pangús, Campo Bello, Bajo Pacual, Arenal, Villa Nueva y La Loma.

Suelos con Sobreuso: Estas Zonas presentan conflicto severo de uso, donde se le da una utilización al suelo diferente a su vocación, caracterizado por su deterioro progresivo. Se presenta en las veredas, El Arenal, La Loma, Aurora, Travesía, San Isidro, Huilque, San Francisco, San Vicente, Guayabal, El Carrizal, Cordilleras Andinas, La Planada y Pangús.

Uso Equilibrado: Utilización que se le esta dando al suelo en actividades similares a las condiciones naturales existentes, o sea que el uso actual del suelo esta de acuerdo a su potencialidad. Este uso considerado como el uso normal del suelo, se da en la Zona Montañosa sin recubrimiento fotográfico, hacia el sector del Pie de Monte Andino en los límites con Barbacoas, La Llanada y el Municipio de Cumbitára, que son las dos terceras partes del área total del Municipio. En agricultura encontramos este uso en las vegas del río Guaitara, Patía, en las veredas El Alto, El Carrizal, y Cordilleras Andinas en pasto de pastoreo.

5.4.2 Cobertura y Uso Actual de la Tierra

En la zona habitada del Municipio se nota una disminución del área boscosa por otros usos que se vienen dando al suelo. El suelo se clasifica teniendo en cuenta el uso actual de la tierra con cobertura vegetal, según el grado de protección que se ofrece al suelo considerando las especies predominantes. Según el uso actual del suelo en el Municipio de Los Andes se encuentran dos unidades principales: Cobertura Vegetal - Montañosa y Unidad Construida.

COBERTURA DEL SUELO

Descripción	Área
Vegetales: Cultivos, bosques y pastos	60.360
Tierras eriales, erosionadas y escarpadas	600
Zona rocosa y peñascos	300
Construcciones y futuras urbanizaciones	40
Total:	61.300

5.4.3 Unidades de Cobertura Vegetal

En el Municipio de Los Andes se ha dado una fuerte reducción de la cobertura natural y ampliación de la cobertura antrópica, para su estudio la dividimos en 7 subunidades características de la siguiente manera.

Bosque Natural Bajo: Con una área de 40.350 Has, ubicada en la región occidental del Municipio, sin levantamiento fotográfico ni topográfico, sobre los límites con los Municipios de Barbacoas, La Llanada y Cumbitara, el uso principal de este bosque es de protección y son bosques no intervenidos, se encuentran especies maderables como Mate, Pumanaque, encino, Pino Colombia, amarillo, cedro, chanul, pandala y gualte entre los principales.

Bosque Natural Alto: Con 2.150 Has., se localiza sobre los 3.400 msnm. en las veredas Cordilleras Andinas, Cerro Negro, Cerro Sotomayor, y el Páramo en el Escalón. Conformads por afloramientos rocosos de relieve escarpado con pendientes superiores al 50 %, con drenaje natural. La flora ha sufrido fuertes variaciones debido a las quemas que se suceden todos los años en época de verano. Se encuentran arbustos bajos y herbazales: como el frailejón, Pajonales, Plantas en cojín, lachemilla y musgos.

Bosque Plantado: En área de 205 Has. diseminadas en pequeñas plantaciones a lo largo y ancho del Municipio, conformado por plantas nativas y exóticas, donde CORPONARIÑO y la Alcaldía de Los Andes han sido los actores motivadores de su ejecución y los Campesinos sus acompañantes ejecutores. Los programas se han realizado mediante intercambio de servicios, donde ha prevalecido la siembra de exóticas por su fácil germinación y rápido desarrollo, pero no se han tenido en cuenta para su siembra las plantas protectoras, afectando la biodiversidad, además no se ha realizado investigación sobre flora y su comportamiento de exóticas en el Municipio.

Pastos Naturales y Cultivados: *Con* 5.781 Has., con especies naturales y cultivadas, principalmente: Puntero, Saboya, Gordura, Micay, Dális y Kikuyo en las diferentes veredas del Municipio, además existen cultivos silvopastoriles como protectores en clima frío y medio en San Pedro, El Alto, Palacio, Carrizal, La Planada, Guayabal y San Juan. En los pastizales no se realizan prácticas de manejo y conservación de suelos, donde es acelerado el proceso de erosión por pisoteo y sobrepastoreo, convirtiendo el suelo en improductivo, en Pangús, Campo Bello, Las Delicias y el sector de Bajo Pacual. Los Pastos mejorados ocupan menor área en las veredas El Alto, Carrizal, Quebrada Honda, Cordilleras Andinas, San Francisco, La Planada, Pigaltal, Crucero, San Juan, Pangús y Pital.

Cuadro 4. Especies Maderables en el Municipio

Clima Frío		Clima Medio y Cálido	
Campanillo	Fragua	Balso	Uña de Gato
Encenillo	Mayo	Cascarillo	Roble
Arrayán Guayabo	Motilon Silvestre	Guamo	Helecho Común
Amarillo	Olloco	Higuerón	Hojarasco
Aguacatillo	Pumamaque	Guadua	Quillotocto
Cordoncillo	Pelotillo	Guayacán	Borbasco
Cucharo	Pino Negro	Quiebra Hacha	Guarda Roclo
Tunda	Cola de Caballo	Mora	Llantén
Cedrillo	Selvarriol	Poleo	Puntelanza
Palma de Cera	Ortigo	Santa María	Caña Brava
Cedro	Encino	Charmolan	Yarumo
Gualte	Axumado	Higuerilla	Ortigo
Encino	Pichuelo	Guayabillo	Tayo
Laurel	Manduro	Caiman	Nacedero
Chilco Colorado	Carrizo	Quindecillo	Cordoncillo
Chaquilulo		Guásimo	Colla
Charmolan		Guayaco	Pendo
Quilloctocto		Pilche	Tintilla
Incienso		Pringamosa	Ovo

Rastrojos: Los rastrojos se incrementan año a año, debido a la tala de bosques secundarios, para establecer cultivos transitorios y pastos de pastoreo. La explotación del suelo en áreas inadecuadas que luego son abandonadas por la baja producción del suelo, son 4.800 Has. del área productiva del Municipio. Es elevada el área improductiva debido a que los campesinos abandonan la agricultura y ganadería por sus elevados costos de producción y baja productividad, que han ocasionado perdidas económicas considerables e incitado a sus gentes a la emigración a otras regiones del País.

Los suelos en rastrojos los encontramos en todo el Municipio, pero en mayor área en las veredas: La Loma, San Pedro, El Alto, Paraíso, Palacio, El Carrizal, Esmeralda, Quebrada Honda, Cordilleras Andinas, Providencia, San Vicente, Los Guabos, Pichuelo, Pital, Pangús, Delicias, Campo Bello, Pigaltal, San Juan, Guayabal, y Guadual donde predominan, las Chilcas, (Bacharis sp), Moquillo (Saurauria Pruinosa), Helechos (Polypodium sp), Carrizo, Zarza, Mora y Mosquera entre otras.

Colonización - Usos Múltiples: Conformado por bosque Intervenidos, pastos y cultivos. Son 4.600 Has., afectado por las quemas que se suceden cada año en época de verano, aquí el hombre a intervenido el bosque al cultivar inicialmente pancoger y últimamente cultivos ilícitos, sustituiyendo especies vegetales como el mate (Clusia SP), Motilón, encinos, Amarillo, Cucharo, Pino Colombiano, roble y guayacán entre otros, por plantas de menor tamaño como: Chilca, Hojarasco, Moquillo, helechos, charmuelan, y quillotocto. En las veredas San Pedro, El Alto, La Loma, Paraiso, Palacio, Carrizal, Quebrada Honda, Cordilleras Andinas, Providencia, San Vicente, San Francisco, La Planada y San Juan, donde la intervención del bosque primario y secundario se realiza para extraer madera

utilizada en construcciones, minería y leña utilizada actividades domésticas, ladrilleras y tejerías de Sotomayor.

Cultivos: De uso miscelanéo con cultivos, pastos y rastrojo. Esta unidad de cobertura en permanente disminución ocupa una área de 2.564 hectáreas y se encuentra en cultivos limpios y semilimpios y de acuerdo a su ciclo de producción son los siguientes.

Transitorios. Su período vegetativo es corto de 3, 6 y 12 meses, requieren de laboreo y remoción frecuente del suelo, el que permanece limpio durante el periodo del cultivo. Las principales especies son: Maíz (Zea Mais), Frijol Arbustivo y Yuca.

Semipermanentes y Permanentes. Para estos cultivos se requiere, siembra, laboreo y recolección por largos periodos vegetativos, estos cultivos no requieren remoción frecuente y continua del suelo, entre sus cultivos se encuentran: Café, plátano y caña panelera, su uso es de agricultura tradicional y mediana economía campesina, en Sotomayor, Arenal, Huilque, La Loma, Los Guabos, San Francisco, San Vicente, La Loma, La Planada, Pigaltal, San Juan, Guayabal, Pangús y Delicias.

PRINCIPALES CULTIVOS CON AREA REPRESENTATIVA

CULTIVO	AREA HAS	VEREDAS
Café	1.070	Arenal, Huilque, La Loma, Pueblo, LA Planada y Guayabal
Plátano	885	La Planada, San Francisco, Arenal, Huilque y San Vicente
Maíz semestral	280	Carrizal, Alto, San Pedro, Palacio y Pangús
Frijol arbustivo	201	Pangus, Villanueva, Guayabal, Bajo Pacual y Placer
Maní	45	Pangus, Campo Bello, Las Delicias, Villa Nueva y Huilque
Caña panelera	93	El Alto, Huilque, La Loma, Arenal y Guayabal
Pastos pastoreo	5.000	La Planada, San Francisco, Carrizal, El Alto y Pangús.

FUENTE : Unidad Municipal de Asistencia Técnico Agropecuaria UMATA. 1999

Tierras Eriales: En área de 600 Has., suelos escarpados, sin vegetación a causa de la erosión progresiva. En las veredas San Pedro, El Carrizal, Providencia, cerro Negro, Cerro Sotomayor, La Planada, Delicias, Pigaltal, San Juan, y Parte baja del Río Guáítara.

Suelos Rocosos: Area 300 Has., son los grandes peñascos ubicados en las partes media y baja de los Ríos Pacual, Guaítara y Patía, en los cañones de las quebradas Piscoyaco, San Pedro, Quebrada Honda, Nacedera y la Cuscunga, en los Cerros Negro y Sotomayor, igualmente en las faldas de la cordillera Occidental en San Juan, La Planada, Quebrada Honda, El Carrizal, San Pedro y la Hoya en la vereda Los Guabos.

Suelos Construidos: En área de 40 Has., las construcciones corresponden a la zona urbana de Sotomayor, con proyectos de construcción de nuevos barrios que se consideran urbanas por tener acceso a los servicios que presta el municipio y las construcciones rurales, las vías y establecimientos educativos con sus anexidades.

5.4.4 Zonas de Vida

- **Bosque Húmedo Premontano (bh - PM).**, Se localiza en la zona central y se inicia en Villanueva, La Loma, El Alto, Paraiso, Palacio, Carrizal, Quebrada Honda, Huilque, Los Guabos, San Francisco, San Vicente, La Planada, Pigaltal, Crucero y San Francisco. Se ubica desde los 1.300 a 2.800 msnm Su temperatura oscila entre los 18°C y 24°C, y el prmedio anual de lluvias está entre 8000 y 2.000 mm.

- **Bosque Seco Montañoso Bajo (bs - MB).** en Bajo Pacual, La Bomba, Voladero, Muralla y continúa por San Pedro, Carrizal, Palacio, Esmeralda, Quebrada Honda, Cordilleras Andinas, Providencia, parte alta de La Planada y San Juan. A 3.000 msnm, igualmente se encuentra un sector junto a la zona montañosa el páramo El Carrizal. Se ubica desde los 800 msnm, Su temperatura oscila entre los los 12°C y 24°C. a 3.000 msnm., y su promedio anual de lluvias está entre 800 y 1.000 mm.

- **Bosque Húmedo Montano Bajo (bh – MB).** Se localiza al costado occidental de la las vertientes de los ríos Guáitara, Pacual y Patía, en la zona oriental del teriotrio municipal, en sentido sur (Quebrada El Murcielago) norte (Quebrada El Limonal). Su altitud promedio esta entre los 2000 y 2200 snms y su tempertura promedio es de 24°C., y su promedio anual de lluvias está entre 1.000 y 2.000 mm.

- **Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (bmh - MB).** Se ubica en la zona montañosa del Municipio de los 2.200 msnm, hacia abajo, inicia en la región de El Palmar en el Municipio de La Llanada y termina en Barbacoas. Su tempertura oscila entre los 12°C y 24°C., el promedio anual de lluvias está entre 2.000 y 4.000 mm.

- **Bosque Húmedo Montano (bh - M).** Se extiende desde los 2.200 msnm en San Pedro, pasa los 3.400 msnm en el páramo de Cordilleras Andinas y termina en 2.200 msnm en la zona montañosa, cubre las veredas de San Pedro, Páramo El Carrizal, Cordilleras Andinas, Providencia y el páramo de las Delicias en la Planada. Su temperatura oscila entre los 6°C. 12°C. el promedio anual de lluvias está entre 2.000 y 4.000 mm.

- **Bosque Seco Premontano (bs – PM).** Se localiza al sur oriente del territorio municipal en el curso del Río Pacual, Corregimiento Especial de San Sebastián en las veredas El Arenal, Villanueva y Bajo Pacual. La temperatura promedio es de 24°C y el promedio anual de lluvias oscila entre 500 y 1000 mm, y su altura es de 1.400 msnm.

- **Bosque Seco Tropical (bs - T).** Esta zona se localiza en los sectores de Tablado, Guayabal, Curiaco y Bajo Tolima en el corregimiento de La Planada, localizada en la zona centro oriental del Municipio. La precipitación y humedad son escasas ocasionando sequía. Esta zona de vida se encuentra a 1.600 msnm y su temperatura promedio es de 24°C., el promedio anual de lluvias es de 1000 y 2000 mm. Y su altura va de los 0 a 1.100 msnm.y el promedio anual de lluvias está entre 500 y 1.500 mm.

- **Bosque Muy Seco Tropical (bms - T).** Se ubica sobre los 600 msnm en el río Guaítara, y su temperatura promedio es de 24°C., en el Corregimiento de Pangús, en los sectores de San Antonio, Pangús, Campobello y Quebrada Honda en límites con el Tolima en Guayabal, en las inmediaciones de los Ríos Patía y Pacual, en la zona oriental del Municipio. El promedio anual de lluvias es de 1.000 y 1.500 mm. con sequía.

- **Bosque Pluvial Premontano (bp – PM).** Corresponde a la más extensa zona de la subregión occidental del Municipio de Los Andes, y se caraceriza por estar a una altura que oscila entre los 900 y 1.800 msnm, su alta precipitación se debe a las condensaciones de las masas de aire provivnietnes del bosque muy húmedo tropical que lo delimita hacia las llanura del Pacífico. Su temperatura promedio es de 24°C.

- **Bosque Pluvial Montano Bajo (bp – MB).** Este tipo de bosque se encuentra localizado en la zona occidental del Municipio de Los Andes, en la cuenca correspondiente a los ríos Cuembí y Sumanbí. Se caracteriza por estar expuesto a la condensación de los aires cargados de humedad provinientes del Océano Pacífico. Su Altitud esta entre 500 y 1500 msnm y su tempertura promedio es de 24°C., su promedio anual de lluvias es de 4.000 mm.

- **Bosque Húmedo Tropical. (bh – T).** Esta zona se localiza en la región occidental del territorio municipal a sector, en los límites con el Municipio de Barbacoas y su altitud oscila entre los 500 y 1000 msnm, y con una vegetación no intervenida por las condiciones climáticas y la ausencia de una red vial que la comunique con la región oriental poblada. Se caracteriza por formar parte de las terrazas del Pacífico sin intervención en condiciones muy severas de ata pluviosidad. Su temperatura esta sobre los 24°C., su promedio anual de lluvias oscila entre 4.000 y 8.000 mm.

- **Bosque Muy Húmedo Tropical – (bmh – T).** Se ubica en la parte centro oriental del Municipio y en una franja al occidente de los Ríos Cuembí y Sumbiambí y sus afluentes, a un altura de menos de los 500 msnm y corresponde a la llanura del Pacífico con características de bosque tropical no intervenido. Su temperatura está sobre los 24°C., su promedio anual de lluvias oscila entre 4.000 y 8.000 mm. y su humedad es alta. Ver Mapa 11 Zonas de Vida.

5.4.5 Flora y Fauna

El Municipio de Los Andes al encontrarse localizado entre una gran zona de la Cordillera Occidental y por formar parte de la vertiente del Océano Pacífico, posee diversos climas dados por la variedad del relieve, por lo tanto se encuentran una gama variada de vegetación e igualmente una variedad de especies faunísticas.

Actualmente no existe un inventario técnico – científico sobre la clasificación de la fauna y flora de la región y del municipio, por lo cual la información es muy fragmentada y dispersa, lo que no permite contar con un control exacto sobre los parámetros de extinción que se vienen dando aceleradamente.

Sin embargo se ha venido levantando una relación general de las especies existentes en el territorio por parte de entidades que realizan estudios de diversa índole en el Municipio,

además soportadas por la tradición oral de la población rural, listados que se han venido alimentando a través del tiempo y sirven de referente de la situación actual.

En general se observa una alta presión por las especies silvestres de la región y alto nivel de deforestación en la zona de la cordillera, lo que trae como consecuencia una disminución de la flora y fauna, situación que no tiene control por parte de las entidades responsables de su manejo y control, llegando a situaciones críticas en la degradación del medio ambiente del territorio.

Las especies animales en extinción en el territorio analizado son las siguientes: venado, danta, oso hormiguero, tigrillo, guagua u puerco espín; en cuanto a la avifauna el gavilán, el águila, el cóndor, la perdíz y el loro, también se encuentran en vía de desaparición, en conjunto con la vegetación que sirve de hábitat a estas especies, en este sentido no se cumple con los Decretos 1608 de 1978 sobre Fauna Silvestre.

FLORA, FAUNA Y AVIFAUNA MUNICIPIO DE LOS ANDES

Flora		**Fauna**	
Nombre común	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Nombre científico**
Aguacate	*Persea americana*	Oso enjaquemado	*Mirmecophaga*
Encino	*Weinmannia tomentosa*	Oso Alobado	*Mirmecophaga*
Gualte	*Nombre local*	Oso Hormiguero	*Mirmecophaga tridactyla*
Hojarasco	*Bambusa guadua*	Tejón	*Meles Taxus*
Yarumo	*Cecropia aracnnoides*	Tigrillo	*Ttremarctos ornatus*
Arrayán	*Myccanthes leucoxyla*	Venado	*Masana rufiña*
Quillotocto	*Tecoma stams*	Guagua	*Agouti taczanowoski*
Campanilla	*Nombre local*	Saíno	*Felois*
Helecho	*Polidium SP.*	Voruga	*Nombre local*
Musgo	*Daltomia gracilis*	Comadreja	*Mustela Sp*
Líquenes	*Evernia prunastri*	Cosumbe	*Nasua narica*
Vicundos	*Guzmania candelabrum*	Raposa	*Didelphis albiventris*
Orquídea	*Epidendrum paniculatum*	Puerco Espín	*Coendus sp.*
Palmito	*Chamerpos humilis*	Danta	*Tapirus pincheque*
Piñuela	*Bromelia caratas*	Conejo silvestre	*Silvilagus brasilhonsis*
Cedro	*Cedrela momtana*	Zorro	*Speothos venatisus*
Palma Bomboná	*Coryphia miner*	Armadillo	*Tolypeutes tricinctus*
Iraca	*Carludovica palmata*	Lobo	*Canis culapeus*
Cedrillo	*Brumellia comocladifolia*	Armadillo	*Tapirus pincheque*
Espino	*Crataegus oxyacantha*	Ratón silvestre	*Thomasomys laniger*
Guabo Churimbo	*Nombre local*	Ratón de agua	*Ictiomys sp*
Charmolán	*Policourea sp.*	Avifauna	
Manduro	*Clethra fagifolia*	Pava	*Penelope montagni*
Motilón dulce	*Hieronima colombiana*	Colibrí	*Oreotrochilus chmborazo*
Guayabillo	*Psidium Guayava pomiferum*	Perdíz	*Odonthophorus hyperthus*
Sangre de Drago	*Dracaena draco*	Aguila	*Leocopterus princeps*
Pan de azúcar	*Nombre Local*	Cóndor	*Vutur gryphus*
Pino colombiano	*Podocarpus deitolius*	Gorrión	*Paster domesticus*
Olloco	*Hediosmunbomplandranum*	Loro	*Leptosittacca branicki*
Palma de Cera	*Ceroxylon quindiuense*	Azulejo	*Thraupis episcopus*

FLORA, FAUNA Y AVIFAUNA MUNICIPIO DE LOS ANDES **(Continuación)**

Flora		Flora	
Nombre común	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Nombre científico**
Uña de Gato	*Ononis spinosa*	Aliso	*Alnus jorullensis*
Orégano	*Origanum vulgare*		
Tintilla	*Nombre local*	Siete Cueros	*Tibouchina sp*
Mosquera	*Nombre local*	**Guadua**	***Guadua angustifolia***
Peudo	*Nombre local*	Guarango	Minosa quitensis
Pringamosa	*Nombre Local*	Marco, Altamisa	*Ambrosia arborense*
Higuerón	*Orepanax bogotense*	Mote	*Hesperomeles sp.*
Obo	*Nombre local*	Mayo	*Tibouchina mollis*
Guásimo	*Nombre local*	Matico	*Lepeclina salviaefolia*
Caspe	*Nombre local*	Pispura	*Dalea caerulea*
Mallorquín	*Nombre local*	Sauco negro	*Cestrum tomentosum*
Paja	*Festuca procera*	Borrachero	*Brumansia sanguinea*
Laurel de Cera	*Myrica pubesens*	Chaquilulo	*Mecleamina Nuprestis*
Laurel	*Laurus nobilis*	Carrizo	*Chussquascondes*
Guamo	*Inga Codonantha*	Roble	*Querews granatensis*
Carrizo	*Chussquea scandens*	Cordoncillo	*Piper botensis*
Guayacán	*Lafoencia sp*	Balso Blanco	*Ochromo pyramidale*
Hojarasca	*Bambusa guadua*	Naranjo	*Solanum quitoense*
Palma Real	*Oreodoxa Regia*	Acacia	*Acacia decurens*
Cujaco	*Solanum ovalifofolium*	Chilco Blanco	*Bacharis floribunda*
Ajumado	*Alnus jurullenses.*	Chilco Colorado	*Bacharis floribunda*
Helecho Mocho	*Polipodium SP.*	Chilco Amarillo	*Miconia SP.*
Mora	*Mosusalba*	Motilón Dulce	*Hieronima colombiana*
Capulí	*Prunus serofina*	Motilón Silvestre	*Fresiera*
Encina	*Quercus ilex*	Cordoncillo	*Piperbogotensis*
Zarza	*Rubus Tomentosus*	Cedrillo	*Phillanthes solviaefolius.*
Balso Blanco	*Ochromo Phiramidale*	Roble	*Querews granafensis*
Pino Colombiano	*Pinus Colombiano*	Yarumo	*Cecropia Araxnnoides*
Higuerón	*Orepanax bogotense*	Guadua	*Guadua angustifolia*

Fuente: Plan de Gestión Ambiental Departamental, CORPONARIÑO. 1997-2001. Informe Ambiental Contraloría Departamental, 1996.

5.4.6 Recurso Pesca

La actividad pesquera continental de tipo fluvial en el territorio oriental del Municipio de Los Andes se efectúa en los ríos que forman parte de su sistema hidrográfico, y se realiza con un carácter recreativo y de esparcimiento, dadas la escasa cantidad de especies naturales las cuales están en vía de extinción por la alta contaminación de las corrientes de agua en todos los lugares que permiten esta actividad. En el territorio occidental del Municipio se conoce por refentes la riqueza pesquera de los ríos que bajan de la cordilleray se internan en las terrazas y llanura del Pacífico.

5.4.7 Acuicultura

La acuicultura considerada como el cultivo de especies hibiológicas enmediante tpecnicas apropiadas en ambientes naturales o artificiales, es escasa en el terriotiro municpal, únicamente en el Coregimiento de El Carrizal, se viene paracticando en menor escala el cultivo de trucha y tilapia roja camacha y como una pequeña microempresa familiar, cuya rentabilidad es apenas significativa para sus propietario.

5.4.8 Especies Maderables

Es de vital importancia resaltar la reserva forestal de la zona occidental, considerada como una de las más variadas de la región, por cuant allí se encuentran bosques aún no intervenidos, lo cual representa un área de espcial interés en materia de recursos naturales, por lo cual es necesario que el Municipio en conjunto con las entidades respobsables del control y manejo de estos recursos, establezcan un plan de manejo de los bosques.

La explotación de estos recursos naturales renovables, se hace sin un plan establecido, disminuyendo la capacidad de oferta ambiental del muniicpio; las especies maderables con mayor explotación son el amarillo, cedrillo, garumo, guayacán, encino entre otros, los cuales son comercializados en la localidad y en la región, para ser utilizados en la construcción de viviendas y en menor escala para manufactura.

ESPECIES MADERABLES

ESPECIES MADERABLES CLIMA FRIO		ESPECIES MADERABLES CLIMA MEDIO Y CALIDO	
Nombre Común	***Nombre Científico***	***Nombre Común***	***Nombre Científico***
Campanillo	*Nombre local*	Balso	*Ochoroma Lagopus*
Encenillo	*Weinmannia SSP*	Cascarillo	*Ladembergiaspa*
Arrayán Guayabo	*Myrcia*	Guamo	*Ingaspp*
Amarillo	*Miconia sp.*	Higuerón	*Ficusradula*
Aguacatillo	*Laurus carnonis*	Guadua	*Guadua angustitolio*
Cordoncillo	*Clusia SSP*	Guayacán	*Laforencia speciosa*
Cucharo	*Nombre local*	Quiebra Hacha	*Nombre local*
Tunda	*Brunellia SSPP*	Mora	*Morusalba*
Cedrillo	*Brumellia comocladifolia*	Poleo	*Rugelium SSP*
Palma de Cera	*Cedrela SSP*	Obo	*Nombre local*
Cedro	*Cedrela SSP*	Charmolan	*Policourea sp.*
Gualte	*Nombre local*	Higuerilla	*Ficus carica*
Encino	*Weinmanniaspp*	Guayabillo	*Psidium Guayava pomiferum*
Laurel	*Laurus nobilis*	Tintilla	*Nombre local*
Chilco Colorado	*Escallonia Paniculata*	Quindecillo	*Nombre local*
Chaquilulo	*Macleania ruprestis*	Guásimo	*Nombre local*
Charmolan	*Guissanthus serrulatus*	Guayaco	*Caesalpinia melanocarpa*
Fragua	*Bejaria aestuans*	Uña de Gato	*Ononis spinosa*
Mayo	*Meriania splendens*	Roble	*Querews granatensis*
Motilon Silvestre	*Frezieralanescens*	Helecho Común	*Dacana Humilis moore*

Olloco	*Hedyosmunracemosun*	Hojarasco	*Nombre local*
Pumamaque	*Orepanaxnigrus*	Quillofocto	*Tecomastans*
Pelotillo	*Viburnum SSP*	Barbasco	*Nombre local*
Pino Negro	*Pinus Syvetris*	Guarda Roclo	*Hypericum SSP*
Cola de Caballo	*Equisetum SSP*	Llantén	*Plantago SSP*
Selvarriol	*Nombre local*	Puntelanza	*Nombre local*
Ortigo	*Urticadiareal*	Caña Brava	*Guadua angustifolia*
Ajumado	*Alnus jurullenses*	Yarumo	*Nombre local*
Quilloctocto	*Tecoma stams*	Ortigo	*Urtica dioica*
Pichuelo	*Nombre local*	Tayo	*Nombre local*
Incienso	*Boswelia*	Nacedero	*Nombre local*
Manduro	*Clethra fagilolia*	Cordoncillo	*Piperbogotensis*
Carrizo	*Chussquascondes*	Caspe	*Nombre local*
Chipo	*Nombre local*	Pendo	*Nombre local*
Mayorquín	*Nombre local*	Pilche	*Nombre local*
Guarumo	*Cecropia mexicana*	Pringamosa	*Nombre local*

5.5 ACUEDUCTO LA PLANADA

Es un acueducto regional porque abastece a diferentes veredas como son: La Planada, San Juan, San Francisco, Pigaltal, Guayabal y los sectores El Crucero y Guadual

La captación se hace en la Quebrada El Nacedero. Esta fuente hídrica es de gran importancia para la región por sus altos caudales y a la diversidad de fauna y flora ubicada en las partes altas. La captación es superficial se toman 8 LPS, de los cuales 5 LPS, abastecen a la población; posee un desarenador convencional que reparte por medio de una tubería de 4" PVC a diferentes tanques de almacenamiento ubicados en La Planada, San Francisco, Guayabal y San Juan, cada uno con una capacidad hasta 45 M3 de capacidad y mediante cámaras de derivación se distribuye a los sectores de Pital, Guadual y El Crucero.

La cobertura del sistema es del 90% ; no es total debido a que existen viviendas ubicadas sobre el nivel del tanque de distribución, algunos quedan en partes muy lejanas de la red de distribución, y otras porque no colaboraron en la construcción de la obra.

Con el tiempo la red se ha ido ampliando debido a que muchos usuarios han hecho la solicitud de que sus viviendas queden conectadas a la red de distribución; esto ha generado algunos problemas aislados en unos sectores debido a que se ha incrementado el número de usuarios, pero con ciertos aditamentos el sistema es capaz de abastecer a toda la población.

Este acueducto no tienen ningún sistema de tratamiento; estudios y análisis realizados por el Instituto Departamental de Salud de Nariño, dan a conocer que este líquido presenta contaminación por materia fecal ya que se detectan coliformes totales y fecales, además la comunidad sufre de enfermedades gastrointestinales sobre todo en la población infantil; el agua es aceptada fisicoquimicamente y no aceptada bacteriológicamente.

Dentro de la comunidad existe un fontanero el cual se encarga de realizar el mantenimiento del sistema, mantenimiento que tan solo consiste en la limpieza de la bocatoma y los diferentes tanques; es una persona no capacitada técnicamente para reparaciones de mayor exigencia.

5.6 ACUEDUCTO DE PANGÚS

Abastece a 40 familias de la vereda de Pangús y el sector del Guayabillo. La fuente de abastecimiento es la Quebrada La Palma, la bocatoma posee una captación de fondo con rejilla, cámara de salida y tubería de aducción de 2/2", el desarenador es de tipo convencional de tolva con válvula de lavado protegido con placa con dos aireadores, la conducción se realiza por una tubería PVC de 2 ½", 2", y 3/4" que conecta a dos tanques de almacenamiento, 1 en Pangús y 1 en Guayabillo con longitud de 2kms y 3.5kms, respectivamente; posee 3 ventosas y 5 válvulas de purga, los tanques de almacenamiento de 35 M3 de capacidad se encargan de distribuir el agua a las casas con tubería domiciliaria de ½".

5.7 ACUEDUCTO SAN VICENTE

Ubicado sobre la cuenca de la Quebrada Honda, en una zona de alta pluvíosidad que presenta un buen número de quebradas y arroyos pequeños, pero debido a los cambios atmosféricos y a la constante tala de bosques en las partes altas de las montañas, áreas aptas para los cultivos ilícitos, estos arroyos tienden a disminuir sus caudales sobre todo en época de verano.

Tiene su bocatoma sobre un pequeño arroyo, posee una rejilla de fondo la cuál capta aproximadamente 2.5 LPS, un desarenador convencional de una tolva que separa las partículas gruesas de arcilla y arena, sus medidas son de 3.60 x 1.60 x 2.0 Mts de fondo; junto a esta el tanque de almacenamiento de 25 metros cúbicos, del cual sale una tubería de 2" PVC y la red de distribución. La bocatoma se ubica bajo un camino de herradura de alto tránsito peatonal, no presenta ninguna protección que evite la entrada de animales ya que el afluente se ubica entre diferentes potreros; la falta de candados permite la fácil entrada al interior de los tanques a personas que pueden causar daños a la estructura.
La cobertura del acueducto es del 85%, la comunidad se encarga de realizar un mantenimiento periódico del sistema sin capacitación técnica. Estudios realizados por el Instituto Departamental de Salud de Nariño reporta la presencia de contaminantes de tipo fecal, es una agua no aceptada bacteriológicamente.

La cuenca se encuentra deforestada en su gran mayoría, no posee un tratamiento para potabilizar el agua, la bocatoma se encuentra desprotegida permitiendo la entrada de personas y animales al sector. Una Junta Administradora se encarga del mantenimiento.



DIAGNOSTICO SECTOR MINERO

A continuación se realizará una breve descripción de los procesos y etapas que se presentan dentro de todo el sector minero, además se presenta como complemento del diagnóstico minero dar a conocer a parte de los procesos y actividades que se generan dentro de una planta de beneficio mineral los efectos que causa la utilización de sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para la integridad de cada uno de los trabajadores del proyecto.

5.8 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO MINERO TRADICIONAL

Teniendo en cuenta que el ministerio de minas y energía expidió los Términos de Referencia que tienen como objetivo definir en el ámbito general los requerimientos, elementos y condiciones de los estudios, trabajos y obras de la industria minera en sus fases de exploración técnica, construcción y montaje, explotación, beneficio, transformación y transporte de los recursos minerales que se encuentren en el suelo o el subsuelo de propiedad estatal, y asegurar que su aprovechamiento comercial e industrial se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país.[2]

- **Exploración**

La exploración que realizan los mineros para ubicar yacimientos, consiste en extraer muestras de las vetas afloradas por medio de cuñas de hierro o barras para luego triturarlas a mano con macetas en piedras, morteros de hierro, o cabezotes de pisones o dados, hasta obtener una muestra totalmente pulverizada, seguida de cateos en bateas de madera o metálicas; los mineros pueden calcular la cantidad de oro que pueden recuperar por carga (1 carga equivale a 100 kilogramos).

- **Explotación**

Cuando el minero cree que la veta es rentable económicamente para trabajarla, sigue un método de explotación ya sea con guías en el rumbo de la veta y tambores en el buzamiento cuando la veta es vertical; cámaras y pilares cuando la veta es horizontal y la combinación de las dos cuando la veta es inclinada. Estos trabajos se realizan sin ningún planeamiento técnico, explotando el mineral hasta el agotamiento de las zonas enriquecidas y haciendo que la minería manejada en esta forma, se convierta en un negocio económicamente riesgoso.

- **Arranque**

Una vez definida la ubicación de un nuevo túnel, el avance se realiza bien sea en forma manual o con el uso de herramientas neumáticas como martillos de perforación y barrenas de diferentes dimensiones. La preparación de las voladuras se hace a criterio del perforador (arrancador) y para el cargue de los barrenos se utiliza explosivos como el anfo accionado con fulminantes a base de estignato de mercurio, mecha de seguridad o cordón detonante. Para iniciar la voladura y de acuerdo al número de barrenos a detonar, el número de personas puede variar. Realizada la voladura, se deja des gasificar el

[2] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, Términos de referencia – p. 5.

socavón por un determinado tiempo y posteriormente se retira el material esteril y el mineral a beneficiar. La mayoría de los túneles no tienen las dimensiones y pendientes reglamentarias para la evacuación de los diferentes tipos de materiales.

- **Cargue y transporte interno**

El cargue en los frentes de trabajo, se realiza manualmente con palendra, el transporte de mineral a beneficiar y el esteril desde el frente de arranque hasta la boca mina, se hace con carretas, vagonetas, malacates eléctricos, sacas plásticas y parihuelas. Internamente cuando la mina tiene tambores, el transporte se realiza por gravedad de un nivel superior a un nivel inferior. En las bocaminas es común encontrar patios de acopio en donde se clasifican los materiales, se efectúa la trituración manual primaria y la ganga o esteril es depositada en los botaderos contiguos.

- **Transporte externo**

El transporte del mineral desde los patios de acopio de boca mina, es llevado a los molinos y plantas de beneficio por diverso medios dependiendo factores como la capacidad económica del minero, condiciones topográficas del sector, distancias y vías de acceso; se efectúa por medio de cables aéreos, a lomo de mula, en saquillas al hombro, en cueros que ellos mismos arrastran y en pocos casos en vehículos.

- **Sostenimiento de socavones**

Dentro del proceso productivo, se tiene en cuenta otras labores como sostenimiento de los socavones por medio de puertas alemanas, canastas, palancas elaboradas con maderas de la región, también es común encontrar minas con sostenimiento natural, es decir galerías en roca debido a la presencia de respaldos con buena competencia y también excavaciones con rellenos de espacios vacios ya explotados con esteriles extraídos de los mismos frentes de trabajo.

- **Ventilación**

La ventilación en la mayor parte de las minas es de tipo natural, presentando problemas de ausencia de oxigeno debido a que la mayoría de los socavones, son de considerable extensión lo que dificulta la respiración de los trabajadores. En pocas oportunidades se construyen tambores o pozos de ventilación a superficie para lograr un circuito de ventilación definido y facilitar la evacuación de gases provenientes de voladuras, descomposición de madera, combustión de velas para iluminación y respiración de los mineros.

- **Iluminación**

El alumbrado interno, se realiza con velas, bombilleria de conexión eléctrica, en pocos casos con plantas generadoras de energía eléctrica y últimamente con lámparas de batería recargables. En muchas zonas de trabajo, socavones con deficiencia de iluminación, lo que puede originar accidentes y generación de enfermedades profesionales como el NISTAGMUS (pérdida gradual de la visión). En los últimos años

debido a la ampliación de las redes eléctricas nacionales, se visualizan un incremento significativo de iluminación de las labores mineras subterráneas.

- **Justificación económica**

Los tenores de oro que oscilan entre 15 y 25 gramos por tonelada según pruebas realizadas en ensayos al fuego en los laboratorios del Centro Ambiental Minero de Sotomayor de las distintas minas del municipio de Los Andes por los procesos de beneficio tradicional, su recuperación es aproximado del 75%; beneficiando el mineral en la planta piloto, se recuperaría entre el 90% y 95% permitiendo una mayor capacidad de reinversión al minero en sus labores extractivas y por ende mayor regalías al municipio.

- **Justificación social**

La falta de tecnologías apropiadas para beneficiar los minerales auroargentiferos y su poca recuperación permiten que el proyecto sea de gran importancia por cuanto eleva la producción, generando 5 empleos directos en la planta en lo que respecta al personal que elabora allí y 5 personas en transporte con volquetas; por otra parte también genera trabajo para 80 mineros informales que laboran en las diferentes minas legales del municipio. Lo anterior refleja mayores ingresos para el gremio minero y al municipio; permitiendo mayor capacidad económica para obras sociales y en general un mejoramiento en la calidad de vida de sus moradores. Al contorno de la planta piloto de beneficio de minerales congrega una mayor actividad minera, impidiendo los tradicionales procesos migratorios hacia los centros urbanos y evitar la siembra de cultivos ilícitos.

Figura 12. DIagrama de flujo plantas de beneficio mineral

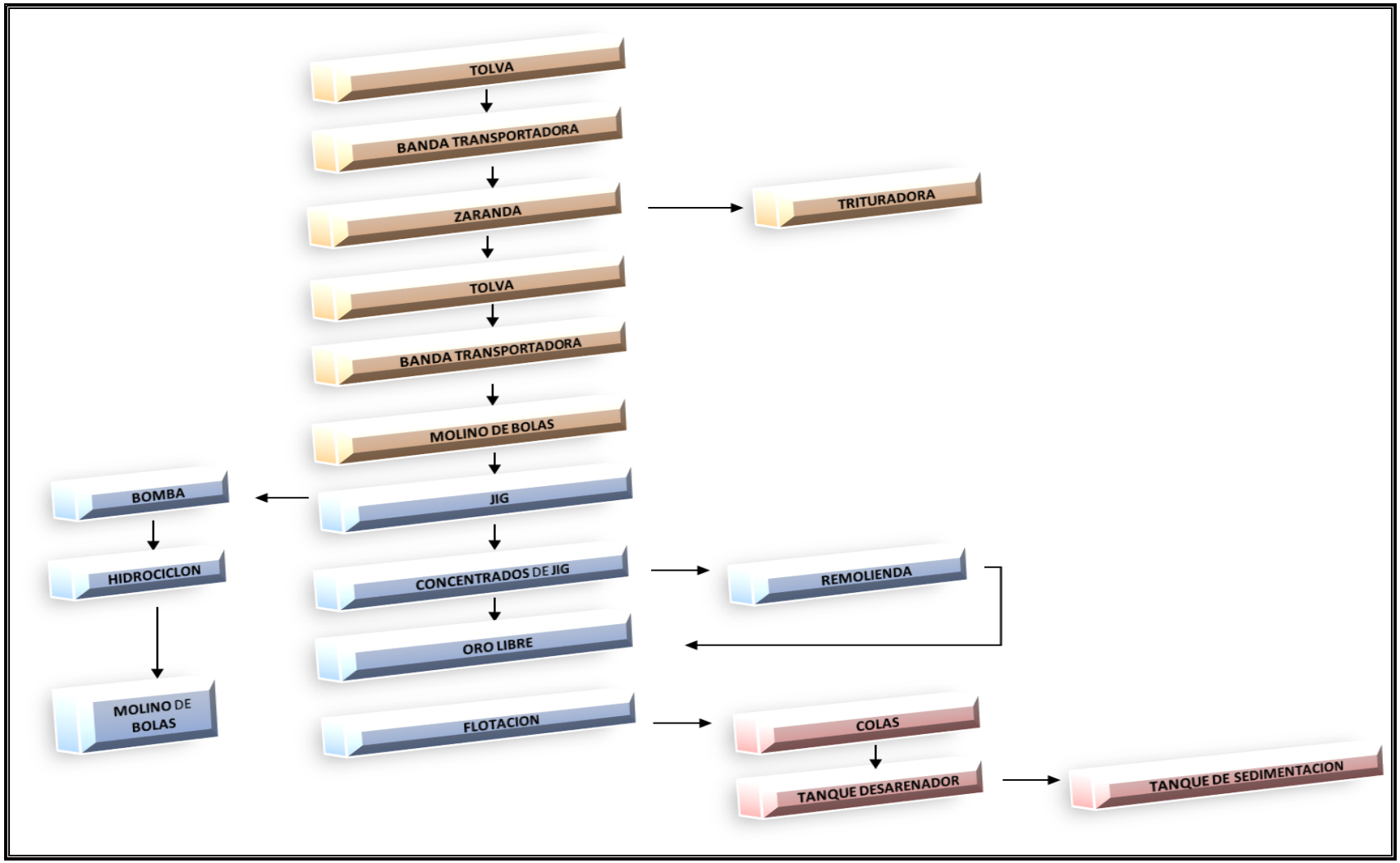
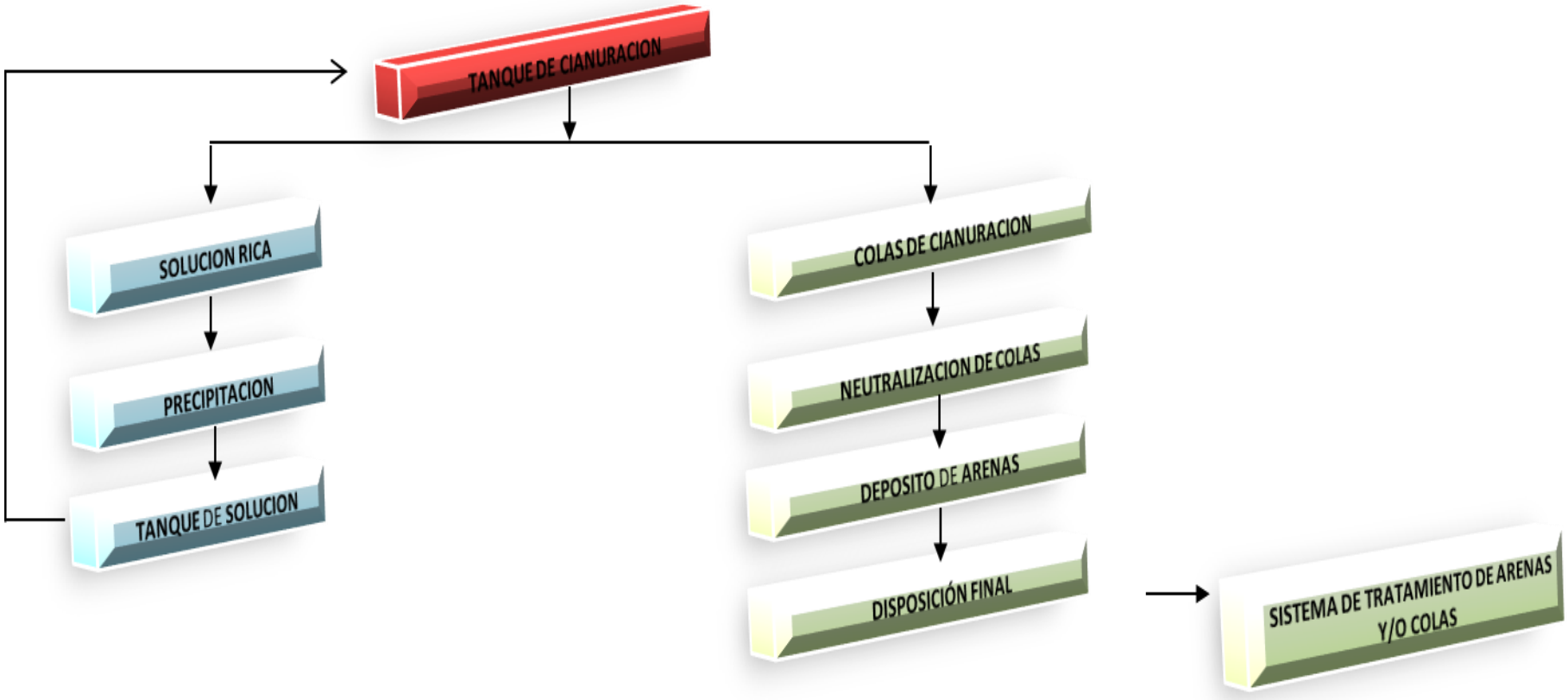


Figura 13. Sistema de recirculación para el proceso de cianuración



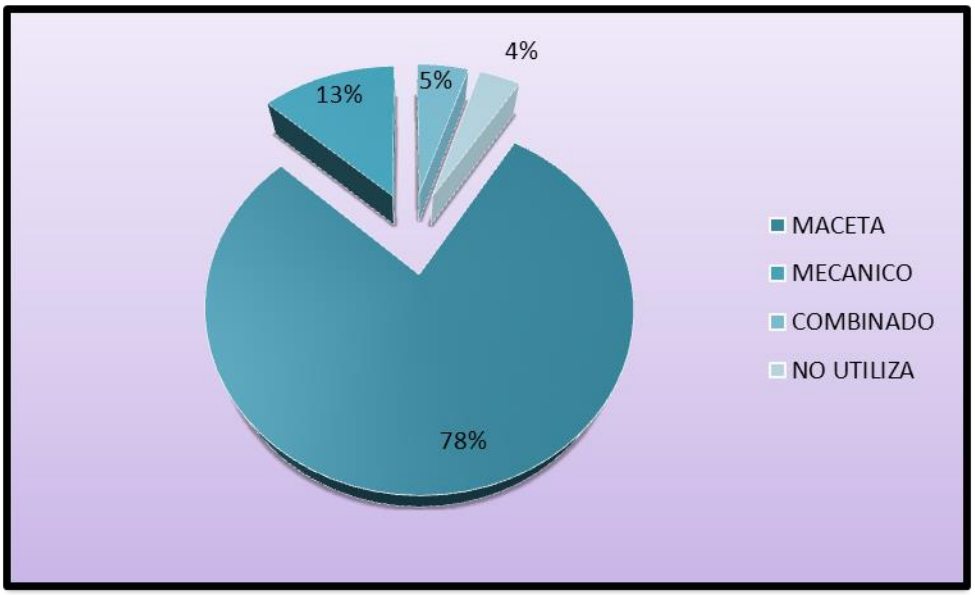
5.9 PREPARACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES

5.9.1 El proceso de beneficio y metalurgia: En esta etapa, el mineral sufre tres procesos relacionados con la ocurrencia del oro.

5.9.2 Etapa de conminución

Trituración: En la mayor parte de las minas, la trituración se realiza de forma manual con macetas y dados de apoyo; en muy pocas unidades de producción minera se procede con trituradoras de mandíbulas para reducir el material y obtener el tamaño de entrada a los molinos subsiguientes. La trituración antes de los procesos y procedimientos de beneficio es de suma importancia, y según censo minero por parte de la Oficina Municipal de Asuntos Mineros en el municipio de Los Andes se tiene: el 78% de la trituración se ejecuta con una maceta, el 13% utiliza como equipo importante la trituradora de mandíbulas, estas se encuentran en las minas de mayor organización, un 5% utiliza estos dos elementos combinados y un 4% no realiza ningún proceso de conminución debido a la baja dureza del mineral.

TIPOS DE TRITURACIÓN

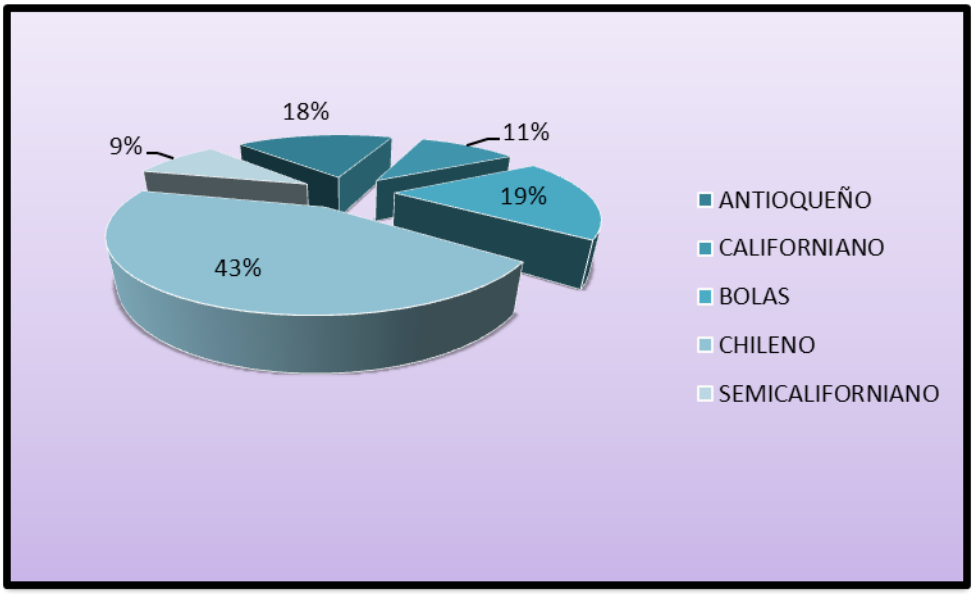


Molienda: Los procedimientos de conminucion de minerales, son similares en todas las minas, variando únicamente el tipo de molino antioqueño de 3,4 o 5 pisones, en madera, californianos, semicalifornianos, barriles amalgamadores de bolas entre otros. Los molinos de tipo antioqueño en madera, californiano o semicalifornianо, son accionados por ruedas pelton, motores diesel o con agua. La capacidad de molienda de esta clase de molinos, depende de la cantidad de pisones 3,4 o 5, oscila entre 15,20 y 25 cargas en una jornada de trabajo de 12 horas continuas, clarificando que una (1) carga de mineral según lo establecido por los mineros es de 100 kilos.

Los molinos de bolas en algunas minas son cargados intermitentemente y en otras trabajan continuamente; los últimos tienen la ventaja que su descargue se realiza automáticamente gracias a una malla localizada en uno de sus extremos cuando las partículas han cumplido con la granulometría deseada. En los molinos californianos y antioqueños, se reduce el mineral a un tamaño pasante malla 30 o 40, elemento localizado en un frente de la batería de molienda, la alimentación se realiza manualmente con palendra a intervalos de acuerdo a la sincronización y velocidad de golpeo del molino.

De acuerdo el censo de la Oficina Municipal de Asuntos Mineros tenemos en los equipos de molienda:

TIPOS DE MOLINOS



Recuperación gravimétrica: Una vez reducido el mineral, pasa a través de la malla hacia mesas concentradoras, bayetas, paños, cubas y canalones de acuerdo a la característica del mineral. Cuando se trata de paños o bayetas, se despojan de los concentrados cada 30 o 60 minutos o menos tiempo de acuerdo a la calidad del retenido; este material resultante se concentra en canalones y se lleva a la amalgamación en barriles o se lava en batea para obtener el oro libre; la recuperación del resto de oro que se encuentra en la batería, se lleva a cabo al terminar la molienda desmontando la batería y lavando en batea.

Amalgamación: Debido a la sencillez del proceso y a la poca inversión de capital y a su alta recuperación, la amalgamación es practicada intensivamente; en esta etapa el oro es amalgamado con mercurio metálico. Este procedimiento se plasma en botellones, placas amalgamadoras, baterías de molino y bateas, cuando la amalgamación se efectúa simultáneamente con la molienda, el minero agrega este elemento a las baterías calculando el tenor de oro en el mineral y revisando el estado de la amalgama realizando cateos sucesivos de la arena que sale por la malla de evacuación de arenas; de esta manera se verifica si la amalgama está seca o no, si está seca como ellos la llaman le

agregan más mercurio. En otros casos, la amalgamación se concreta en barriles amalgamadores accionados por ruedas hidráulicas que los mineros acondicionan y en pocos casos con motores eléctricos. El mineral seleccionado se lo deposita en el barril en donde se le adiciona agua, mercurio, cuerpos moledores como bolas de hierro o rocas y desengrasantes naturales como chilca, borrachera, tabaco; cal y jabón entre otros. La rotación se realiza por espacio de 24 horas. Obtenida la amalgama, se procede a recuperar el mercurio que consiste en ahorcar en un dril o lienzo y posteriormente se quema la amalgama al aire libre o en retortas a unos 350 y 600 grados.

Cianuración: Las arenas provenientes de procedimientos de molienda y amalgamación, se almacenarán en lugares aptos para el acopio de este tipo de elementos, para ser cianuradas por percolación si se cuenta con la infraestructura necesaria para tal fin. El lugar donde se realiza este proceso de cianuración por percolación cuenta con tres partes fundamentales: un tanque con un falso fondo para depositar las arenas a cianurar, cajas de precipitación para agregar viruta de zinc y un tanque de menor capacidad para almacenar la solución de cianuro de sodio. Para empezar la cianuración, el minero llena el tanque con las arenas a tratar y hace un previo lavado para eliminar sales y sustancias cianicidas, posteriormente agrega cal por capas con el fin de obtener un pH aproximado entre 11 y 12 (básico).

Una vez obtenidas las condiciones propicias de la pulpa, el minero procede a preparar una solución que contiene aproximadamente 2 kilogramos de cianuro por metro cubico de agua, por medio de una motobomba, se la envía del tanque pequeño la solución al tanque que contiene las arenas, la solución pasa a una velocidad de tres litros por minuto en las cajas de precipitación acondicionadas con viruta de zinc; la solución se recircula ajustando la concentración de cianuro inicial; este proceso dura aproximadamente entre 25 y 30 días.

Al realizar un balance general entre la cianuracion por percolación y por agitación, podemos determinar que algunos pasos se mantienen como el PH, eliminación de sales por lavaje y las titulaciones de concentración de cianuro con nitrato de plata, fenolftaleína y como indicador yoduro de potasio. Difiere en la duración del proceso, oxigenación de la pulpa y precipitación.

Cianuracion por agitación: La planta de beneficio de minerales está proyectada para cianuración de concentrados, el proceso es obtener el concentrado y acondicionarlo para la cianuración conforme a los siguientes pasos:

- **Ensayos preliminares:** Medir el PH, reconocimiento macroscópico de los minerales para determinar cianicidas y materiales refractarios a la cianuración y en ensayes más avanzados, análisis microscópicos para el reconocimiento en detalle de los minerales y el tamaño de liberación de las partículas.

- **Acondicionamiento del PH:** El pH debe acondicionarse entre 10 y 11 (básico) que es un rango favorable para la cianuración.

- **Cianuración Propiamente dicha:** Se fija una concentración de trabajo que está relacionada con la concentración de precipitación (razón por la cual se fija entre 1.6 hasta 2.5 kg. De NaCN por m^3 de agua) el tiempo de agitación oscila entre 20 a 48 horas.

- **Precipitación:** la precipitación de las soluciones enriquecidas se las realiza con zinc en polvo mezclado con acetato de plomo para asegurar la precipitación.

5.9.3 Proceso de neutralización del material cianurado: Su neutralización se realiza con hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido de calcio (CaOH) o peróxido de hidrogeno (H_2O_2). Con el peróxido de hidrogeno el proceso consiste en hacer reaccionar con la solución pobre de cianuro en una sola etapa; el H_2O_2 oxida los cianuros libres transformándolos a cianatos que son posteriormente hidrolizados produciendo amoniaco biodegradable y carbonato. Las reacciones que desarrollan son:

$$NaCN \longleftrightarrow Na^+ + CN^-$$

$$CN^- + H_2O_2 \longleftrightarrow CON^- + H_20$$

$$CON^- + {}_2H_2O_2 = NH_4^+ + CO_3$$

Cianato

A continuación se coloca como ejemplo una planta proyectada para beneficiar 10 toneladas de mineral en un día, razón para tomar la cantidad de sólidos en un dia;. El CIMEX según estudios realizados en la Frontino Gold (Antioquia) bajo condiciones normales de operación es de 0.66 kg de H_2O_2 por cada kg de NaCN presente en la solución pobre con un tiempo de reacción de 1.5 horas. Para nuestro caso actual tenemos con 10 toneladas diarias para cianurar con 12 m^3 de solución a una concentración de 1.7 kg de NaCN por m^3 de agua; para un total de 20.4 kg NaCN. Después del proceso de cianuración por agitación la concentración es de 0.3 kg de NaCN por m^3 de solución.

Tomando como base que para neutralizar 1 kg de NaCN se necesita 0.66 kg de H_2O_2 tenemos:

0.3kg NaCN x 0.66 H_2O_2/1 Kg NaCN = 0.198 kg H_2O_2

Ahora: 12 m^3 sol x 0.3 kg NaCN /1m3 = 3.6 kg NaCN

Para neutralizar: 3.6 kg NaCN x 0.66 H_2O_2 / 1kg NaCN **= 2.37 Kg H_2O_2**

Para su neutralización se requiere de **2.37 Kg H_2O_2** por dia.

Una vez finalizada la neutralización, se controla la acidez de las arenas y se bombea a la piscina de sedimentación para que al reboce final no lleven sedimentos antes de descargar a una corriente hídrica.

5.10 REACTIVOS QUIMICOS UTILIZADOS PARA EL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ORO

5.10.1 Cianuro de sodio

Es una sal soluble en agua que se utiliza en el proceso de cianuración para disolver el oro presente en el mineral y en la cementación para garantizar la precipitación del oro sobre el zinc. El consumo total reportado de cianuro de sodio es de 745 Kg /mes, a una razón de 3.55 Kg / t de mineral.

5.10.2 Cal

Es un óxido de calcio con una pureza de aproximadamente el 54% de CaO, que se utiliza en el proceso de cianuración, para alcalinizar la solución lixiviante manteniendo un pH superior a 10, para mantener el ión cianuro en solución y minimizar la producción de gas cianhídrico. El consumo estimado de este químico es 357 Kg de cal por mes, a una razón de consumo de 1.7 Kg / t de mineral.

5.10.3 Acetato de plomo

Es una sal de plomo de baja solubilidad en agua, que se utiliza en el proceso de cementación para evitar la oxidación superficial del zinc, y mejorar la precipitación del oro. Su consumo mensual se estima en 2.4 Kg, a razón de 50 g / m3 de solución rica.

5.10.4 Zinc

Zinc metálico en forma de polvo, que se utiliza como precipitante del oro en el proceso de cementación. Su consumo se estima en 23 Kg / mes, a razón de 2.0 Kg zinc / Kg. Au.

5.10.5 Bórax

Es la sal de borato de sodio, utilizada como fundente para la formación de escoria de metales base en el proceso de fundición. Su consumo estimado es de 23 a 28 kg/mes, a razón de 1.0 – 1.2 Kg / Kg de calcina.

5.10.6 Ácido nítrico

Es un líquido incoloro o de color amarillo cuando se adiciona agua y de olor penetrante. Se utiliza para la refinación de la barra metálica obtenida en la fundición del cemento calcinado de zinc-oro. Su consumo estimado es de 20.0 – 30.0 Kg/mes a razón de 0.1 – 0.15 Kg / t mineral cianurado**.**

Cuadro 5. Identificacion sector minero quebrada honda

NOMBRE DE LA MINA	MINERAL	LICENCIA DE EXPLOTACION	COORDENADAS		ESTADO ACTUAL
			X	Y	
LA GOLONDRINA	ORO Y PLATA	HDQ-081	661110	949224	ACTIVA

LA REDENCION	**ORO Y PLATA**	**113-52**	**662417**	**949563**	**EXPLOTACION**
ESMERALDA	**ORO Y PLATA**	**MINERIA DE HECHO**	**661378**	**949205**	**INACTIVA POR TIEMPOS**
LA GUALCONDA	**ORO Y PLATA**	**0131-52**	**662390**	**952685**	**EXPLOTACION Y BENEFICIO**
LA VICTORIA	**ORO Y PLATA**	**17402**	**661692**	**952944**	**EXPLOTACION**
NUEVA ESPARTA	**ORO Y PLATA**	**7464**	**661771**	**953202**	**EXPLOTACION EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**
EL PITAL	**ORO Y PLATA**	**MINERIA DE HECHO**	**663792**	**955014**	**INACTIVA Y EN ETAPA DE EXPLOTACIÓN**

A continuación se realizara una descripción de cada una de las mina que se encuentran asentadas sobre la zona de influencia de la quebrada Honda con jurisdicción en el municipio de los Andes Sotomayor, cabe resaltar que algunas de las minas solo realizan el proceso de extracción de material por lo tanto no generan vertimientos que afecten seriamente la calidad del recurso hídrico

5.11 MINA LA RISARALDA GOLONDRINA

Una de las principales minas que se encuentran en influencia de la quebrada Honda es la mina la golondrina, esta mina cuenta con un proceso empírico de extracción de oro donde no cuenta con un diagrama definido el cual garantice el cumplimiento desde la extracción del material compuesto con todos sus componentes hasta el oro libre como producto final.

Cabe resaltar que en el año en que se estuvo realizando el ordenamiento la mina se encontraba en proceso de exploración por parte de una empresa multinacional (Anglo Gold) pero que debido a condiciones de la mina no se continuó con dicho proceso. Teniendo en cuenta lo anterior la mina la golondrina solo está realizando extracción de materia y posteriormente conducido hacia la planta de beneficio mineral ubicada en el centro poblado de los Andes Sotomayor.

En cuanto al manejo de vertimientos esta no esta realizando descargas hacia ninguna fuente hídrica debido a que la distancia hacia un cuerpo de agua es muy extenso.

Figura 14. Mina La Golondrina







5.12 MINA LA REDENCION

Otra de las principales minas que se encuentran en influencia de la quebrada Honda es la mina la redención, esta mina cuenta solo con el proceso de extracción de material mediante la etapa de explotación, esta se realiza en socavones, además se maneja un proceso empírico donde no cuenta con un diagrama definido el cual garantice el cumplimiento desde la extracción del material compuesto con todos sus componentes hasta la obtención el oro libre como producto final.

En cuanto al manejo de vertimientos esta no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales debido a que dicha mina no genera ningún tipo de vertimiento, cabe aclarar que todo el efluente tiene su destino en el suelo por medio de infiltración, además si el propietario continuara con la extracción de oro en el lugar y genere algún vertimiento debe obligatoriamente tramitar el permiso de vertimientos otorgado por la autoridad ambiental.

Municipio: Los Andes

Tipo de prueba: Realiza proceso de extracción de material para extracción de oro en el lugar

Figura 15. Mina La Redención





5.13 MINA LA ESMERALDA

La mina la esmeralda se encuentran a una distancia considerable de la corriente principal, cabe aclarar que el vertimiento que esta genera es conducido por infiltración hacia el cauce, esta mina cuenta solo con el proceso de extracción de material mediante la etapa de explotación, esta se realiza en socavones, además se maneja un proceso donde cuenta con un diagrama definido el cual garantiza el cumplimiento desde la extracción del material compuesto con todos sus componentes hasta la obtención el oro libre como producto final.

En cuanto al manejo de vertimientos esta cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales que no alcanza a tener una remoción mayor a 80%, el motivo de esta situación es que n o se realiza el debido mantenimiento y seguimiento a estas estructuras, además el proceso de extracción de material no es continuo.

Municipio: Los Andes

Tipo de prueba: Realiza proceso de extracción y molienda en el lugar

Figura 16. Mina La Esmeralda



5.14 MINA LA VICTORIA

En la zona media se encuentra la mina la Victoria catalogada dentro del sector minero una de las más grandes debido a que tiene aproximadamente 19 socavones, uno de los aspectos relevantes de esta mina es que se encuentran en influencia de la quebrada Honda en aproximadamente 5 metros, esta mina cuenta con un proceso empírico de extracción de oro donde cuenta con un diagrama definido el cual garantiza la extracción del material compuesto con todos sus componentes hasta el oro libre como producto final.

Una de las características de la mina la Victoria es que cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales industriales mineras pero que debido a que no se está realizando la extracción del mineral por tiempos prolongados estas estructuras se encuentran abandonadas. Cabe aclarar que a pesar de que o se encontraron trabajando los residuos de la planta como las arenas cianuradas neutralizadas aún se encontraban a un costado a no más de un metro.

Mientras funciona la mina esta cuenta con las siguientes características

Municipio: Los Andes

Tipo de prueba: Cianuración por Agitación

Tiempo de cianuración 24 horas.

Tiene una gravedad específica 3.0

Consumo de cianuro:	450grs. Por M^3 de solución
Consumo de cal:	412,5grs. Por M^3 de solución
Tenor de cabeza general:	58.50 grs. Au/ton
Tenor de cabezas calculadas por cianuración:	46.93 y 64.00grs.Au/ton.
Colas de cianuración:	18.55 y 15.12grs.Au/ton. [3]

5.15 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ACTUAL

En la actualidad la mina la victoria cuenta con una planta de vertimientos industriales de minería que consta de un (desarenador y sedimentador) pero que no se encuentra funcionando debido a alto volumen que manejan y la acumulación de sólidos hace que este sistema sea ineficiente en cuanto a remoción de sólidos

[3] Control y monitoreo anual centro ambiental minero (CAM)

Figura 17. Tanques Desarenadores. Mina La Victoria



Figura 18. Piscina de Sedimentación. Mina La Victoria



5.16 MINA LA GUALCONDA

En la zona media también se encuentra la mina la Gualconda catalogada en esta zona como una de las principales debido a que maneja diferentes frentes de excavación, uno de los aspectos relevantes de esta mina es que se encuentran en influencia de la quebrada Honda en aproximadamente 3 metros, esta mina cuenta con un proceso empírico de extracción de oro con la utilización de cianuro, donde cuenta con un diagrama definido el cual garantiza la extracción del material compuesto con todos sus componentes hasta el oro libre como producto final.

Una de las características de la mina la Gualconda es que cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales industriales mineras al parecer eficiente, cabe aclarar que en esta mina se está realizando la extracción del mineral utilizando el método de cianuración.

Uno de los aspectos a tener en cuenta es que este establecimiento está invadiendo la ronda hídrica, lo que podría tener como consecuencias el crecimiento de la corriente y causar inundaciones a las diferentes instalaciones de la mina.

Municipio: Los Andes

Tipo de prueba: Cianuración por Agitación

Tiempo de cianuración 24 horas interrumpidas por cortes de energía.

Tiene una gravedad específica de: 2.3

Se molió una muestra de 250grs. Por 1,30 horas: material retenido en malla 115.

25.76%

Material que pasa: 74.24%

Consumo de cianuro:	800grs. Por M^3 de solución.
Consumo de cal:	575grs. Por M^3 de solución.
Cabeza general:	33.30 grs. De Au/ton
Cabezas cianuradas:	33.37 grs. Au/ton
Colas de cianuración:	Trazas

5.17 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ACTUAL

Actualmente la planta de vertimientos (desarenador y sedimentador) se trabaja de manera intermitente ya que por condiciones climáticas el acceso, la explotación y el beneficio del material se dificulta.

Figura 19. Tanque Desarenador y Piscina de Sedimentación. Mina La Gualconda



Circuito de procesamiento.

Molino de Bolas (hidraulico)—Canalon con paños—Tanque desarenador—Piscina de sedimentación—descarga corriente hídrica.

Trabajo Actual.

Según datos suministrados en la mina, normalmente se procesan 10Ton/mes, en pruebas de separación gravimétrica se determinó el porcentaje de concentrado, de arenas y lodos en el material procesado tiene un 2%, 68% y 30% respectivamente.

Trabajo del Tanque Desarenador y Sedimentador:

Parte del concentrado (0.5%) se retuvo entre los paños de la mesa y los paños existentes en el canalón adicional, y la otra parte del concentrado (1.5%) paso al tanque desarenador

Tabla 1. Retención en concentrados

	Alimentación (Ton)	Peso (%)
Cantidad de Concentrados	0.2	100
Retenidos en panos Canalon	0.05	25
Pasa al circuito	0.15	75

RESULTADOS.

- ✓ De las 10Ton de material procesado, se separan 0.2 Ton y el resto se combina con el circuito
- ✓ La fracción de las arenas más el concentrado pasado no se retiran a un lugar controlado.
- ✓ La piscina de sedimentación no es muy eficiente retiene un 63% debido a la falta de mantenimiento en el cual se colmatan los fondos.
- ✓ Finalmente se está descargando a la fuente hídrica (Quebrada Honda) cerca de1.1Ton/mes de sedimentos.

5.18 MINA LA NUEVA ESPARTA

En la zona media también se encuentra la mina la Nueva Esparta catalogada en esta zona como una de las principales y con mayor inversión en infraestructura además de esto maneja diferentes frentes de excavación, uno de los aspectos relevantes de esta mina es que en el año en que se realizó el diagnostico esta se encontraba en etapa de construcción por lo tanto no estaba generando ninguna clase de vertimientos pero apenas inicie labores el volumen generado en cuanto a vertimientos generaría un gran impacto hacia los recurso naturales y principalmente al recurso hídrico.

Municipio: Los Andes

Tipo de prueba: Cianuración por Agitación

Tiempo de cianuración 24 horas interrumpidas por cortes de energía.

Tiene una gravedad específica de: 2.3

Se molió una muestra de 250grs. Por 1,30 horas: material retenido en malla 115.

25.76%

Material que pasa: 74.24%

Consumo de cianuro: 800grs. Por M^3 de solución.

Consumo de cal: 575grs. Por M^3 de solución.

Cabeza general: 33.30 grs. De Au/ton

Cabezas cianuradas: 33.37 grs. Au/ton

Colas de cianuración: Trazas

Porcentaje de recuperación de 2 botellas: 73 y 79% respectivamente.

Figura 20. Sistema de cianuración por agitación planta de beneficio la Nueva Esparta



Molino chileno mina Nueva Esparta



Confluencia mina Nueva Esparta





MAQUINARIA Y EQUIPOS DE LA PLANTA DE BENEFICIO LA NUEVA ESPARTA

CIRCUITO No. 1

1. UNA TOLVA DE GRUESOS: Aquí se recibe el mineral que llega al patio de acopio.
2. UNA BANDA ALIMENTADORA: Transporta el mineral.
3. UNA ZARANDA O CLASIFICADOR: Se clasifica los gruesos y finos del mineral.
4. TRITURADORA DE MANDIBULAS: Se reduce de tamaño el mineral.
5. UNA ZARANDA O CLASIFICADOR N. 2: Se clasifica el mineral en finos y gruesos.
6. UNA TRITURADORA DE MANDIBULAS N.2: Reduce de tamaño el mineral.
7. UNA BANDA TRANSPORTADORA N. 2: Transporta mineral.
8. UNA TOLVA DE FINOS N. 2: Almacena mineral.
9. UNA BANDA TRANSPORTADORA N. 3: Alimenta al molino de bolas.
10. UN MOLINO DE BOLAS DE 35 TONELADAS DÍA**:** Conminución del mineral.
11. UN JIGS: Para retener valores de oro libre.
12. UNA MESA CONCENTRADORA: Para obtener concentrados, medios y colas.
13. UNA BOMBA DE SALIDA: Para enviar material semiespeso al hidrociclon.
14. UN HIDROCICLON
Los elementos anteriores de minería, se relaciona en el primer circuito o flow-sheet. Alterno al proceso general se construye patios para los siguientes equipos de beneficio:

CIRCUITO No. 2

1. Un molino chileno con capacidad de 15 toneladas.
2. Un jigs
3. Un flotador
4. Una mesa concentradora
5. Un molino de bolas
6. Una mesa concentradora N. 2

5.20 MINA EL PITAL

La mina el Pital a pesar de que se encuentra a una distancia considerable en cartografía se encuentra dentro de la zona de influencia de la quebrada honda, cabe aclarar que por el momento solo se está sacando material para la extracción de oro. En la mina el Pital se está extrayendo material cada tres meses unos 50 bultos aproximadamente y todo este lo lleva el material a la planta en Sotomayor.

IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SECTOR MINERO

Impacto por emisiones atmosféricas

- **Emisión de gases:** En el transporte y almacenamiento de materiales y beneficio del mineral, es posible que se produzcan gases por las reacciones químicas de los sulfuros con el aire, gases por la combustión de maquinaria.

- **Emisión de material particulado:** La emisión de polvos es mínima y se puede producir por la descarga con volquetas del mineral a beneficiar, también en la trituradora al reducir de tamaño el mineral y disposición de arenas; el proceso contempla esparción de agua para no producir polvos. El impacto a nivel puntual es bajo y se disminuye a medida que se aleja del sitio de emisión o cuando el mineral llega húmedo desde las minas.

- **Generación de ruido:** El ruido es el principal impacto que genera en cada uina de las minas que realizan proceso de extracción de mineral (oro). Cualquier montaje industrial produce o genera ruido. En el caso de las mina asentadas sobre la zona de influencia de la corriente a priorizar, la trituración y la molienda son los principales focos generadores de ruido y se produce en la mayor parte de los equipos de la planta con mayor o menor intensidad. Por otra parte se debe entender que toda la maquinaria no funciona al mismo tiempo, considerando que los ruidos son puntuales.

Impacto sobre el recurso Hídrico.

- **Contaminación físico – química:** El agua que se utiliza en la molienda, concentración y cianuracion se ve afectada por el contacto directo con sulfuros y lodos provenientes de los minerales a beneficiar y reactivos químicos.

- **Alteraciones de drenajes superficiales:** Los materiales estériles obtenidos por excavación, acumulación de escombreras y mal depósito de arenas; pueden alterar los drenajes superficiales cuando hay una mayor pluviosidad sobre el área del proyecto.

- **Alteración de aguas subterráneas:** Este fenómeno se puede causar, por la acumulación de arenas tratadas químicamente con cianuro de sodio y sin una previa neutralización que por infiltración pueden llegar a posibles fuentes de agua subterránea. Cabe resaltar que las arenas ya han sido neutralizadas previamente.

- **Aportes de sedimentos a corrientes:** Dentro del área de interés, se encuentra la corriente principal la cual vienen siendo afectada por vertimientos tanto industriales como domésticos pero que debido a su caudal ayuda a que estas sustancias sean degradadas con mayor facilidad.

- **Ocupación del cauce:** La afectación es alta debido a que en la zona media las arenas cianuradas neutralizadas se ubican a un costado no mayor a 10 metros que pueden afectar significativamente el cauce, además de intervenir el cauce principal con maquinaria pesada que altere de alguna manera este recurso.

Impacto sobre el recurso suelo y subsuelo.

- **Cambios geomorfológicos – subsidencia:** El impacto es puntual, por cuanto al entorno donde se ubica la maquinaria no son notorio los cambios geomorfológicos razón para considerar como un impacto bajo.

- **Erosión superficial y movimiento en masa:** Este fenómeno es para considerarlo como bajo por cuanto la erosión superficial se produciría por sometimiento de desbroce de vegetación y acumulación de arenas que por la intensidad de épocas de lluvia arrastrarían material en mínimas proporciones desechando un movimiento en masa.

- **Contaminación del suelo:** En el área de acumulación de materiales estériles, la contaminación del suelo se la considera media por residuos de componentes químicos.

- **Cambios uso de suelo:** El desalojo de la capa vegetal y excavación para acondicionar áreas para construir la infraestructura, vías internas y asentamiento de maquinaria, el suelo sufre cambio irreversible, razón para considerar como un impacto alto en los sitios descritos.

- **Alteración compactación del suelo:** El uso de maquinaria pesada para las diferentes actividades afecta de alguna manera el suelo, por tal motivo el impacto es alto.

Impacto sobre el paisaje

- **Deterioro del entorno:** El área en donde se ubica el sector minero se encuentra afectado por la gran cantidad de frentes de excavación que se tiene en cada mina por esta razón este indicador es uno de los más afectados por estas actividades. Cabe resaltar que en la fase de campo se estaban implementando actividades de mejoramiento de paisajes, por medio de reforestaciones.

Impacto sobre el componente biótico

- **Perdida de cobertura vegetal:** El impacto es puntual, se reduce a las áreas en donde se construye la infraestructura, el resto del área en donde se depositan escombreras y arenas no es notorio el impacto, razón para considerar el impacto bajo.

- **Afectación de flora y fauna:** En la adecuación e infraestructura, la flora y fauna sufre un impacto alto por la destrucción de su hábitat pero a medida que se aleja de la zona de construcción el impacto es bajo; lo mismo ocurre por los otros fenómenos de vibración y ruidos de la maquinaria.

- **Emigración de especies:** La zona en donde se ubica el sector minero, ha sufrido una gran presión del terreno, para la agricultura y constantes fumigaciones; esto nos permite concluir que no es notoria la emigración de especies y su impacto es bajo.

RIESGOS DEL MERCURIO SOBRE LA SALUD HUMANA Y MEDIO AMBIENTE

- **CONTAMINACIÓN DEL MERCURIO**

La manipulación del mercurio metálico y la amalgama sin ninguna protección durante las diferentes etapas del proceso.

La exposición a los vapores de mercurio metálico durante el procesamiento de la amalgama a fuego abierto ("quema de la amalgama").

La exposición del mercurio no se limita solos a los trabajadores, sino que también se afecta a sus familiares, ya que en muchos casos los mineros y los comerciantes destilan la amalgama en la cocina o en el patio de sus casas.

La utilización inadecuada del mercurio en las explotaciones conduce a la producción de altas pérdidas, tanto en forma de mercurio elemental durante el beneficio del mineral.

Durante el refogado en las retortas ya que el mercurio pasa del estado liquido al estado gaseoso para la separación oro-mercurio

- **COMO INGRESA EL MERCURIO ANUESTRO CUERPO**

El mercurio ingresa en pequeñas cantidades a nuestra piel en el tiempo pasa al torrente sanguíneo y recorre nuestro cuerpo dañando nuestros riñones, hígado y nuestro cerebro.

Al realizar el refogado o quema, se produce los vapores de mercurio que son pequeñísimas estas ingresan a nuestros pulmones por el proceso de respiración y también el mercurio ingresa a la sangre y daña nuestro organismo.

El mercurio una vez absorbido por los seres vivos, pasa a la sangre y atraviesa fácilmente las membranas celulares y se acumula en el hígado, intestinos, riñones, tejido nervioso y vísceras en general, ocasionando los siguientes problemas.

Por inhalación: irritación de garganta, dolor de cabeza, náuseas, anomalías cardiacas, deseo frecuente y dificultad para orinar, pérdida del apetito y debilidad muscular.

Por contacto con ojos y piel: enrojecimiento, sequedad o dolor, lagrimeo e irritación.

Por ingestión: vómitos, diarrea, daño en los riñones y en el sistema gastrointestinal.

- **EL MERCURIO COMO CONTAMINA NUESTRO MEDIO AMBIENTE**

En el medio ambiente, el mercurio emitido por la minería aurífera se acumula principalmente en forma de mercurio metálico

Forma de compuestos de iones de mercurio (Hg+ y Hg++) como sucede con el nitrato de mercurio producido en la separación química de la amalgama.

Se deposita en los sedimentos de los ríos y suelos, donde por la acción bacteriana y bajo ciertas condiciones, se puede convertir en mercurio orgánico, especialmente metilmercurio.

El mercurio es de gran toxicidad para el ser humano puede acumularse en los organismos acuáticos y pasar al hombre, por ejemplo, al consumir pescado contaminado.



DIAGNOSTICO QUEBRADA HONDA

5.19 ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El diagnóstico de la corriente hídrica está enfocado al levantamiento, recopilación, organización, análisis, evaluación e interpretación de información primaria y secundaria que permitió el establecimiento y determinación de la situación actual de calidad y cantidad tanto del cauce principal como de los afluentes de la quebrada Honda, así como la identificación de los usos actuales, potenciales y conflictos por el recurso hídrico presentados entre los usuarios y beneficiarios de la fuente superficial objeto de ordenamiento.

Para esto se efectuó una identificación de usuarios tanto industriales mineros como domésticos actuales que realizan extracciones o captaciones de agua para satisfacción de los usos demandados con el respectivo inventario de estructuras hidráulicas, la identificación de usuarios generadores de vertimientos que descargan al cauce principal de la quebrada Honda con su respectivo inventario de estructuras hidráulicas, la identificación de afluentes naturales que escurren o drenan hacia el cauce principal, el desarrollo de dos jornadas de muestreo y aforo efectuadas en doce (12) puntos estratégicos escogidos sobre el cauce principal y algunos afluentes o descargas de importancia, y por último, un trabajo de oficina en donde se procesó la información obtenida para la determinación de perfiles e índices de calidad de la quebrada Honda, línea base de cargas contaminantes, diseño del diagrama de ubicación de vertimientos, afluentes y captaciones, cálculo de la oferta y demanda hídrica y modelación y simulación del comportamiento de la corriente superficial para la generación del escenario actual de calidad y cantidad.

Los principales problemas ambientales que presenta la microcuenca son: la contaminación de las fuentes hídricas por aguas residuales industriales y residuos sólidos, el uso inadecuado de agroquímicos, erosión y tala de los escasos bosques nativos quema de residuos de cosecha. Los procesos erosivos, que se presentan en el área de influencia de la microcuenca son de afectación media, donde el grado de disección del relieve son leves a ligeramente disectadas con formas quebradas a fuertemente quebradas, ligero a fuertemente inclinado y plano, la erosión es de carácter hídrica, en cárcavas, de grado ligero y de escurrimiento difuso.

Morfología

La morfología de la corriente hídrica en estudio se considera meandrico, debido a las continuas curvas que presenta a lo largo de su recorrido por el Municipio de los Andes Sotomayor. Los tramos meandriformes se desarrollan al aumentar la magnitud del cauce aguas abajo, con pendientes suaves como se indican en las siguientes figuras.

Figura 21**.** Morfología quebrada Honda zona alta I.

Por la topografía que presenta el terreno en esta zona se visualizaron usos agropecuarios, pecuarios y como usos potenciales se identificaron los usos industriales.





Fuente. Este estudio, Corponariño 2012.

Figura 22. Morfología quebrada Honda zona media II.

En esta zona los principales usos identificados son el industrial minero y agrícola en el sector de la vereda la planada, San Vicente, además como potenciales usos agrícola para riego.





Figura 23. Morfología quebrada Honda zona baja

Por la topografía que presenta el terreno con pendientes pronunciadas en esta zona no se visualizaron usos agropecuarios, pecuarios pero si se podría incluirlos como usos potenciales el sector agrícola e industrial.



Fuente. Este estudio, Corponariño 2012.

Con el fin de lograr un diagnóstico más claro y teniendo en cuenta la longitud del tramo total de la quebrada, en adelante se dividió en tres zonas así:

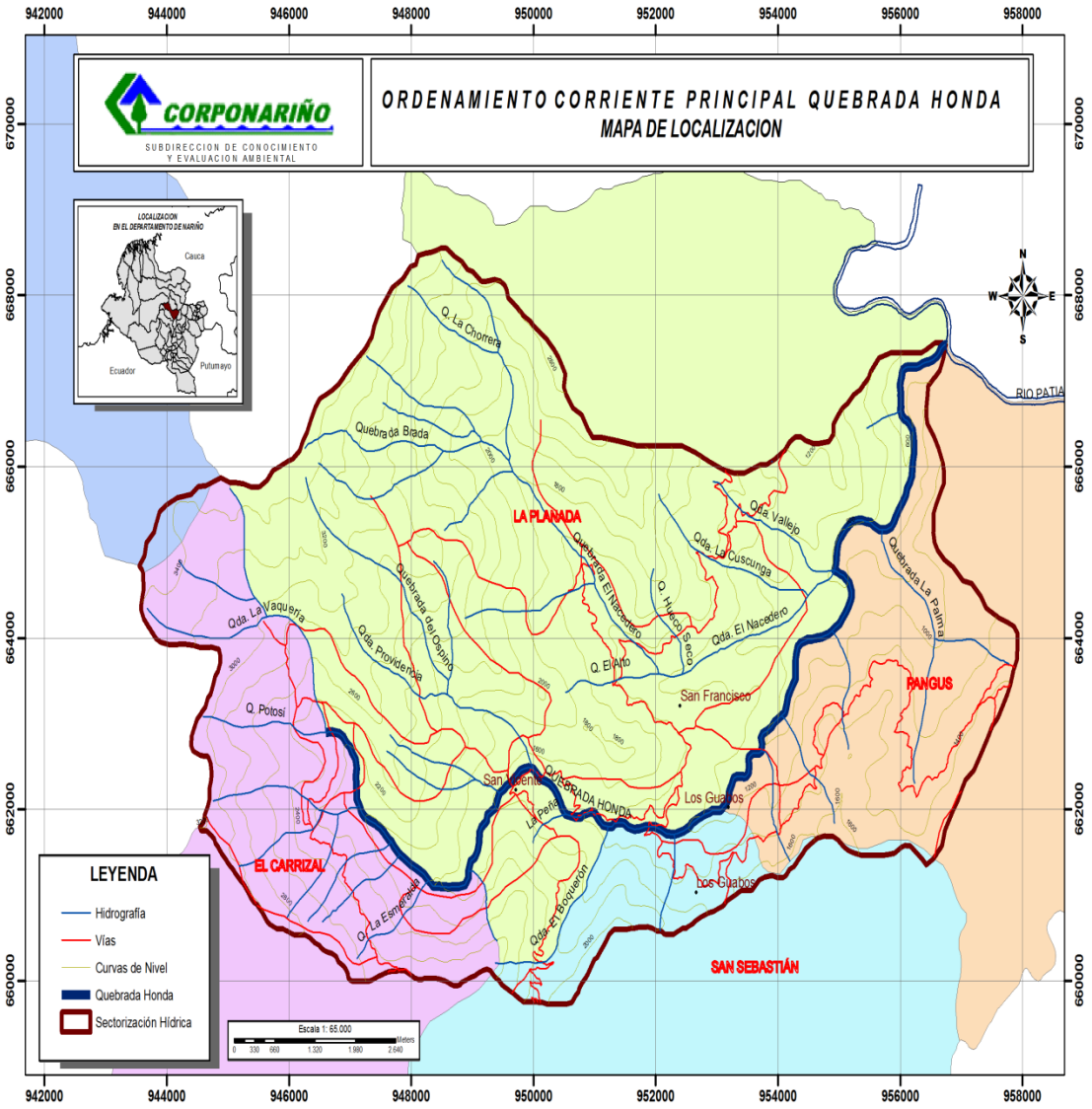
Zona 1: bocatoma – vereda San Vicente

Zona 2: sector minero – después mina la nueva Esparta

Zona 3: después quebrada Nacedera – antes confluencia Rio Patía

PROBLEMAS AMBIENTALES QUEBRADA HONDA

Figura 24. Localización quebrada honda



El área de interés para la ordenación, comprende el cauce principal de la quebrada Honda en zona de influencia de la jurisdicción de CORPONARIÑO, La Quebrada en mención se encuentra localizada al sur occidente del Departamento de Nariño, entre en el municipio de los Andes Sotomayor hace parte de la cuenca del río Patía que nace en la vertiente occidental del sistema orográfico del Departamento y es receptora del rio Guaitara.

Para iniciar con la labor de campo se verifico la información cartográfica a escala 1:25000 existente en la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO, a partir de esta se definió el cronograma de salidas de campo con el fin de levantar la información correspondiente a vertimientos e infraestructura en la zona comprendida entre un punto denominado cerro negro y la confluencia del Rio Patía, el cual presenta una distancia total de 17,31 Km, para esto se contó con la compañía de un funcionario las empresas de servicios públicos de Ipiales, Potosí y el presidente de la junta de acción comunal de San Juan, en dicho recorrido se levantó fichas de campo

Longitud mayor de la Quebrada Honda

Es el mayor recorrido que realiza la Quebrada desde el punto donde se ubica un punto denominado cerro negro hasta su desembocadura y presenta una longitud de 17,31 km.

Perfil longitudinal

El desplazamiento de las quebradas se realiza en distintas condiciones físicas y geográficas lo que obliga a modificar su cauce en los sentidos transversal y longitudinal.

USOS DEL SUELO

Los usos más frecuentes encontrados en el área objeto de estudio son en su orden de incidencia: agrícola, uso pecuario, e industrial.

Para el uso agrícola los productos predominantes en orden de incidencia son:

- Pastos
- Plátano
- Maíz
- Café
- Frutales (Naranja, limón)

La parte alta de la quebrada está irrigada por varias quebradas que favorecen la productividad de sus suelos utilizados en agricultura y ganadería principalmente. Es un territorio que presenta un alto potencial agropecuario, que en la actualidad tiende a convertirse en suelos de explotación minera. En esta zona se desarrolla una explotación agropecuaria de tipo minifundista generando una explotación primordialmente extractiva donde predominan cultivos de papa, zanahoria, cebolla, maíz y hortalizas; en cuanto a lo pecuario, se encuentran bovinos y otras especies menores. Frente a las desventajas del bajo modelo de vida y la carencia de servicios públicos de calidad, la comunidad se ve obligada a intervenir el sistema ecológico lo que se percibe con la expansión de fronteras agrícolas sobre zonas de importancia para el mantenimiento de las fuentes hídricas.

El tramo inferior se caracteriza por una topografía de fuertes pendientes, ascenso y descenso de vientos y cambios rápidos de temperatura, presencia de muchos sectores en donde se dan especies de clima medio y especies de clima frío, definiéndose entonces áreas de cultivos marginales como en el caso del café. En la parte bien demarcada de clima templado, donde las pendientes son más fuertes.

- **Subcuenca Quebrada Honda**

Esta subcuenca se localiza en Cordilleras Andinas y su principal eje es la Quebrada Honda que desemboca en el río Patía a 17.310 Kilómetros, la cual desde su nacimiento y lecho se encuentran muy intervenido y su contaminación es alta a lo largo de todo su recorrido aumentándose a los demás contaminantes la realizada en las minas por la utilización del mercurio y cianuro en las minas de Gualconda, Nueva Esparta y la Victoria la Redención, la Esmeralda y el Pital principalmente. Esta importante fuente es alimentada por las microcuencas de las quebradas: Vaquería, Paramillo, La Cocha, Páramo, Ospino, Tesoro y La Nacedera entre las principales con un promedio de 700 L/seg.

Localización: Esta subcuenca se encuentra ubicada al norte del municipio, y contiene los cuatro pisos térmicos que conforman el terriotorio del Municipio de Los Andes y su recorrido va de occidente a oriente, irrigando gran parte del territorio.

Limites: Norte: Municipio de Cumbitara y Policarpa, Quebradas Limonar, vereda Campo Bello y río Patia. Oriente: Municipio de Policarpa y corregimiento de Pangús. Sur: Veredas Los Guabos y Boquerón. Occidente: Vereda Carrizal y Municipio de La Llanada, sobre la microcuenca se encuentra el mayor número de minas donde se implementan algunas tecnologías mineras modernas, y con grandes reservas de mineral por explorar.

Flora: En la Microcuenca Quebrada Honda en los sectores de Providencia, San Juan Alto, Delicias y Boquerón, se encuentran la siguientes especies de flora:Palma de Cera, Arrayán, Laurel, Carrizo, Aliso, Encino, Quillotocto, Campanillo,Charmolán, Helecho, Zarza, Motilón, Dulce, Guayacán, Cordoncillo, Roble, Guayabillo, Chipo, Cedrillo, Pino Colombiano, Pichuelo, Chilco Colorado, Chilco Blanco, Incienso, Manduro, Ajumado, Maco, Aguacate, Siete Cueros.

Fauna: En la Subcuenca Quebrada Honda en los sectores de Providencia, San Juan Alto, Delicias y Boquerón se encuentran las siguientes especies de fauna: Pava, Oso Enjaquimolo, Oso Hormiguero, Boruga, Tejón, Gaugua, Zorro, Armadillo, Conejo, Venado, Puerco Espín.

Contaminación: En la Vereda San Vicente se encuentran las microcuencas Ospino y Boquerón y en San Francisco La Nacedera, con un área de 10.780 hectáreas. Además en todo su trayecto se contamina con aguas servidas de viviendas principalmente jabones, detergentes, lavado de utensilios y por pisoteo de animales (cerdos, vacas y caballos) que comúnmente contaminan con heces fecales.

Microcuenca La Plata: Localizada en los páramos del Municipio con una área de 1.000 hectáreas y teniendo como eje central la Quebrada La Plata con una longuitud de 3.5

kilómetros, la cual está contaminada en su fuente por heces fecales de animales domésticos y con un caudal de agua de 15L/seg, aforo realizada por Corponariño en 1997.

Microcuenca Boquerón: Conformada por las pendientes de Boquerón, La Risaralda y parte posterior de Buenavista, con área de 800 hectáreas y la quebrada Boquerón con una longuitud de 2.5 kilómetros hasta la vereda San Vicente, sus aguas son contaminadas por pisoteo de animales y heces fecales con un caudal 10L/seg aforo realizado por Corponariño 1997.

Microcuenca Ospino: localizada en el cerro Sotomayor y cubre las pendientes de las veredas Providencia y parte alta de la vereda San Francisco, con área de 1200 hectáreas. La Quebrada Ospino tiene una longuitud de 5 kilometros desde el cerro a San Vicente, igualmente sus aguas son contaminadas por pisoteo de animales y heces fecales, tiene un caudal de 50L/seg y se proyecta para utilizar sus aguas para regar predios de la vereda de San Francisco.

Microcuenca La Nacedera: Localizada en el sector de Las Delicias sobre fuertes pendientes, pasando por el sector de El Corazón, E Silencio y la Vereda La Planada hasta la Vereda San Francisco en el Corregimiento de La Planada, con área de 1500 hectáreas: La Quebrada El Nacedero tiene una loguitud de 5 kilómetros. Sobre esta microcuenca concurren las aguas contaminadas por uso dómestico, lavado de ropa, pisoteo y excretas de animales. Tiene un caudal de 200L/seg en época normal, y es fuente de agua del acueducto de las las Veredas La Planada, San Francisco, Pigaltal, Crucero y Guayabal. A esta microcuenca son muchos los drenajes que le llegan, las aguas que corren por éstas son utilizadas por sus habitantes para el consumo humano y animal.

La Flora en el sector de La Planada y Pangús es la siguiente: Balso Blanco, Aguacate, Roble, Guamo, Helecho, Yarumo, Higuerón, Hojarasca, Guadua, Arrayán, Guayacán, Cordoncillo, Caspe, Aliso, Carrizo, Encino, Siete Cueros, Mote, Hortiguillo, Guayabillo, Palo Negro, Chupo, Churcinbo, Quillotocto, Roble, Guadua.

Microcuenca Cuscunga: Localizada en las pendientes superiores de la vereda Pigaltal, al norte del Cerro Sotomayor, con una área de 500 hectáreas. La longuitud de la Quebrada Cuscunga es de 3 kilómetros hasta San Francisco donde se une a la Quebrada Honda. Tiene un caudal de 15L/seg época normal de acuerdo al aforo realizado por Corponariño en 1996, es utilizada para riegos en la parte baja del sector El Tablado. Está contaminada por uso doméstico, pisoteo de animales y heces fecales.

La Fauna y Flora existente en los sectores de San Vicente, San Francisco, La Planada, Pigaltal, Crucero, San Juan, Guayabal, Los Guabos, Pital, Pangús y Campobello, se encuetran las siguientes especies de fauna y avifauna: Pinango, Oso Hormiguero, Boruga, Armadillo, Cusumbe, Tejón, Venado Curillo, Pinango, Oso Hormiguero, Boruga, Armadillo, Cusumbe, Tejón, Venado Loro, Perdíz, Curtupilla, Tres Pesos, Liberal, Mata Palo, Tórtola, Loro

Microcuenca La Capilla: Hace parte de la microcuenca Limonal con una área 800 hectáreas, y alimentada por pequeños drenajes como el de La Chorrera y Escalón hacia los límites con Cumbitara. Su uso es generalizado para riego en la parte baja de la vereda

San Juan y Guadual. La Quebrada La Capilla tiene una longuitud de 3 kilómetros desde su inicio en los páramos de San Juan, al norte del Cerro Sotomayor y su parte final en el puente que separa a Los Andes con Cumbitara.

Microcuenca La Cueva: Su parte alta se inicia en la vereda Pangús en el corregimiento de su mismo nombre, con área de 1.000 hectáreas. La Quebrada La Cueva tiene una loguitud de 4, y con un aforo de 10L/seg en tiempo normal, caudal que se utiliza para abastecer el acueducto de las veredas Pangús y Campobello y en su recorrido para regar cultivos de maíz y frijol. Sus aguas igualmente son contaminadas por pisoteo de animales y heces fecales.

Nota: Para completar las 10.780 hectáreas de la microcuenca. Quebrada Honda, se tiene en cuenta las 4.000 hectáreas que se encuentran sin describir en las lomas de las veredas Pital, Los Guabos y Buenavista, donde los cultivos, flora y fauna son idénticos a los de San Francisco y Guayabal, por encontrarse al margen izquierdo o al sur de estos sectores ya caracterizados.

Usos del Suelo: En el Páramo cultivos en pequeñas áreas del amapola y pastos naturales. En el sector de Quebrada Honda, Providencia, Delicias, San Juan Alto y Boquerón. Cultivos de maíz, frijol, hortalizas, pastos Kukuyo y Micay, pastos naturales. En el sector de San Vicente, San Francisco, La Planada, Pigaltal, Crucero, San Juan, Guayabal, Guadual, Guabos, Pital, Pangús y Campobello. Cultivos de plátano, yuca, caña panelera, café, frijol, maíz. Pastos: Micay, kikuyo, pu
ntero, dalis, paja natural y grama natural.

La Flora en los parámos es la siguiente: Musgos, Líquenes, Vicundos, Orquídeas, Helechos. Paja de Enjalma. La Fauna en los Páramos es la siguiente: Ranas, Serpientes Mansas, Venado, Colibrí, Sapo, Conejo, Chiguaco, Pavas.

6. OFERTA Y DEMANDA QUEBRADA HONDA

6.1 OFERTA HIDRICA

6.1.1 Información hidrológica y meteorológica.

La información meteorológica se solicitó al IDEAM gracias al convenio contractual No. 199/04 suscrito entre IDEAM y CORPONARIÑO, se realizó la solicitud de información meteorológica de las estaciones localizadas en el área de influencia de la microcuenca quebrada Honda, dentro de ella no se encuentra estación alguna; la información solicitada tiene una periodicidad mensual de precipitación, temperatura, evaporación, niveles y caudales, existentes desde la fecha de instalación de las estaciones hasta la suspensión y/o periodo de datos disponibles. La información hidrometreologica se presenta en el anexo

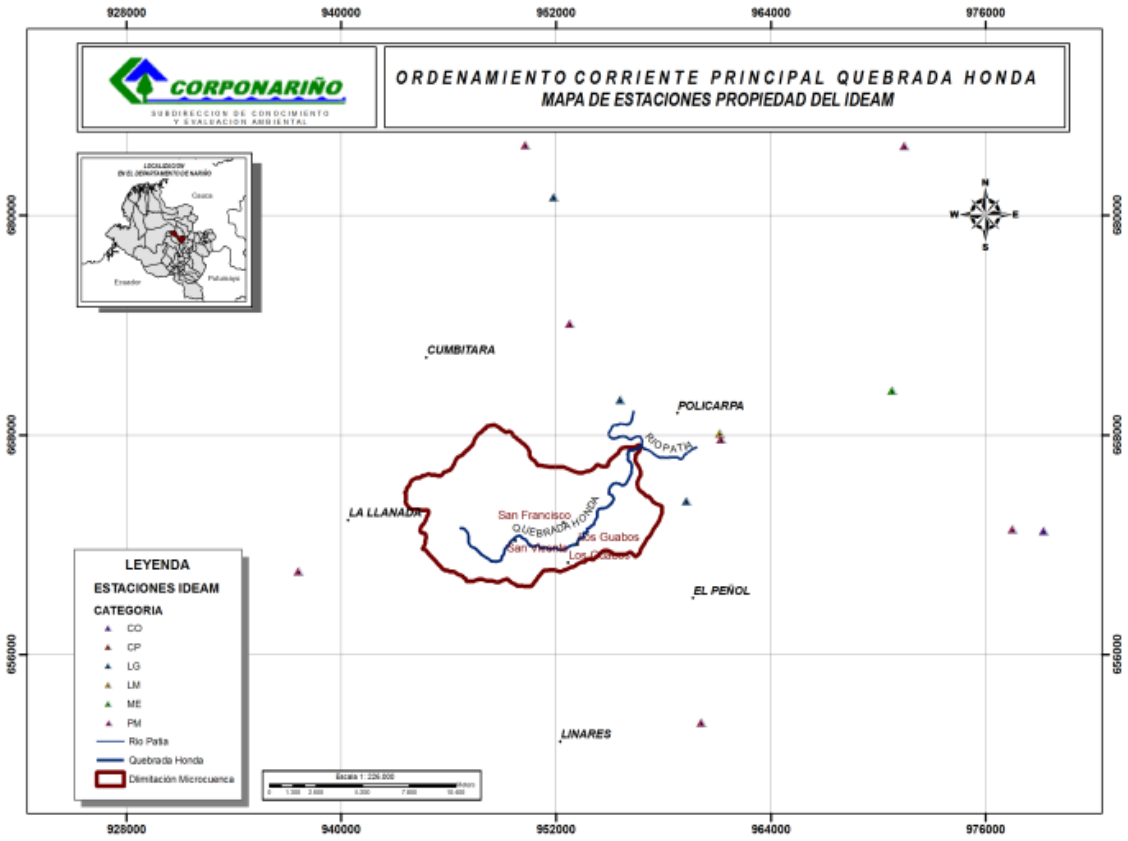
Cuadro 6. Red de Estaciones del IDEAM, Localizadas en el área de influencia de la Microcuenca Honda

ID	CODIGO	ESTACION	CORRIENTE	CATEGORIA	DEPTO	MPIO	INSTALACIÓN	REPORTE	PERIODO	ALTITUD	X	Y
1	52025020	BOLIVAR	SANBINGO	CO	CAUCA	BOLIVAR	1971	2012	43	1510	1008188	694111
2	52055030	BOMBONA	GUAITARA	CO	NARIÑO	CONSACA	1968	2012	44	1493	957059	622294
3	52025030	MERCADERES	SANBINGO	CO	CAUCA	MERCADERES	1971	2012	43	1174	990982	686423
4	52025020	MILAGROS	SAMBINGO	CO	NARIÑO	BOLVIAR	1972	2012	41	2300	1020690	685641
5	52055020	PARAISO	GUAITARA	CO	NARIÑO	TUQUERRES	1968	2012	45	3120	938497	611231
6	52045030	SAN BERNARDO	JUANAMBU	CO	NARIÑO	SAN BERNARDO	1972	2012	41	2190	1005310	662863
7	52045040	TAMINANGO	JUANAMBU	CO	NARIÑO	TAMINANGO	1972	2011	41	132	979330	662861
8	52055060	TANAMA	PACUAL	CO	NARIÑO	SAMANIEGO	1972	2012	40	1500	940337	644428
9	52055100	VILLA ROSA	SAPUYES	CO	NARIÑO	SAPUYES	1990	2006	17	3000	940353	605699
10	52055090	SINDAGUA	GUAITARA	CP	NARIÑO	TANGUA	1987	2012	26	2800	962626	611230
11	5205703	AGROYACO	GUAITARA	LG	NARIÑO	LOS ANDES	1967	2009	41	986	959720	665261
12	5207702	LOS NORTES	PATIA	LG	NARIÑO	CUMBITARA	1984	2000	15	340	951127	681597
13	5207701	PTE PUSMEO	PATIA	LG	NARIÑO	CUMBITARA	1965	2009	44	423	955245	671324
14	5201701	PTE GUASCAS	PATIA	LM	NARIÑO	POLICARPA	1965	2009	44	456	960830	668080
15	5203502	VIENO LIBRE	MAYO	ME	NARIÑO	TAMINANGO	1986	2011	25	1007	970366	670738

16	52020040	CANEY EL MOJARRAS		PM	CAUCA	MERCADERES	1965	2012	52	350	981989	701825
17	5201014	GUASCA LA	PATIA	PM	NARIÑO	POLICARPA	1983	2012	29	478	960150	668203
18	5207003	LLANO VERDE	PATIA	PM	NARIÑO	POLICARPA	1987	2011	24	353	949891	684146
19	52050010	PEÑOL	GUAITARA	PM	NARIÑO	PEÑOL	1965	2012	48	1620	958916	651797
20	5208001	PISANDA	PATIA	PM	NARIÑO	CUMBITARA	1966	2010	44	1005	952362	674378
21	52010030	ROSARIO	PATIA	PM	NARIÑO	EL ROSARIO	1990	2012	23	1700	971906	684988
22	52050020	SAMANIEGO	PACUAL	PM	NARIÑO	SAMANIEGO	1958	2012	55	1578	942212	638891
23	52060050	SANDE	CRISTAL	PM	NARIÑO	SANTACURZ	1984	2012	29	840	919943	649957
24	52020070	SANTIAGO		PM	CAUCA	SAN SEBASTIAN	1971	2012	43	2180	1032793	692369
25	52030080	TAMINANGO	MAYO	PM	NARIÑO	TAMINANGO	1965	2006	42	1680	979330	662861
26	52060040	VERGEL	SASPI	PM	NARIÑO	LA LLANADA	1983	2012	30	1770	931079	655488
27	52050140	VIVERO LINADES	GUAITARA	PM	NARIÑO	LINARES	1980	2012	32	1480	951492	640734

A continuacion se muestran las estaciones y su distribucion frente al área de estudio.

Figura 25. mapa de estaciones



6.1.2 Selección de Estaciones. Las anteriores estaciones fueron seleccionas considerando varios criterios, entre ellos que el registro de datos superara los 10 años y se tuvo en cuenta también las estaciones más cercanas a la microcuenca.

6.1.3 Datos Faltantes. Para el estudio y análisis de oferta de la microcuenca se estableció un periodo de 21 años, contados a partir del año 1990 hasta el 2010, este periodo se determinó analizando las fechas de instalación y reporte de datos de las estaciones mencionadas anteriormente.

En algunos de los casos la información de las estaciones no viene completa, por lo tanto se realizó un relleno de estadísticas con el fin de contar con series completas de datos, para tal fin se eligieron estaciones cercanas y similares en altitud, de igual manera se tuvo en cuenta que las estaciones vecinas cuenten con series completas de datos en periodos similares; cada dato faltante se rellenó mediante la aplicación de regresiones lineales y un porcentaje de datos se rellenó remitiéndose a fuentes secundarias de información; el procedimiento se describe a continuación:

- **Datos de Precipitación**

Cuadro 7. Estaciones identificadas para relleno de estadísticas de Precipitación

CODIGO	ESTACION	MUNICIPIO	CAREGORIA	DIFERECIA ALTITUD (m.s.n.m)	DIFERENCIA HORIZONTAL (km)
52055060	TANAMA	SAMANIEGO	CO		
52050140	VIVERO LINARE	LINARES	PM	20	11,9
52050020	SAMANIEGO	SAMANIEGO	PM	-78	5,8
52045040	TAMINANGO	TAMINANGO	CO		
52030030	LA UNION	UNION	PM	130	14,1
52040160	BERRUECOS	ARBOLEDA	PM	-325	23,3
52030080	TAMINANGO		PM	-195	1,83
52045040	TAMINANGO	TAMINANGO	CO		
52055100	VILLA ROSA	SAPUYES	CO		
52055020	EL PARAISO	TUQUERRES	CO	-120	5,69

Color azul: estación complementaria

En el cuadro anterior se muestran las estaciones a las que se les realizo el proceso de relleno de estadísticas, cuyo autor es este estudio, a continuación se describe el mes y numero de valores sujetos de complementación de datos

Cuadro 8. Ausencia de Valores mensuales de Precipitación periodo 1990 a 2010, Estaciones IDEAM Complementados con procesos estadísticos

ID	ESTACION	TIPO	REGISTROS INCOMPLETOS												
			ENERO	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL DATOS AUSENTES
1	TANAMA	PM	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
2	TAMINANGO	CO	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
3	TAMINANGO	PM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
4	ROSARIO	PM	1	2	1	1		0	0	0	0	0	0	0	5
TOTAL															21

El proceso llevado a cabo para el relleno de estadísticas consintió básicamente en aplicar regresiones simples para determinar el grado de correlación entre las variables involucradas y generar el pronóstico de datos; para ello se definió en primer lugar una sola variable independiente (X) que en este caso sería la estación complementaria y una variable dependiente(Y) que sería la estación con ausencia de datos, para cada una de las estaciones complementaria se analizaron los resultados del valor de ajuste R-cuadrado y el porcentaje de confiabilidad del modelo, escogiendo finalmente el más cercano a 1 y el valor más alto en porcentaje de confiabilidad respectivamente. El consolidado del proceso completo se lo puede consultar en el anexo.

Otros datos ausentes fueron complementados con fuentes secundarias como índice de escases entre otros; en el siguiente cuadro se listan las estaciones complementadas con esta información de tipo secundario

Cuadro 9. Ausencia de Valores mensuales de Precipitación periodo 1990 a 2010, estaciones IDEAM Complementados con información Secundaria

ID	ESTACION	TIPO	REGISTROS INCOMPLETOS												
			ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL DATOS AUSENTES
3	TAMINANGO	PM	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	46
4	ROSARIO	PM	1	2	1	1		0	0	0	0	0	0	0	5
5	BOMBONA	CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
6	VILLAROSA	CO	5	6	5	4	5	5	5	5	6	6	6	6	64
7	OBONUCO	CO	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
8	BOTANA	CO	1	1	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	9
TOTAL															129

- **Datos de Temperatura**

Para los datos de temperatura se siguió exactamente el mismo procedimiento que para datos de precipitación.

Cuadro 10. Estaciones identificadas para relleno de estadísticas de Temperatura

CODIGO	ESTACION	MPIO	CAREGORIA	DIFERECIA ALTITUD (m.s.n.m)	DIFERENCIA HORIZONTAL (km)
52055030	BOMBONA	CONSACA	CO		
52055020	PARAISO	TUQUERRES	CO	-1627	23,3
52055090	SINDAGUA	TANGUA	CP	-1307	12,33
52055100	VILLA ROSA	SAPUYES	CO		
52055020	PARAISO	TUQUERRES	CO	-120	4,5

Color azul: estación complementaria

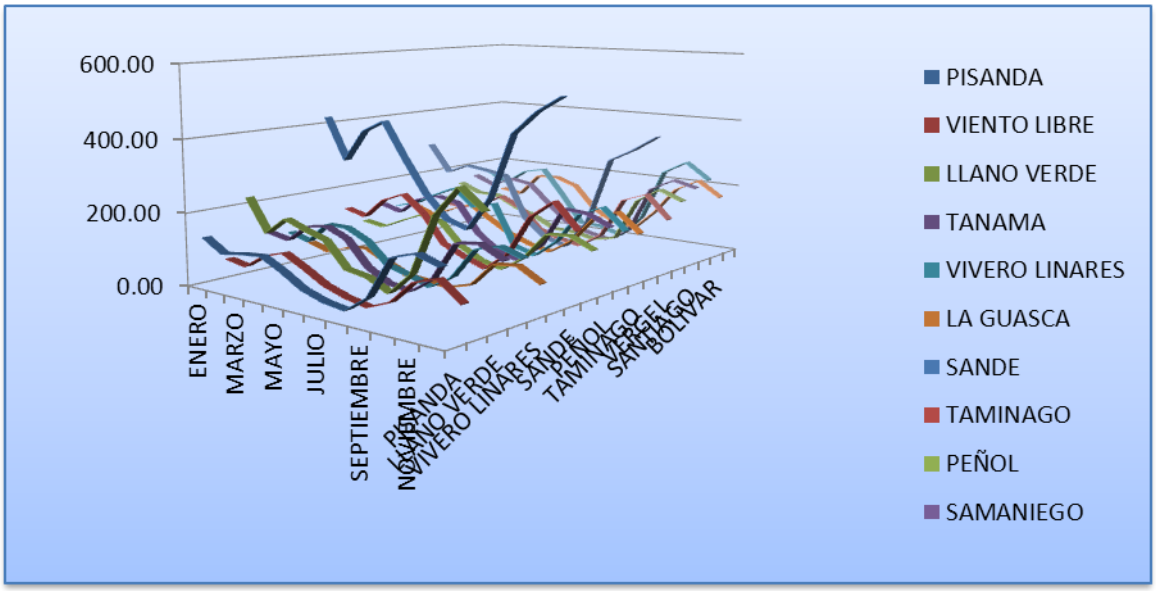
Cuadro 11. Ausencia de Valores mensuales de Temperatura periodo 1990 a 2010, Estaciones IDEAM Complementados con procesos estadísticos

ID	ESTACION	TIPO	REGISTROS INCOMPLETOS												
			ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL DATOS AUSENTES
1	BOMBONA	CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
2	VILLA ROSA	CO	6	7	6	5	5	5	5	5	7	8	7	7	73
TOTAL															75

El consolidado del proceso estadístico de relleno de datos de temperatura se puede consultar en el anexo **(regresiones temperatura)**

6.2 ESTIMACION DE PRECIPITACIÓN

Figura 26. Distribución temporal de la lluvia, Micorcuenca Quebrada Honda



Los periodos de mayor precipitación se encuentran en el mes de agosto y los periodos más húmedos se localizan sobre los meses de abril y noviembre; de las 18 estaciones analizadas el 55 % corresponden a estaciones de tipo mono modal y el resto tienen comportamientos bimodales; en el anexo se encuentran las gráficas de la distribución de lluvias para cada una de las estaciones.

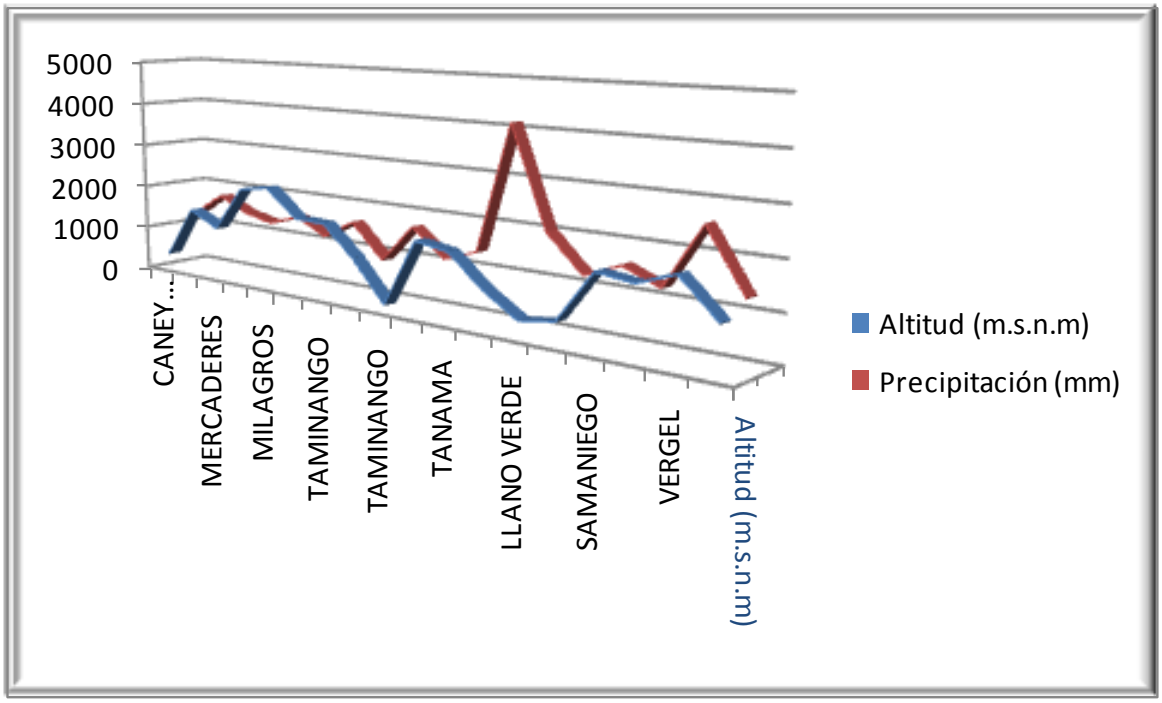
Ver anexo de comportamiento de lluvia.

6.2.1 Trazado de isoyetas

El trazado de isoyetas se realizó mediante la utilización de métodos geoestadisiticos empleando la técnica de Inverse Distance Weighting (IDW) por que es un predictor que no requieren que los datos se ajusten a la normalidad, caso que se ajusta a la distribución de los datos de precipitación como se lo verá más adelante.

Como primera medida antes de empezar con los procedimientos para la generación de las isoyetas se analizó la dependencia de la precipitación con respecto a la altitud, permitiendo establecer que la precipitación no conserva correlación directa con la altitud, como se muestra en la siguiente gráfica.

Figura 27. Precipitación Vrs. Altitud



6.2.2 Análisis exploratorio de los datos de precipitación.

Antes de dar inicio a los análisis geoestadisticos de los datos de precipitación de las estaciones seleccionada, es necesario realizar un análisis exploratorio de los datos, para determinar cuál es el comportamiento y distribución de los mismos; para tal fin se elaboro el histograma y la curva Normal QQplot

Con el Histograma, se pudo analizar parámetros de dispersión y asimetría, los resultados obtenidos son:

- Media:161,2
- Mediana: 1402,8
- Coeficiente se Asimetría(Skewness):2,43

La diferencia entre la media y la mediana, suplementario al valor elevado de del coeficiente de asimetría (superior a cero), demuestran las precipitación multianual (periodo 1990-20120) en esta zona carece de normalidad.

Figura 28. Histograma- Distribución de la precipitación en la Microcuenca Quebrada Honda

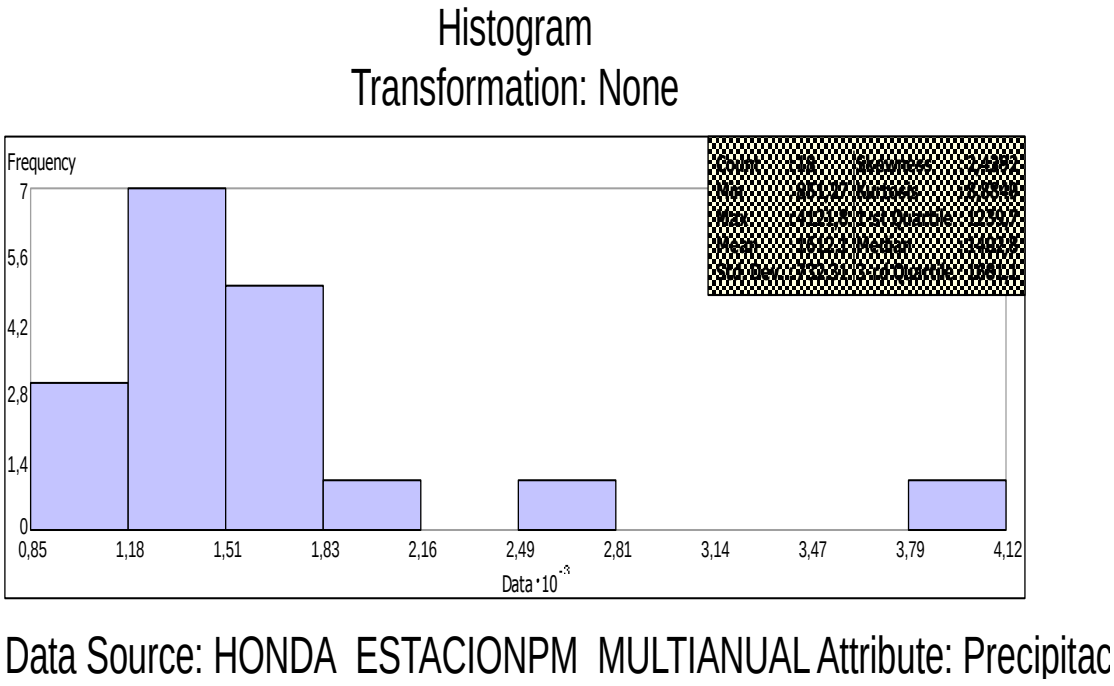
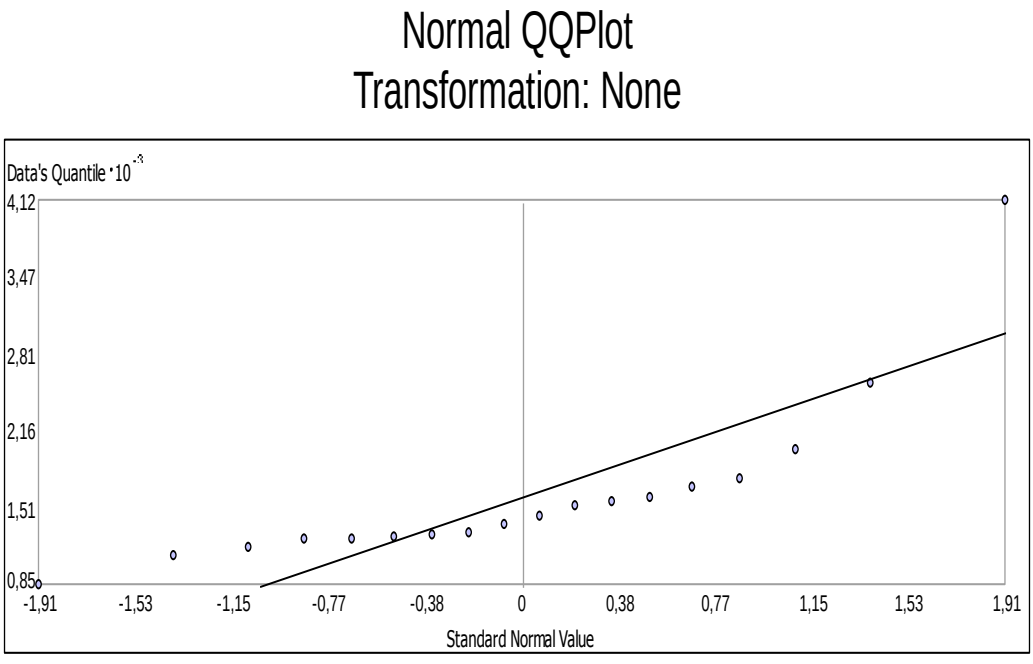


Figura 29. Curva Normal QQplot - Distribución de la precipitación en la Microcuenca Quebrada Honda



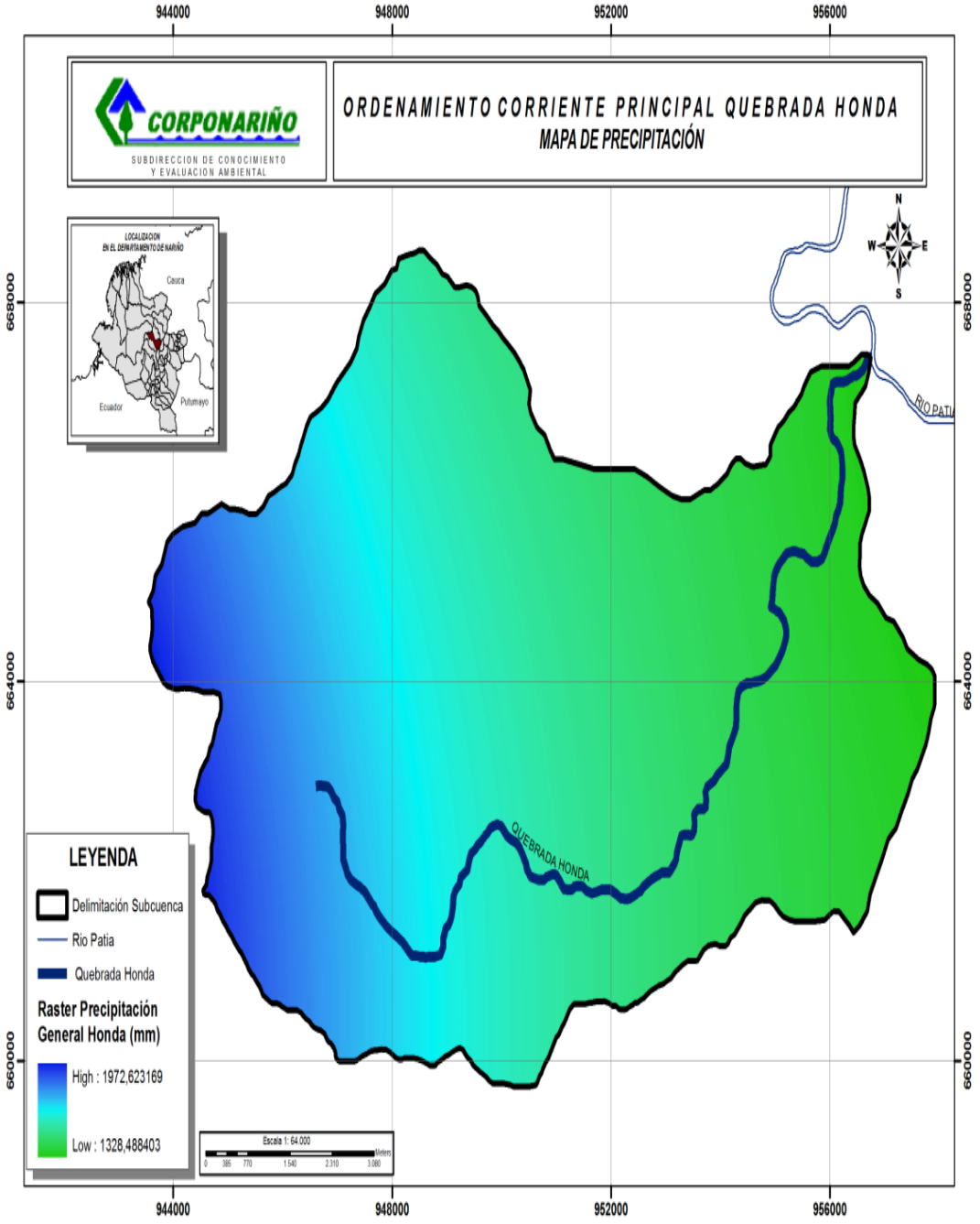
Teniendo en cuenta la nube de puntos del semivariograma, se detectó que la precipitación sin influencia de otra variable como la altitud, presenta variaciones en función de la dirección, y tiene un comportamiento anisotrópico.

Elaboración mapa de isoyetas. Para la obtención del mapa de precipitación se desarrolló el Procedimiento descrito en el Cuadro siguiente

Cuadro 12. Procedimiento-generación de Isoyetas

PROCEDIMIENTO		OBSERVACIONES
IDENTIFICACIÓN DATOS	Precipitación.shp	Georeferenciación estaciones con valor de precipitación anual, periodo 1900- 2010
MÉTODO DE PREDICCIÓN	*ArcMap.Geostatical Analyst/Geoestatistical Wizaerd/Input Data/Atributte/Geoestatistical methods selection/inverse Distance Weighting/Nex*	
BÚSQUEDA DE PUNTOS PRÓXIMOS	*Searching Neighborhood/Sector Type and Smooth factor/elipse Angle/Next*	Se selecciona la división y ángulo de la elipse en la que se van a distribuir las estaciones vecinas, buscando agrupar en lo posibles tras estaciones por cuadrante
MAPA INTERPOLADO	*Cross Validation – Finish Data export to raster/ Cell size/Ouput raster*	El mapa interpolado fue exportado a un modelo *raster* con tamaño en eje X y Y de 300 m.

Figura 30. Modelo raster de precipitación Subcuenca Honda



Fuente: Este proyecto, CRPONARIÑO 2012

Sobre el mapa interpolado de la subuenca Honda se determinó la precipitación media, máxima y mínima como se indican en los cuadros siguientes

Cuadro 13. Valores de precipitación Subcuenca Honda

PRECIPITACIÓN MEDIA		
MEDIA	MINIMA	MAXIMA
1567,34	1328,48	1972,62

6.3 ESTIMACIÓN DE LA TEMPERATURA

Dada la proximidad de la subcuenca Honda con el Ecuador, en la zona de estudio no se puede aplicar el concepto del cambio de providencia climático a los 1000 o 2000 metros, en términos generales, se puede considerar la provincia cálida hasta los 1400 m.s.n.m. y la providencia fría después de los 2400 m.s.n.m.(Poeaa)

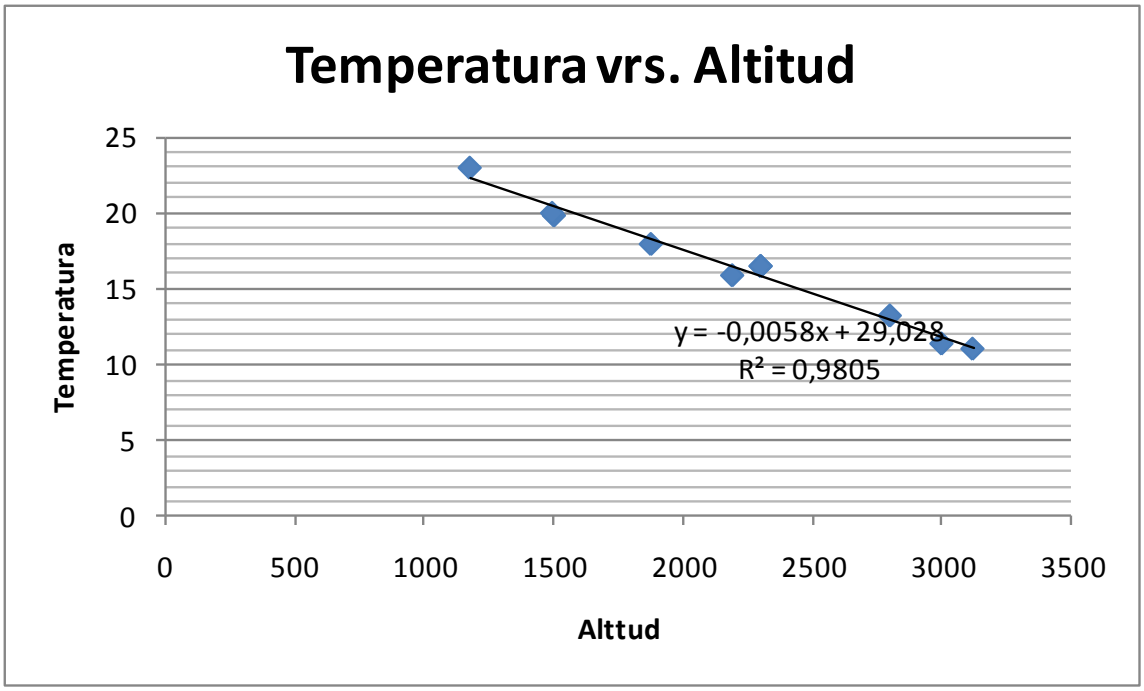
Dentro del área de influencia de la subcuenca Honda no se encuentran estaciones de temperatura inmediatamente cercanas, por esta razón se recopilo estaciones que aun que estuvieran distantes de la zona de interés, presentan similitudes en sus datos de temperatura; a continuación se describen las estaciones que se utilizaron para este fin.

Cuadro 14. Estaciones con reportes de temperatura media anual del periodo Comprendido entre 1990 y 2010

ID	ESTACION	CORRIENTE	CATEGORIA	MUNICIPIO	FECHA_INSTALACION	FEHCA_REPORTE	PERIDO	ALTITUD (msnm)
5	TANAMA	PACUAL	CO	SAMANIEGO	1972	2012	41	1500
3	TAMINANGO	JUANAMBU	CO	TAMINANGO	1972	2011	40	1875
8	BOMBONA	GUAITARA	CO	CONSACA	1968	2012	44	1493
9	SINDAGUA	GUAITARA	CP	TANGUA	1987	2012	26	2800
6	VILLA ROSA	SAPUYES	CO	SAPUYES	1990	2006	17	3000
7	SAN BERNARDO	JUANAMBU	CO	SAN BERNARD	1972	2012	41	2190
4	PARAISO	GUAITARA	CO	TUQUERRES	1968	2012	45	3120
2	MILAGROS	SAMBINGO	CO	BOLVIAR	1972	2012	41	2300
0	BOLIVAR	SAMBINGO	CO	BOLVIAR	1972	2012	41	2300
1	MERCADERES	SAMBINGO	CO	MERCADERES	1971	2012	42	1174

La temperatura está íntimamente relacionada con la altitud, por esta razón presentan una alta correlación espacial, para demostrar esta afirmación se realizó el siguiente gráfico.

Figura 31. Temperatura Vrs. Altitud



Como puede apreciarse en la gráfica el valor de R cuadrado es de 0,98 indicando una relación muy fuerte entre las variables; el valor de Y fue tomado como gradiente térmico para cada una de las estaciones, para lo cual se consideró una valor de temperatura único para cada estación, este fue interpolado posteriormente con la utilización de un raster de la zona, teniendo finalmente un gradiente térmico generalizado para cada una de las alturas que se encuentran en la zona.

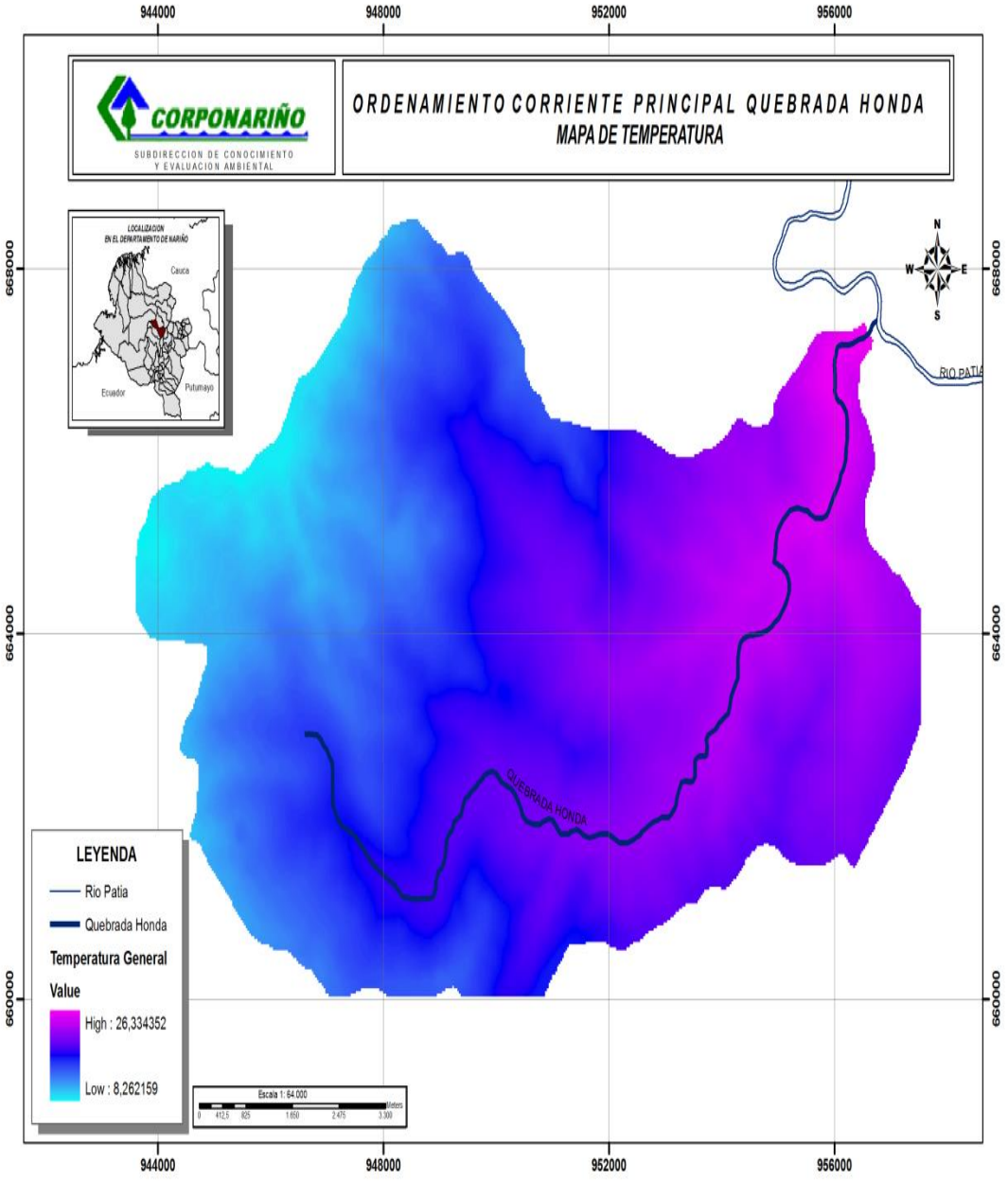
De esta manera se tiene un gradiente térmico, extrapolado a toda la zona, obteniendo finalmente el mapa de calor o Isotermas.

Con el mapa interpolado se pudo obtener la temperatura media de la subcuenca.

TEMPERATURA MEDIA		
MEDIA	MINIMA	MAXIMA
17,49	8,26	26,33

A continuación se muestra el plano de temperatura.

Figura 32. Modelo raster de Temperatura Subcuenca Honda



6.4 ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

6.4.1 Evapotranspiración Real (ETR)

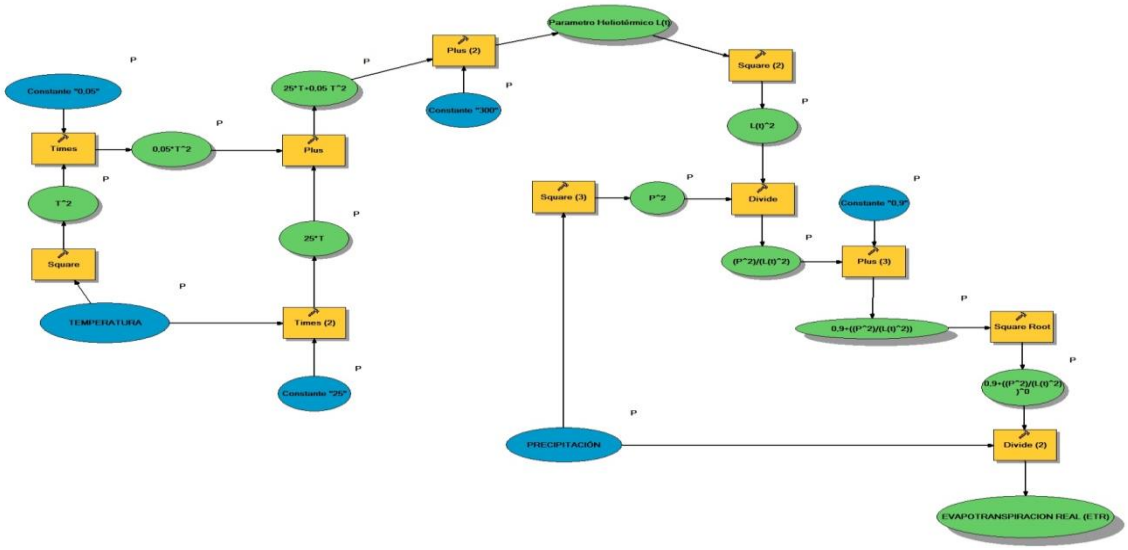
La evapotranspiración Real fue estimada teóricamente La evapotranspiración real fue estimada teóricamente, a partir de los parámetros sobre los que mayor conocimiento se posee en el área de la cuenca, teniendo en cuenta el número de observatorios instalados y la existencia de registros históricos correspondientes a 20 años (1990-2010), como son la temperatura y la precipitación. .[4]

$$ETR = \frac{P}{\left(0{,}9 + \frac{P^2}{L_{(T)}^2}\right)^{1/2}}$$

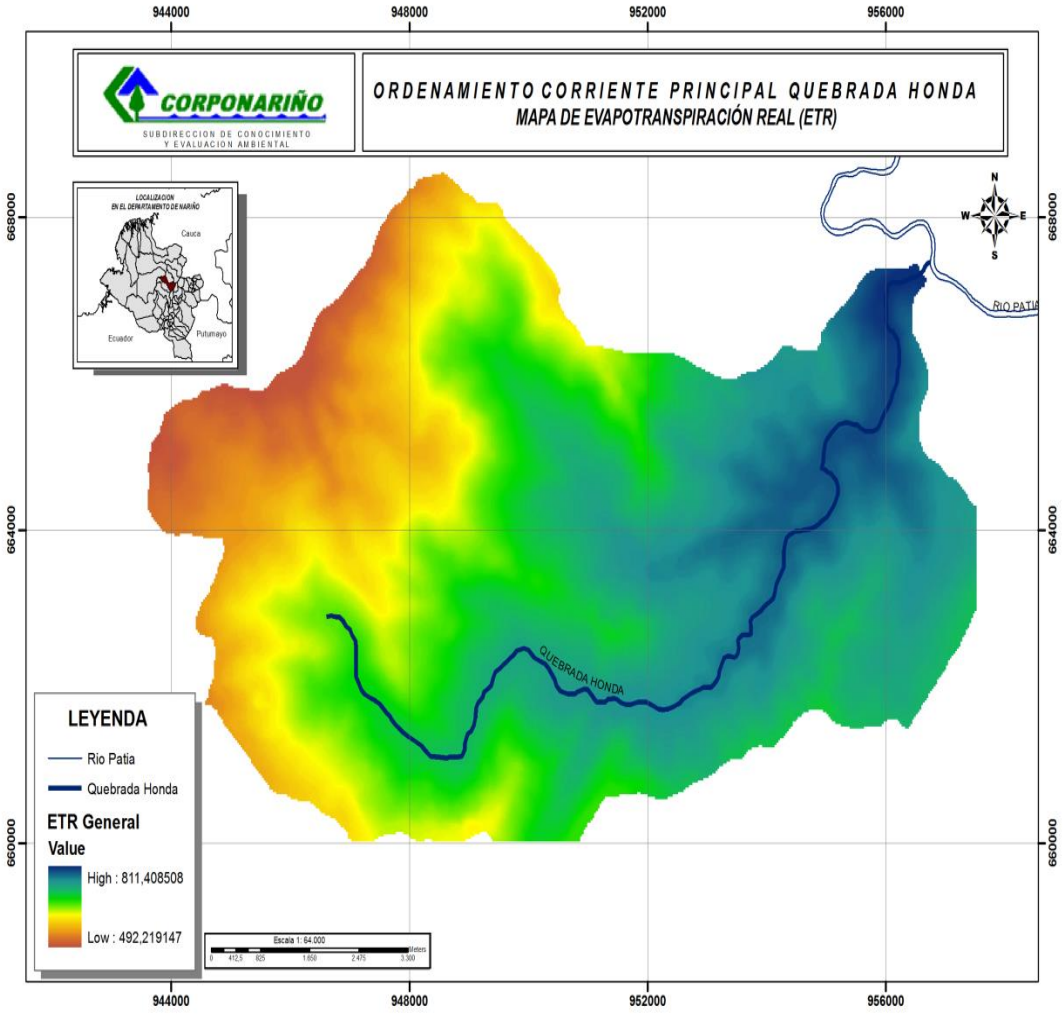
Dónde:
ETR: Evapotranspiración Anual (mm)
P: Precipitación media Anual (mm)
L (T): Parámetro heliotérmico, igual a : L: 300+ 25 t+ 0,05 t^2
T: temperarura media Anual (°C)

El mapa de Evapotranspiración Real se obtuvo entonces con el cruce de los raster de precipitación y temperatura y la aplicación de la anterior formula, por medio de herramientas SIG ejecutadas en el software ArcGis y el paquete de herramientas de Spatial Analyst Tools; a continuación se describe el modelo utilizado para el cálculo.

Figura 33. Modelo utilizado para el cálculo de Evapotranspiración Real



[4] UNESCO. Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur. Montevideo, Uruguay. 1982. p 51.)



Los valores de evapotranspiración Real para la Subcuenca Honda son los siguientes:

EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL MEDIA		
MEDIA	MINIMA	MAXIMA
677,78	492,21	811,4

6.5 EVAPOTRANSPITACION POTENCIAL (ETP)

La evapotranspiración potencial anual fue calculada aplicando la fórmula de Thornthwaite y Mather(1955), la cual se obtiene de la sumatoria de la evapotranspiración mensual, teniendo como variables la temperatura media mensual y la latitud que implícitamente introduce la duración teórica de la insolación. A continuación se describe el procedimiento llevado a cabo para la espacialización de la evapotranspiración:

a) **Índice térmico (i)**. Para cada mes se estimó un índice térmico tomando como base la siguiente formula.

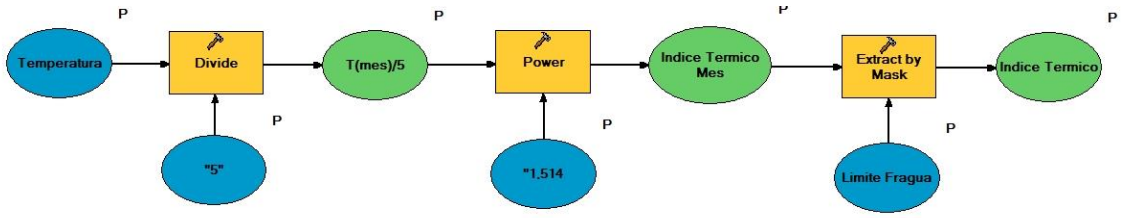
$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514} \quad y \quad I = \sum_{1}^{12} i$$

Donde:

t: Temperatura Media Mensual (°C)

Para obtener el Índice Térmico Anual (IT) se suman los 12 índices térmicos mensuales; el modelo utilizado es el siguiente:

Figura 34. Modelo determinación Índice Térmico (IT)



b) evapotranspiración real no corregida. De carácter mensual mediante la siguiente expresión:

ETP= c*t^a

En donde los “c” y “a” son los mismos para cada mes y vienen dados en función del Índice anual (I); con las expresiones:

$$a = \left(675 * 10^{-9} I^3\right) - \left(771 * 10^{-7} I^2\right) + \left(1,79 * 10^{-2} I\right) + 0,492$$

$$c = 16 \left(\frac{10}{I}\right)^a$$

Para la determinación de los coeficientes “a” y “c” se ejecutaron los siguientes modelos.

Figura 35. Modelo determinación Coeficiente (a)

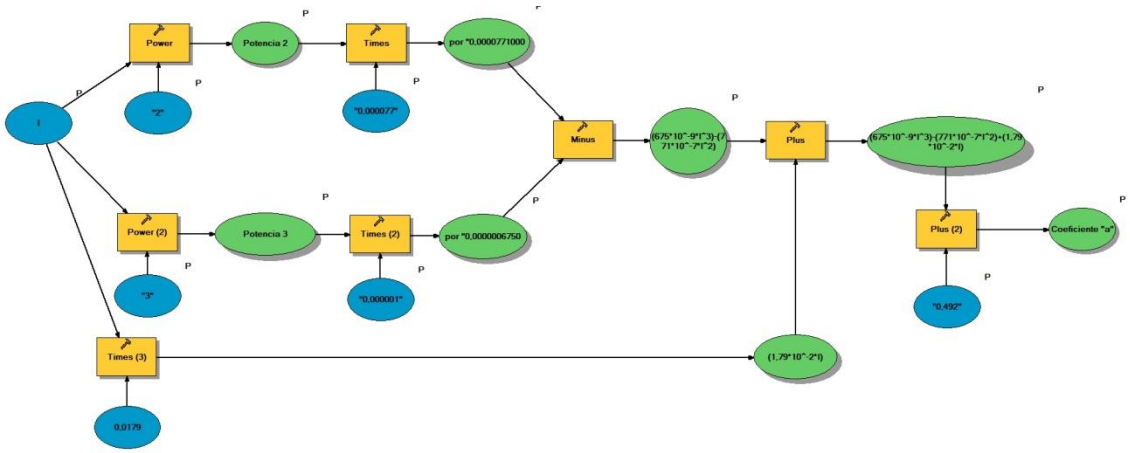


Figura 36. Modelo determinación Coeficiente (c)

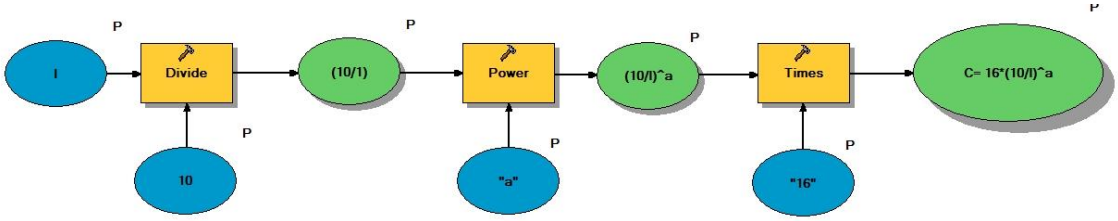
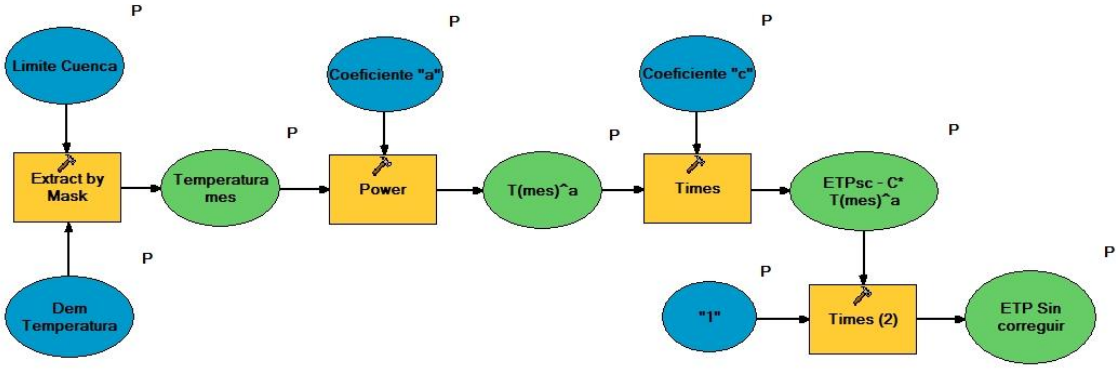


Figura 37. Modelo determinación ETP sin corregir (ETP')



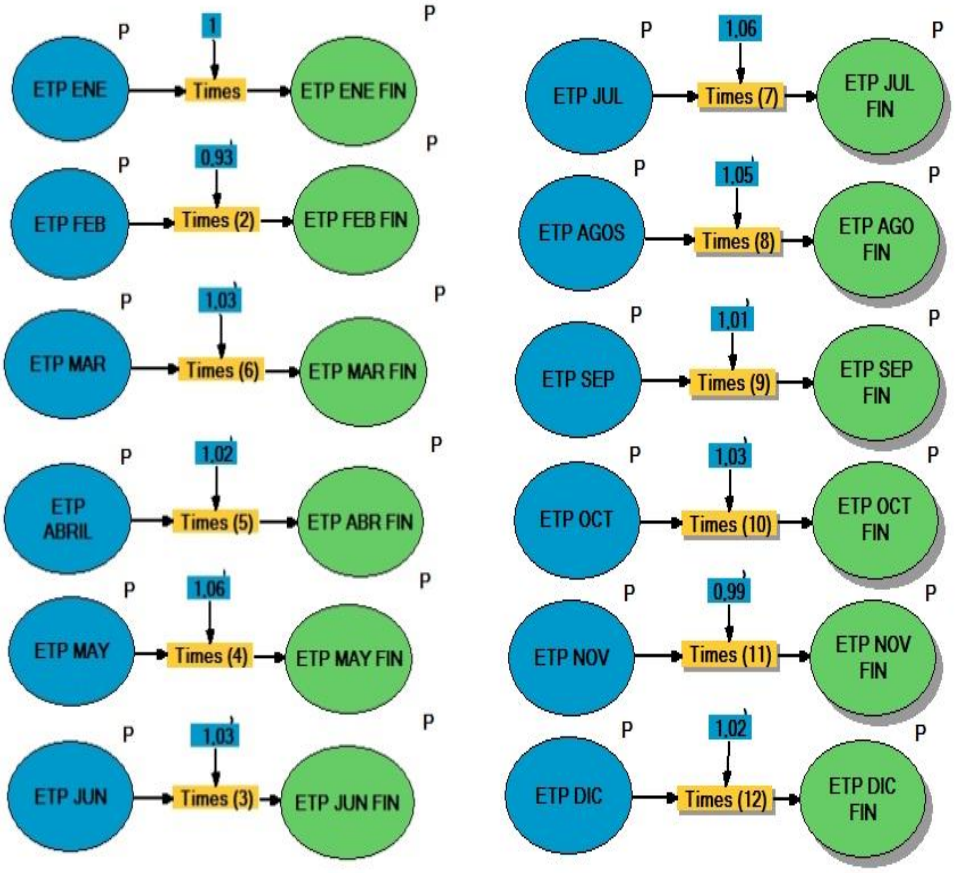
Finalmente se afectó los mapas mensuales ETP' por un coeficiente de corrección K18, (que tiene en cuenta la latitud, es decir la duración de la insolación teórica. Con la siguiente expresión:

EPT= K ETP'

En donde:
K = Coeficiente de corrección mensual (°C)
ETP' = Evapotranspiración mensual sin corregir (°C)

La evapotranspiración potencial anual se obtuvo como la suma de los valores mensuales de ETP.

Figura 38. Modelo determinación corrección Evapotranspiración



A continuación se presentan la evapotranspiración media para la subcuenca quebrada Honda

VAPOTRANSPIRACION POTENCIAL ANUAL		
MEDA	**MINIMA**	**MAXIMA**
490519,12	591329,68	446640,06

Todos los datos medios mensuales de evapotranspiración potencial pueden ser consultados en los archivos digitales en formato *Raster* anexos al documento.

Figura 39. Modelo raster de Evapotranspiración Potencial
Microcuenca Honda

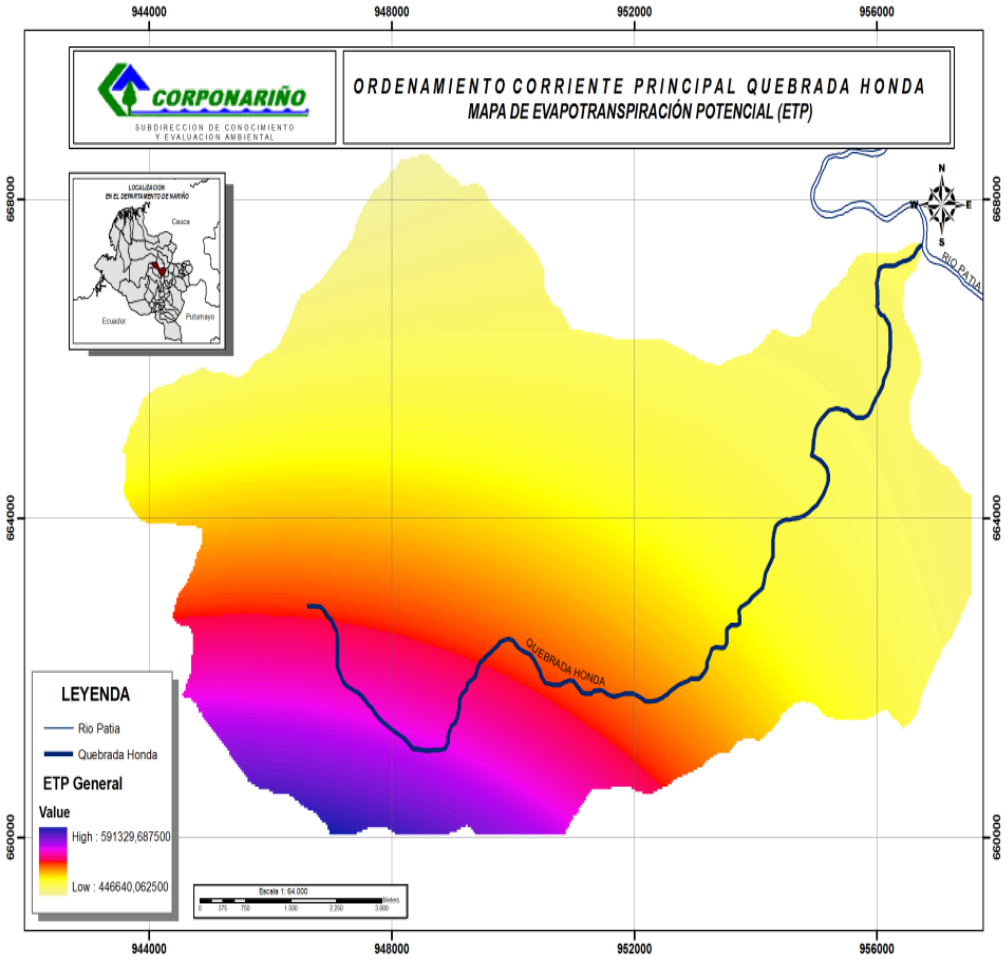


Figura 40. OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL

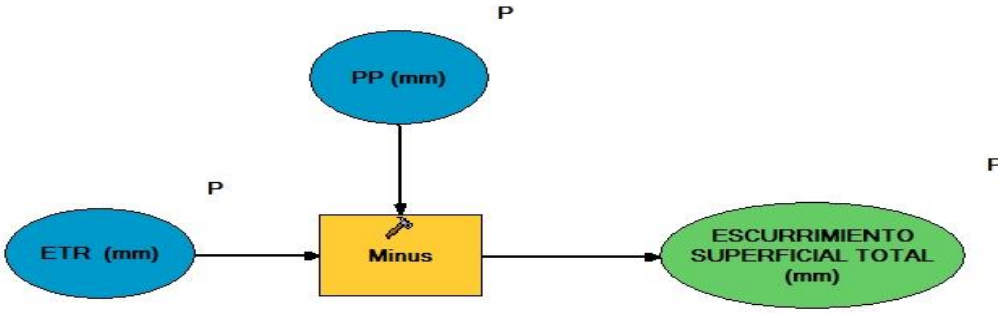
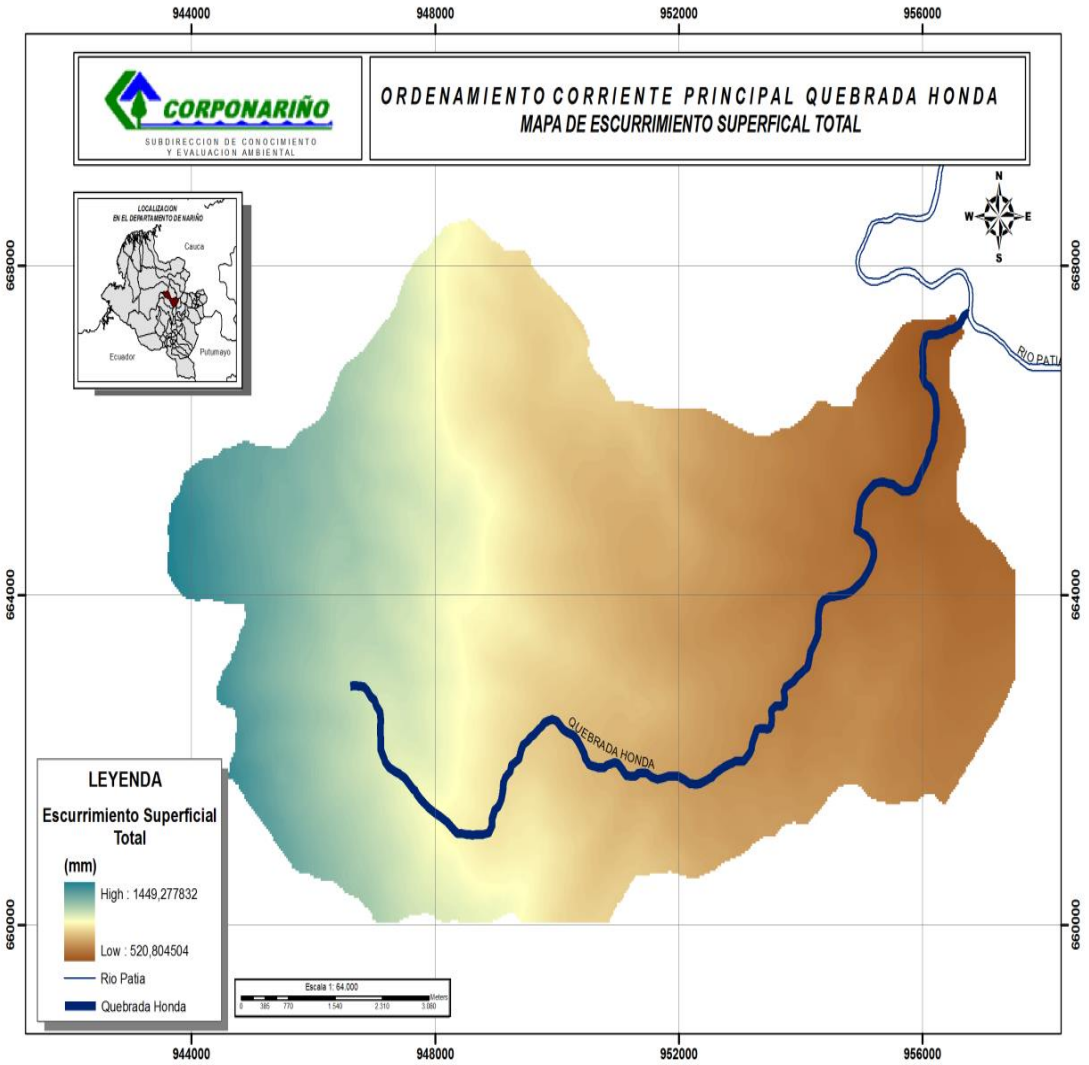


Figura 41. Modelo raster de Escurrimiento Superficial Total Subcuenca Honda



Para aplicar la fórmula de Oferta hídrica neta, es necesario transformar el valor de lámina de agua resultado del mapa de escurrimiento superficial total a caudal expresado en (millones de m3/año) usando la siguiente fórmula, propuesta en la guía metodológica para el cálculo del índice de escasez establecida por el IDEAM.

$$Y= (Q*t)/(A*10000) \longrightarrow Q= Y(A*10000)/t$$

Dónde:
Y = Escurrimiento superficial total (mm)
Q= Caudal (millones de m3/año)
t= 31536000 seg. en año
A= área de la microcuenca 78376733,61 m^2

Para su aplicación fue necesario usar la herramienta del software ArcGis, calculadora raster, de la extensión spatyal analys, teniendo en cuenta que esta ópera la totalidad de los valores en lámina de agua presentes en el mapa de escurrimiento superficial total. Como resultado final obtuvimos que el valor de caudal presente en el área aferente al cauce principal de la quebrada Honda.

OFERTA HIDRICA TOTAL = 2,2126 millones m3/año

Finalmente aplicando los factores de reducción por régimen de estiaje (14,73%) y reducción por fuentes frágiles (40%), alternativa metodológica propuesta por el IDEAM, sobre la oferta hídrica superficial total, se estima la oferta hídrica disponible para lo cual se emplea la siguiente ecuación:

$$OH_N= OH_T – (OH_T * (R_{FF} + R_{RE}))$$

Dónde:
OHN = Oferta hídrica neta (millones m3/s)
OHT = Oferta hídrica total (millones m3/s)
RFF = Factor de reducción por fuentes frágiles (%)
RRE = Factor de reducción por régimen de estiaje (%)

OFERTA HIDRICA NETA = 1,1063 millones m3/año

6.6 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

La recopilación de información para la demanda de uso doméstico se retomó la información que la Corporación a través de la oficina de Recurso Hídrico vienen consolidando, en relación a los usuarios del recurso hídrico que utilizan el agua para uso

doméstico y que se abastecen de la fuentes superficiales, esta base de datos fue complementada con información disponible en otros documentos como el Esquemas de Ordenamiento Territorial y el Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA).

Cuadro 15. Usuarios del recurso Hídrico Sobre el Cauce Principal de en la microcuenca quebrada Honda

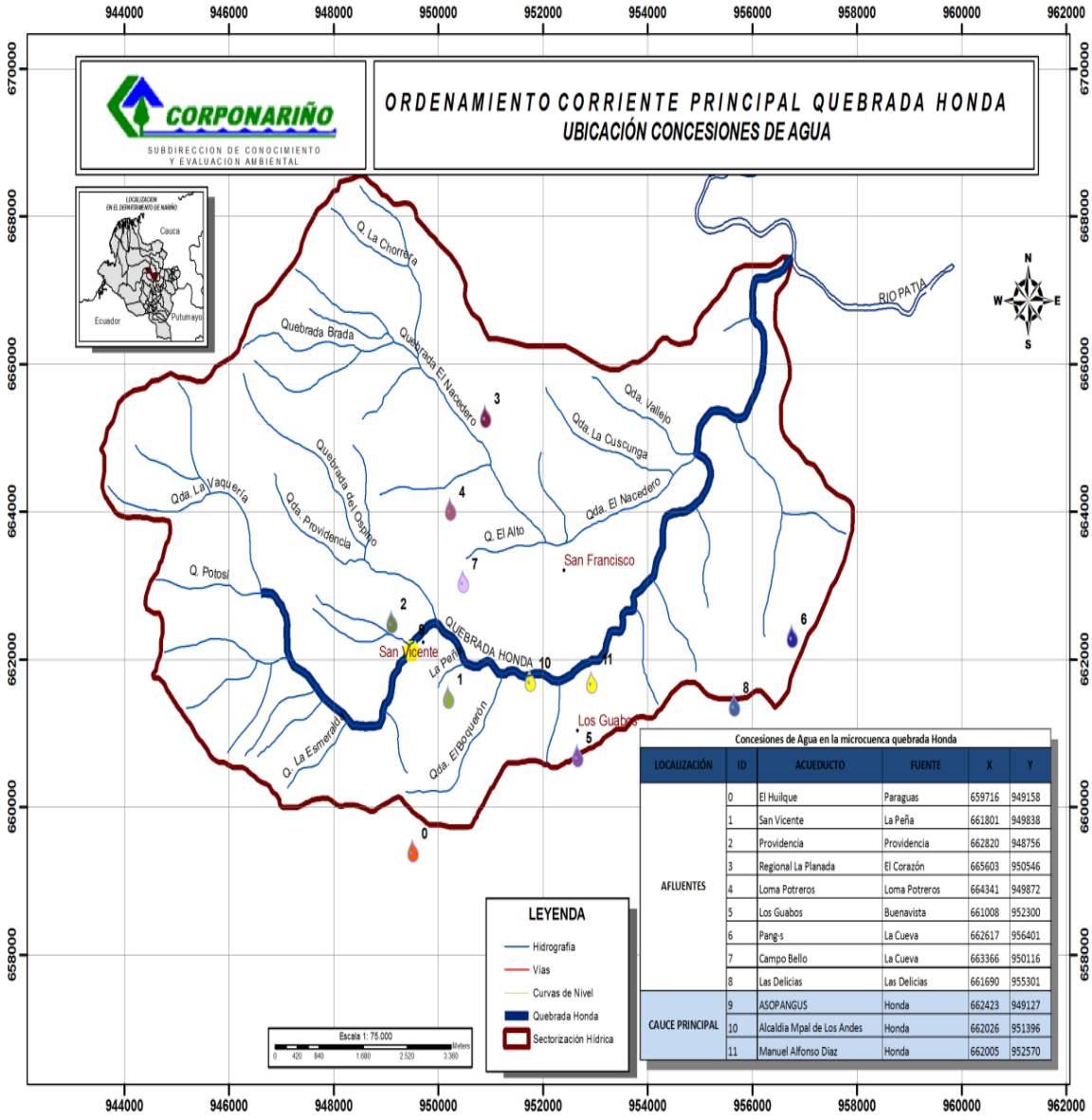
ID	POB. BENEFICIADA	VEREDA	CAUDAL(LPS)	% DEL CAUDAL	USO	SOLICITANTE	CUENCA	Q AFORADO L/S	CORDENADAS		
									N	E	H
1	150	Pangus-Campobello	80.0		Distrito Riego	ASOPANGUS	Patia	2036	662423	949127	1581
2	250	Guayabal	180	14.17%	Riego	Alcaldia Mpal de Los Andes	Patia	1225.67	662026	951396	1295
3	10	Los Guabos	8	4.5%	Riego	Manuel Alfonso Diaz	Patia	±300	662005	952570	1305

Cuadro 16. Usuarios del recurso Hídrico sobre Afluentes de la microcuenca quebrada Honda.

ID	USUARIO	VEREDA	FUENTE	Q	%Q	USO	SOLICITANTE	Q AFRD. (L/S)	CORDENADAS		
									N	E	H
1		La Planada	Ojo de Agua	8.0	11.60%	Doméstico	Jose Adeodato Vallejo	114.60	666722	949209	1930
2		La Planada	La Nacedera	20	6.00%	Piscicola	Edgar Jose Melo Roman	≥ 200.00	665136	950444	1529
3		La Planada	Q La Nacedera	18.0	5.80%	Piscicola	Sonia Apraez caicedo	18.00	664872	950517	1503
4	23	El Pital	Q La Cueva	0,5	49,00%	H	J.A.C. El Pital manuel alfonso	1,02	662665	955117	1448
5	1	guabos	Las Guadas	0,45	50,00%	AP	Francisco Esteban Mora	0,9	662038	953637	1396
6	54	Pangus	La Palma	0,5	96,00%	H	J.A.A. La Palma	0,52	661999	955088	1468
7	32	San Vicente	Nacimiento La Peña	0,9	16,60%	H	J.A.C. Vereda San Vicente	5,4	661805	949834	1705
8	1	La Planada	Q Nacedera	24	20,00%	PISCI	Pedro Eudoro Alvarez	±100	664872	950624	1480

Fuente: Base de datos Oficina de Recurso Hídrico- CORPONARIÑO

Figura 42. Mapa de Localización de Concesiones de Agua En la Microcuenca Quebrada Honda



LOCALIZACIÓN	ID	ACUEDUCTO	FUENTE	X	Y
AFLUENTES	0	El Huilque	Paraguas	659716	949158
	1	San Vicente	La Peña	661801	949838
	2	Providencia	Providencia	662820	948756
	3	Regional La Planada	El Corazón	665603	950546
	4	Loma Potreros	Loma Potreros	664341	949872
	5	Los Guabos	Buenavista	661008	952300
	6	Pang-s	La Cueva	662617	956401
	7	Campo Bello	La Cueva	663366	950116
	8	Las Delicias	Las Delicias	661690	955301
CAUCE PRINCIPAL	9	ASOPANGUS	Honda	662423	949127
	10	Alcaldia Mpal de Los Andes	Honda	662026	951396
	11	Manuel Alfonso Diaz	Honda	662005	952570

La información sobre proyección de población se estimó considerando estadísticas del censo DANE para el año 2018.

ITEMS	RURAL
POBLACION PROYECTADA(2018)	3926,919934
NIVEL DE COMPLEJIDAD	MEDIA ALTO
DOTACIÓN NETA	150 l/hab/dia
PERDIDAS	5%
PERDIDAS TECNICAS	25%
DOTACIÓN NETA CORREGIDA (m3/Hab/día)	157.5
DOTACIÓN BRUTA (m3/Hab-día)	0,2
DEMANDA DE AGUA USO DOMÉSTICO TOTAL (m3/año)	286665,1552

DEMANDA DE USO DOMESTICO=286665,152 m^3/año

6.7 DEMANDA DE USO PECUARIO

La demanda de agua para uso pecuario se determinó a partir del volumen de producción de animales de importancia comercial, como bovinos, aves de corral, porcinos y equinos, además se incluyó animales de tipo cuyícola y cunícola, aplicando a cada uno de ellos un factor de consumo aproximado; la información base se retomó del censo agropecuario del 2008, dicho censo presenta el número de ejemplares clasificado por edad a nivel municipal.

Cuadro 17. Factores de Consumo por Tipo de Animal

TIPO DE ANIMAL COMERCIAL	TEMPERATURA	CONSUMO (m^3/Animal - año)	FUENTE
BOVINO	10	11,58	Anexo 3. de la Resolución No. 865 de 2004.
	14,4	13,33	Anexo 3. de la Resolución No. 865 de 2004.
	21,1	15,61	Anexo 3. de la Resolución No. 865 de 2004.
	26,6	19,65	Anexo 3. de la Resolución No. 865 de 2004.
	32,2	22,75	Anexo 3. de la Resolución No. 865 de 2004.
PORCINOS	FRIO < 17	9,13	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
	MEDIO 17 - 24	10,22	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
	CÁLIDO > 24	10,95	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
AVES POSTURA	-	0,16	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
AVES ENGORDE	-	0,16	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
AVES TRASPATIO	-	0,16	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
EQUINOS	FRIO < 17	7,30	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
	MEDIO 17 - 24	9,13	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
	CÁLIDO > 24	10,95	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
	FRIO < 17	5,48	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
	MEDIO 17 - 24	7,30	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
	CÁLIDO > 24	9,13	Módulos de Consumo CAR, septiembre 2005.
CUNICOLA	-	0,16	http://www.mailxmail.com/curso-informaciones-utiles-sanidad-animal/consumo-agua-2
CUYICOLA	-	0,03	100 ml Por día. FAO http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm

Fuente. Índice de escases de Agua Río Guaitara, CORPONARIÑO 2009.

Cuadro 18. Inventario de Animales en la Microcuenca Quebrada la Honda

ESPECIE	TOTAL
BOVINO	3.670
PORCINO	165
AVICOLA	42.750
CABALLAR	750
CUNICOLA	300
CUYICOLA	6.000
TOTAL	**53.635**

Fuente: Consolidado Agropecuario, Secretaria agricultura del Medio Ambiente de Nariño

Considerando que la información pecuaria se encuentra por municipio y no por unidad hídrica como una cuenca, subcuenca o microcuenca, se vio la necesidad de estimar el volumen de producción parcial que representa la sección del municipio de los Andes Sotomayor que hace parte de la microcuenca quebrada Honda, para ello se afectó la producción total con el porcentaje de área de los municipios que se incluyen en ésta.

Cuadro 19. Consumo Percapita por Especie de Animal
Microcuenca Quebrada Honda

TIPO DE ANIMAL	CANTIDAD ANIMALES MUNICIPIO.	AREA MPIO DE LOS ANDES(ha)	ÁREA MICROCUENCA (ha)	CANTIDAD ANIMALES MICROCUENCA
BOVINO	3.670	37.859,26	7.837,67	760
PORCINO	165			34
AVICOLA	42.750			8.850
CABALLAR	750			155
CUNICOLA	300			62
CUYICOLA	6.000			1.242
TOTAL	**53.635**			**11.104**

Del total de los animales existentes en el municipio de Los Andes Sotomayor a la microcuenca Quebrada Honda le corresponden un total de animales de 11.104 es decir en la microcuenca se pueden encontrar el 20,70% de animales.

Con la aplicación de la fórmula de demanda de agua por uso doméstico y la información presentada anteriormente se procede a calcular la demanda para uso pecuario de la siguiente manera:

$$DUP = \sum_{i=1}^{n} Vpa\ i \times Fca$$

En donde:
DUP: Demanda de agua para uso pecuario
Vpai: Volumen de producción por tipo de animal industrial
Fca: Factor de consumo según producción animal

Cuadro 20. Demanda de Agua por Uso Pecuario Microcuenca Quebrada Honda

TIPO DE ANIMAL	TOTAL ANIMALES MICROCUENCA	TEMPERATURA	CONSUMO (m3/Animal-año	DUP (m3/año)
BOVINO	3.670	21,1	15,61	57288,70
PORCINO	165	17	10,22	1686,30
AVICOLA	42.750	-	0,16	6840,00
CABALLAR	750	17	7,3	5475,00
CUNICOLA	300	-	0,16	48,00
CUYICOLA	6.000	-	0,03	180,00
TOTAL	**53.635**			**71518,00**

Para la elección del valor de temperatura aplicado para cada tipo de animal, se tuvo en cuenta el raster de precipitación anual generado anteriormente, teniendo presente entonces la temperatura media de la microcuenca.

DEMANDA TOTAL POR USO PECUARIO= 71518,00 m^3/año

6.8 DEMANDA DE USO AGRICOLA

Para efectos del cálculo de la demanda de uso agrícola conforme lo estipula la metodología para el cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial, desarrollado por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, se utilizó los rasters de precipitación anual, generado como resultado de un consolidado histórico de 21 años de 18 estaciones y el raster de Evapotranspiración Potencial generada con la utilización de dos variables, la temperatura media mensual y la latitud que implícitamente introduce la duración teórica de la insolación, con estos y la aplicación de diferentes fórmulas, también especificadas en la metodología del IDEAM, se estableció finalmente la evapotranspiración potencial.

A continuación se describe la fórmula utilizada para el cálculo de la demanda de uso agrícola.

$$DUA = [P - (ETP * Kc)] * Ha$$

DUA=

En donde:
DUA = Demanda de agua para el sector agrícola
P = Precipitación
ETP = Evapotranspiración potencial
Kc = Coeficiente de uso de agua del cultivo (FAO 33)
ha = Número de hectáreas cultivadas

Como se observa en la formula anterior para el cálculo de la demanda de agua de uso agrícola se necesita asignar a cada cultivo un coeficiente de uso de agua del cultivo (Kc), por consiguiente después de consultar diferentes fuentes bibliográficas se asignó por cada cultivo un coeficiente de consumo (Kc) , en cada una de las fases de su ciclo vegetativo (inicial, desarrollo, media y madurez) de las cuales se sacó un coeficiente de consumo medio por cada uno de los cultivos, posteriormente se realizó un promedio por cada asociación de cultivos presente en la microcuenca.

A continuación se muestra la tabla consolidada con los coeficientes de consumo promedio para cada asociación de cultivos. En el anexo se puede consultar la tabla de coeficientes de consumo por cada cultivo.

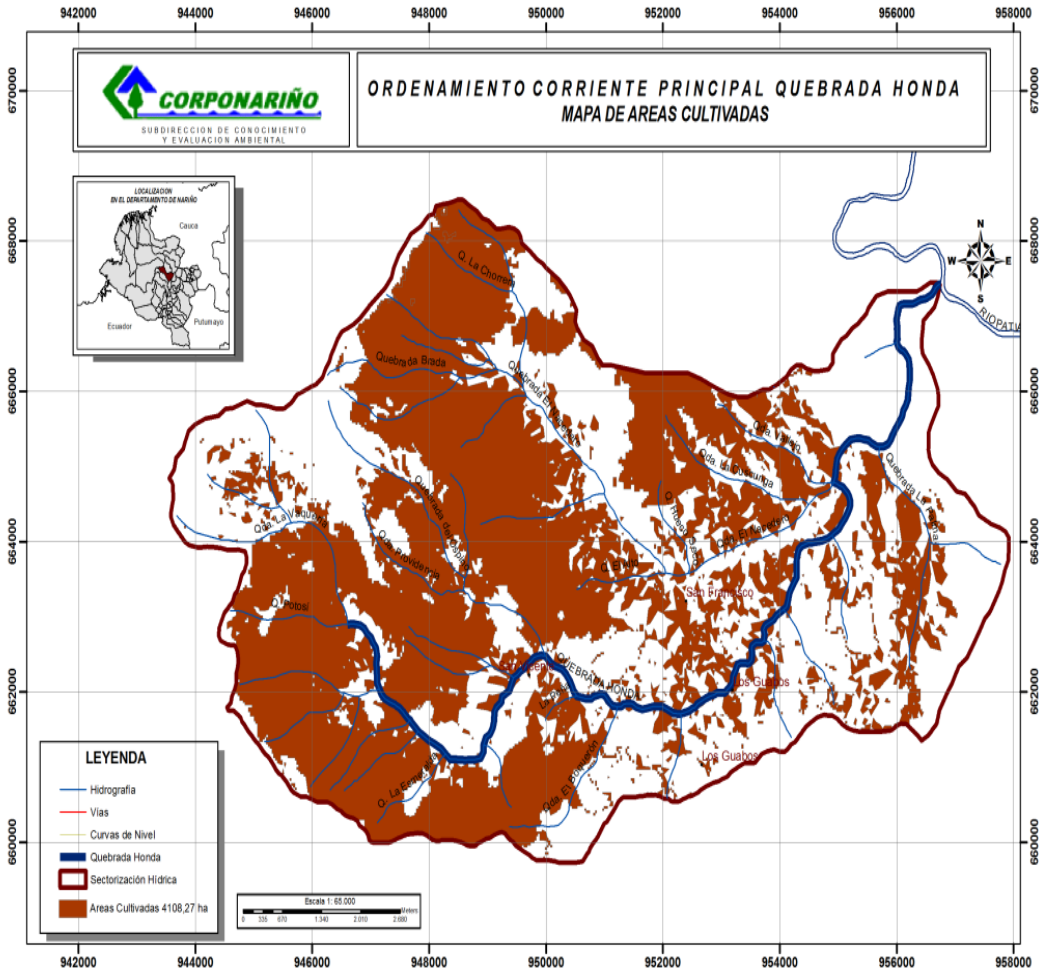
Cuadro 21. Coeficiente de consumo de agua por tipo de cultivo (Kc) Microcuenca Quebrada Honda

NIVEL 4	AREA (HA)	%	KC_PROM
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS (Platano, café, maiz, frijol, maní, yuca, frutales)	4101,57	99,84	5,67
CULTIVOS PERMAENTES Y SEMIPERMANENTES(Café, plátano y caña panelera)	6,70	0,16	2,53
TOTAL ÁREA CULTIVADA EN LA MICROCUENCA	**4108,27**	**100,00**	

Fuente: este estudio – CORPONARIÑO 2012

Después de aplicar la anterior formula con la utilización de los mapas de evapotranspiración potencial y la precipitación, a continuación se muestran las diferentes áreas cultivadas para la microcuenca y el valor medio de la demanda de uso agrícola.

Figura 43. Áreas cultivadas en la Microcuenca Quebrada Honda



DEMANDA DE USO AGRICOLA= -14,25 m^3/año

El anterior resultado evidencia un déficit de agua en la microcuenca.

6.9 DEMANDA DE USO INDUSTRIAL

Para el cálculo de la demanda de uso industrial se tuvieron en cuenta tres minas de oro que toman el agua de la fuente principal de la microcuenca, aunque esta captación la realizan de manera ilegal, pues no están reglamentadas, ni tiene los premisos ambientales necesarios, se decidió calcular la demanda con estas variables por ser las únicas existentes en el municipio que hace uso de la fuente para fines industriales.

El factor de consumo para este tipo de actividades se sacó de la resolución 865 de julio 22 de 2004(anexo de industrias), correspondiente al código CUII de 3909, valor del factor de consumo de 4,2 m^3/ton.

En donde:
DUI = Demanda de agua para uso industrial
Vp i = Volumen de producción según sector económico
Fci i = Factor de consumo según sector económico

Cuadro 22. Estimación demanda de agua para uso industrial Microcuenca Honda

NOMBRE MINA	COOREDENADAS		ALTURA. (m.s.n.m)	JORNADA LABORAL	TIEMPO DE PRODUCCION h/d	N° DE EMPLEADOS	PRODUCCION (ton/dia)	FACTOR DE CONSUMO (m3/ton)	DUI
	X	Y							
La Victoria	952590,45	662295,03	1156	7 am-5pm	20	8	25	4,2	38325
La Gaulconda	952521,33	662302,82	1168	7 am-5pm	20	8	25	4,2	38325
La Nueva Esparta	952743,78	662389,95	1134	7 am-5pm	20	10	70	4,2	107310
La Golondrina	949224	661110		7 am-5pm	20	10	30	4,2	45990
La Redención	949563	662417		7 am-5pm	20	7	15	4,2	22995
La Esmeralda	949205	661378		7 am-5pm	20	7	20	4,2	30660
TOTAL									**283605**

Fuente. Este estudio –CORPONARIÑO 2012.

La fórmula para el cálculo de la demanda de uso Industrial es la siguiente:

$$DUI = \sum_{i-1}^{n} Vp_i * Fc_i$$

En donde:
DUI = Demanda de agua para uso industrial
Vp i = Volumen de producción según sector económico
Fci i = Factor de consumo según sector económico

Después de aplicada la formula anterior, se presenta el valor de la DUI para la microcuenca:

DEMANDA TOTAL POR USO INDUATRIAL= 283605 m^3/año

6.10 DEMANDA DE USO DE SERVICIOS

Para el cálculo de la demanda de uso por servicios, se utilizó información recopilada de diferentes documentos entre los cuales están: Planes de Uso Eficiente y Ahorro de Agua, CORPONARIÑO: Línea base usuarios generadores de vertimientos, Instituto Departamental de salud de Nariño, Secretaria de Educación Departamental de Nariño, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE); en lo posible se trató de conseguir información geo referenciada de los diferentes establecimientos, algunos de ellos producto de la revisión de información y solicitud a las entidades correspondientes y otros como resultado de georeferenciacion directamente en el sitio.

Para cada uno de los servicios encontrados en la microcuenca se estableció el factor de consumo según la siguiente formula.

$$DUS = \sum_{i-1}^{n} N_i * Fcs_i$$

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

En el área correspondiente a la micorcuenca Honda se encuentran únicamente cuatro instituciones educativas y a un que algunos documentos reportan la existencia de centros de salud, en la información solicitada al Instituto Departamental de Salud a este respecto se establece un solo centro ubicado en la cabecera municipal, por esta razón y teniendo en cuenta que no existen más servicios en el área de interés el cálculo de demanda por servicios se realiza con estas instituciones educativas que se describen a continuación:

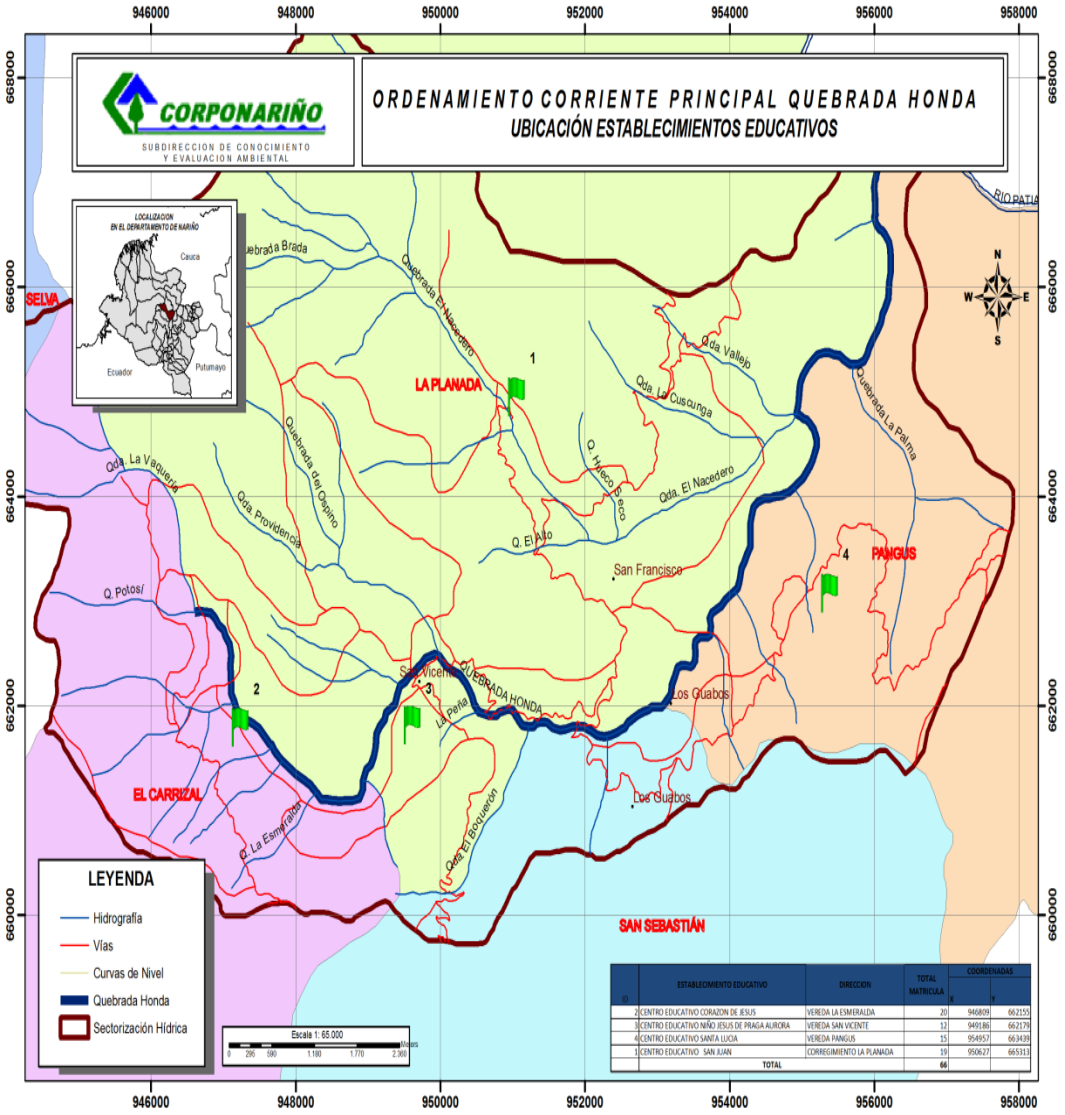
Cuadro 23. Establecimientos Educativos Ubicados
En la Microcuenca Quebrada Honda

ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO	DIRECCION	TOTAL MATRICULA	COORDENADAS	
			X	Y
CENTRO EDUCATIVO CORAZON DE JESUS	VEREDA LA ESMERALDA	20	946809	662155
CENTRO EDUCATIVO NIÑO JESUS DE PRAGA AURORA	VEREDA SAN VICENTE	12	949186	662179
CENTRO EDUCATIVO SANTA LUCIA	VEREDA PANGUS	15	954957	663439
CENTRO EDUCATIVO SAN JUAN	CORREGIMIENTO LA PLANADA	19	950627	665313
TOTAL		**66**		

Cuadro 24. Calculo de la Demanda de Uso por Servicios.

SERVICIO	N° ESTABLECIMIENTOS	TOTAL USUARIOS	FACTOR DE CONSUMO (l/dia/usuari	UNIDADES	DUS
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	4	66	21	L/día por alumno	1386
TOTAL DUS					**1386**

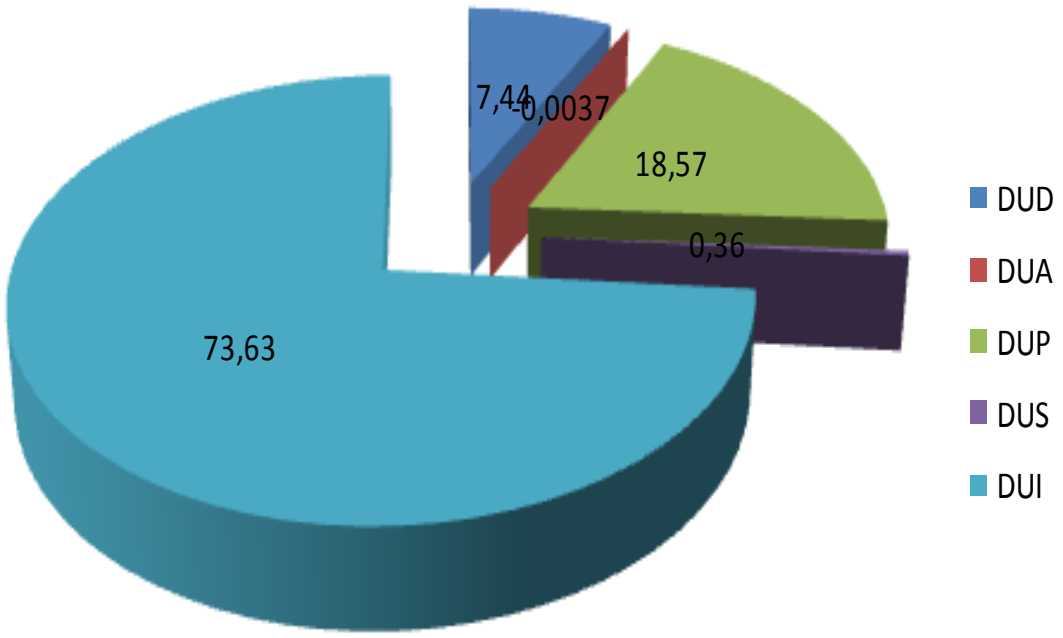
Figura 44. Ubicación de Establecimientos Educativos



DEMANDA TOTAL POR USO DE SERVICIOS= 1386 m^3/año

6.11 DEMANDA DE USO TOTAL.

La demanda de agua total se obtiene de la sumatoria de las demandas por categoría de uso.



Según la gráfica anterior es la demanda de Uso industrial la que sobresale en la microcuenca con un porcentaje de 73,63%, seguido de la demanda de uso pecuario con un 18,57% y la demanda de uso doméstico con el 7,44%; los menores valores los encontramos en la demanda de uso del sector servicios con tan solo el 0,36%, a razón de que la microcuenca es de carácter rural y es en los cascos urbanos donde se concentran los diferentes servicios y la demanda de uso agrícola que con su valor negativo indica un déficit de agua en a microcuenca.

7. DIAGNOSTICO SOCIAL

El Diagnóstico Social en el Proceso de Ordenamiento de la fuente hídrica Quebrada Honda, tiene como primer objetivo identificar la magnitud de la problemática socio ambiental, involucrando a las autoridades locales y comunidad en general: logrando un proceso incluyente y concertado con una participación protagónica y activa.

Como segundo criterio y también de gran importancia fue dar a conocer el proceso de Ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada Honda y la ejecución de la fase de Diagnóstico y prospectiva para lo cual con los actores de los municipios de los Andes Sotomayor y se coordinó y ejecutó una socialización para la concertación de escenarios de calidad y distribución del recurso hídrico, donde se reconoció valores ambientales, compromisos y acciones sociales.

7.1 ASPECTOS GENERALES

7.1.1 Población

La constituye en su gran mayoría gente de la zona que conserva sus tradiciones con respecto a la principal actividad económica que en este caso es la minería y cuya cosmovisión la plasma en su entorno y forma de vida, por esta razón los recursos naturales son un valor fundamental para el sustento de cada familia.

7.1.2 Desarrollo Urbano

Se destaca que el beneficio de este Quebrada ha generado el desarrollo social y económico de la zona permitiendo el crecimiento en la actividad minera, razón por la cual encontramos a sus orillas los el sector minero de: los centros poblados san Vicente, Pangus, San Francisco, la Planada entre otros.

7.1.3 Economía

A lo largo de la Quebrada el desarrollo económico es eminente pues la actividad minería es considerada una de las principales paralela con la actividad agraria, son la base fundamental de la población en esta zona, permitiendo que haya producciones derivadas a estas actividades y que se genere utilización de mano de obra no calificada.

7.1.4 La agricultura

Esta actividad ocupa el segundo renglón de la economía con el cultivo de plátano, maíz y café generando empleo en la siembra, abonada y cosecha.

7.1.5 Diagnóstico Social Participativo

El municipio de los Andes Sotomayor, zona de gran riqueza hidrográfica (ríos, quebradas), rica en gran variedad minerales especialmente de minería, flora y fauna, zona de majestuosos paisajes, fue el escenario donde los habitantes conocieran el Proceso de Ordenamiento del recurso Hídrico de la Quebrada Honda y fueran ellos quienes como actores identifiquen las principales causas y consecuencias de contaminación de este importante recurso hídrico e identificaran cuales son la necesidades prioritarias de los usos de la Quebrada y las soluciones más urgentes creando escenarios factibles para la aplicación del Plan de Ordenamiento.

Actores
Los principales actores que se identificaron en el área de la Quebrada Honda son:

- ✓ ALCALDÍA MUNICIPIO DE LOS ANDES SOTOMAYOR
- ✓ EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE SOTOMAYOR
- ✓ CORPONARIÑO (CENTRO AMBIENTAL MINERO)
- ✓ SECTOR MINERO



7.1.6 Importancia

L a Quebrada Honda se constituye en uno de los principales afluentes para los diferentes usos como por ejemplo abastecedor de agua potable de los acueductos de asopangus, también para el sector minero entre otros.

7.1.7 Problemática

Se identifica como principal problemática el deterioro de calidad y cantidad del agua de la Quebrada Honda por el desarrollo de actividades económicas como la minería debido a uso de químicos como el mercurio y/o cianuro entre otros.

7.1.8 Causas de contaminación

Entre los principales causa de contaminación descrita por los actores se encuentran**:**

- ✓ utilización de químicos que deterioran de alguna forma los recursos naturales
- ✓ deterioro de los sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales
- ✓ falta de educación ambiental
- ✓ mal manejo de los recursos naturales
- ✓ elevado porcentaje en cuanto a la minería ilegal
- ✓ Invasión de la ronda hídrica
- ✓ contaminación por vertimientos industriales mineros
- ✓ Bajas prácticas de reforestación

7.1.9 Consecuencias

- ✓ Escasez de agua
- ✓ Destrucción de la naturaleza y del medio ambiente.
- ✓ Se contamina el agua y es perjudicial para la salud
- ✓ Disminución del caudal del agua.

7.1.10 Soluciones

- ✓ Cuidar las fuentes de agua
- ✓ No contaminar el recurso hídrico
- ✓ No talar los Bosques, ni quemar los paramos
- ✓ Aumentar la reforestación
- ✓ implementar programas de producción más limpia en la minería
- ✓ proponer programas para promover la legalidad de todo el sector minero.
- ✓ Descontaminación de las fuentes hídricas

7.2 CENSO DE USUSARIOS

De acuerdo al trabajo de campo realizado y a la recopilación de información de tipo secundario, sobre el cauce principal de la quebrada Honda y sus afluentes se identificaron los siguientes usuarios del recurso hídrico clasificados tanto para el componente de cantidad como para el de calidad:

7.3 INVENTARIO DE VERTIMIENTOS PARTE ALTA DE LA QUEBRADA HONDA

Relaciona los afluentes naturales y usuarios generadores de vertimientos o aguas residuales de tipo industrial minero, doméstico y de servicios que alimentan y descargan al cauce principal de la quebrada Honda 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, sea derecho o izquierdo acorde con el sentido de flujo de la corriente superficial.

Censo de usuarios. Durante el recorrido en campo sobre el cauce principal de la Quebrada Honda se identificaron los siguientes usuarios donde también se determinaron los componentes de cantidad como de calidad del recurso hídrico.

- **Calidad**

  Un aspecto a tener en cuenta en la reglamentación y evaluación del uso calidad del agua, es la elaboración del censo de usuarios, el cual permite la identificación y ubicación de los usuarios, predios y superficies actuales y potenciales que comprende la Quebrada Honda.

- **Zona alta**

Esta zona se integraran los vertimientos naturales como industriales puntuales sobre la corriente del cauce principal de toda la parte alta de la Quebrada Honda, donde se incluye todas las descargas industriales provenientes de los procesos de beneficio mineral para obtención de oro ubicadas en la vereda de san Vicente.

A continuación se describirán todos los usuarios que tienen confluencia sobre la quebrada fuente de estudio, a los cuales se les realizara una breve descripción con el fin de conocer más a detalle la afectación sobre el recurso hídrico.

Cuadro 25. Confluencia de quebrada peña con el cauce principal

P1	**QUEBRADA PEQUEÑA UBICADA DESPUES DE LA BOCATOMA**			
MUNICIPIO: Los Andes Sotomayor		**VEREDA: San Vicente**		
COORDENADAS:	950141,46	662258,63	1345	**MARGEN:** DERECHA
Tipo: Confluencia afluente con la Quebrada Honda	**Permisos**: el afluente tiene un caudal de 14,2 lps aproximadamente		Descarga al cauce principal.	



DESCRIPCION: En este punto se conecta un afluente en la parte alta de la quebrada Honda, este cuerpo hídrico aporta un caudal considerable (14,2) lps aproximadamente. Dicho afluente se caracteriza por que no tiene ningún tipo de afectación por vertimientos tanto domésticos como industriales minero, además se debe tener en cuenta que a unos metros donde se realiza la confluencia existe la bocatoma del distrito de riego ASOPANGUS

Cuadro 26. Confluencia de quebrada Ospino con el cauce principal

P2	QUEBRADA OSPINO			
MUNICIPIO: Los Andes Sotomayor		**VEREDA: San Vicente**		
COORDENADAS:	949611,08	662790,13	1354	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Confluencia afluente con la Quebrada Honda	**Permisos**: el afluente tiene un caudal de 24,15 lps aproximadamente			Descarga al cauce principal.



DESCRIPCION: En este punto se conecta la quebrada en la parte alta de la quebrada Honda, vereda San Vicente este cuerpo hídrico aporta un caudal considerable (24,15) lps aproximadamente. Dicho afluente se caracteriza por que no tiene ningún tipo de afectación por vertimientos tanto domésticos como industriales minero, además se debe tener en cuenta que a unos metros donde se realiza la confluencia eta asentada la planta de beneficio mineral artesanal la redención.

Cuadro 27. Confluencia de quebrada Boqueron con el cauce principal

P2	QUEBRADA OSPINO			
MUNICIPIO: Los Andes Sotomayor		**VEREDA: San Vicente**		
COORDENADAS:	950836,9	662119,8	1312	**MARGEN:** DERECHA
Tipo: Confluencia afluente con la Quebrada Honda	**Permisos**: el afluente tiene un caudal de 12,11 lps aproximadamente			Descarga al cauce principal.



DESCRIPCION: En este punto se conecta la quebrada en la parte alta de la quebrada Honda, este cuerpo hídrico aporta un caudal considerable (12,11) lps aproximadamente, el cual ayuda a que haya una mejor asimilación y dilución de agentes contaminantes. Dicho afluente se caracteriza por que no tiene ningún tipo de afectación por vertimientos tanto domésticos como industriales minero. Cabe resaltar que la calidad del agua de esta es DBO = 2 mg/l y OD = 7,5 mg O2/l

Cuadro 28. Planta de beneficio mineral artesanal la redención

P3	MINA LA REDENCION			
MUNICIPIO: Los Andes Sotomayor	**CORREGIMIENTO:**		**VEREDA: San Vicente**	
COORDENADAS:	949563	662417	1349	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Vertimiento minero	**Permisos**: el vertimiento tiene un caudal de 0,6 lps aproximadamente		NO Descarga al cauce principal.	



DESCRIPCION: En la parte alta de la quebrada Honda, en San Vicente se encuentra la mina la redención la cual genera un caudal de (0,6) lps aproximadamente. Dicho vertimiento se caracteriza por que no tiene afectación directa sobre la corriente principal si no por el contrario tiene como destino la infiltración en el suelo. Otras características de este usuario son:

- La fuente hídrica en proceso de ordenación se encuentra aproximadamente a 100 metros.
- La planta de Beneficio mineral solo extrae el material pero lo lleva a extraer el mineral a la planta ubicada en el municipio de los Andes Sotomayor

Cuadro 29. Confluencia de afluente natural con el cauce principal

P2	AFLUENTE NATURAL I			
MUNICIPIO: Los Andes Sotomayor		**VEREDA: San Vicente**		
COORDENADAS:	950836,9	662119,8	1312	**MARGEN:** DERECHA
Tipo: Confluencia afluente con la Quebrada Honda	**Permisos**: el afluente tiene un caudal de 9,5 lps aproximadamente			Descarga al cauce principal.



DESCRIPCION: En este punto se conecta un afluente natural con la quebrada Honda, este cuerpo hídrico aporta un caudal considerable (9,5) lps aproximadamente, el cual ayuda a que haya una mejor asimilación y dilución de agentes contaminantes. Dicho afluente se caracteriza por que no tiene ningún tipo de afectación por vertimientos tanto domésticos como industriales minero. Cabe resaltar que la calidad del agua de esta es DBO = 2 mg/l y OD = 7,5 mg O2/l

CANTIDAD:

ZONA ALTA:

Esta es una zona de recarga por lo tanto existen abundantes afloramientos de agua en toda esta área, que abastece la corriente principal y por ende las captaciones veredales de Pangus y Campo Bello entre otras. Las entradas más importantes son las que se indicaron anteriormente además de la bocatoma de distrito de riego. Otras entradas importantes aguas debajo de la bocatoma es la quebrada Ospino y la quebrada peña o Boquerón.

A continuación se detallan los principales aportes de caudal y las captaciones tanto del cauce principal como de los afluentes a esta fuente hídrica:

Sobre el **cauce principal** la única captación en esta zona es la que realiza el distrito de riego ASOPANGUS.

Cuadro 30. Infraestructura zona I

P4	**BOCATOMA Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO ASOPANGUS**			
MUNICIPIO: Los Andes Sotomayor	**CORREGIMIENTO:**		**VEREDA:** San Vicente	
COORDENADAS:	949029,	662428,5	1418	**MARGEN: Cauce Principal**
Tipo: Bocatoma para uso Humano y domestico	**Permisos**: Concesión No. 579 del 05 de Diciembre del 2008			Captacion cauce principal



DESCRIPCION: Esta bocatoma capta un caudal de 80 LPS para uso Humano y doméstico.
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA
COMPONENTES: - Bocatoma - Desarenador - Tanque de Almacenamiento 
DESCRIPCION: El agua captada es conducida a un desarenador y luego a un tanque de almacenamiento, para posteriormente ser conducida a las veredas beneficiadas.

➢ **ZONA MEDIA:**

CALIDAD:

Las actividades que afectan la calidad de la quebrada son principalmente; vertimientos industriales mineros constantes que se realizan en su mayoría mediante acequias y mangueras hacia el suelo en cercanías a la quebrada. Hay que tener en cuenta que en esta zona no se cuenta con servicio de alcantarillado por lo tanto cada mina descarga todo su vertimiento después de cada respectivo sistema de tratamiento hacia la quebrada en estudio.

Cabe resaltar que en Esta zona también se presenta actividades agrícolas que afectan en un porcentaje mínimo la calidad de la Quebrada. Además hay que considerar como otro factor que afecta la calidad del agua. Además se presentan algunas quebradas y afluentes naturales que ayudan a que la quebrada recupere sus condiciones naturales aguas abajo.

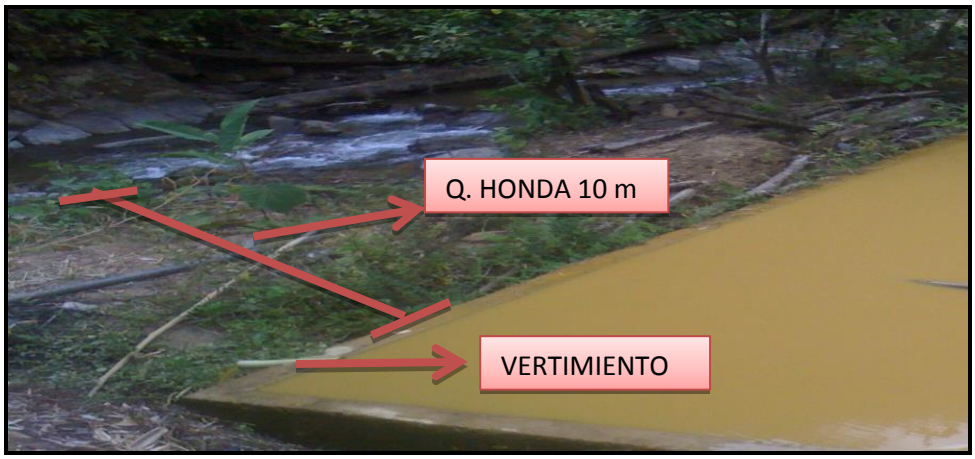
A continuación se enumeran los principales vertimientos que se realizan sobre el suelo, el agua y afluentes al cauce principal que afectan de alguna manera la calidad de la quebrada Honda en la zona media.

Cuadro 31. Mina la Gualconda

P4	PLANTA DE BENEFICIO ARTESANAL LA GUALCONDA			
MUNICIPIO: Los Andes Sotomayor				**VEREDA: Los Guabos**
COORDENADAS:	952521	662302,8	1168	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Confluencia vertimiento con la Quebrada Honda	**Permisos**: La mina la Gualconda no cuenta con nungun permiso de vertimientos; el vertimiento tiene un caudal de 0,6 lps aproximadamente			





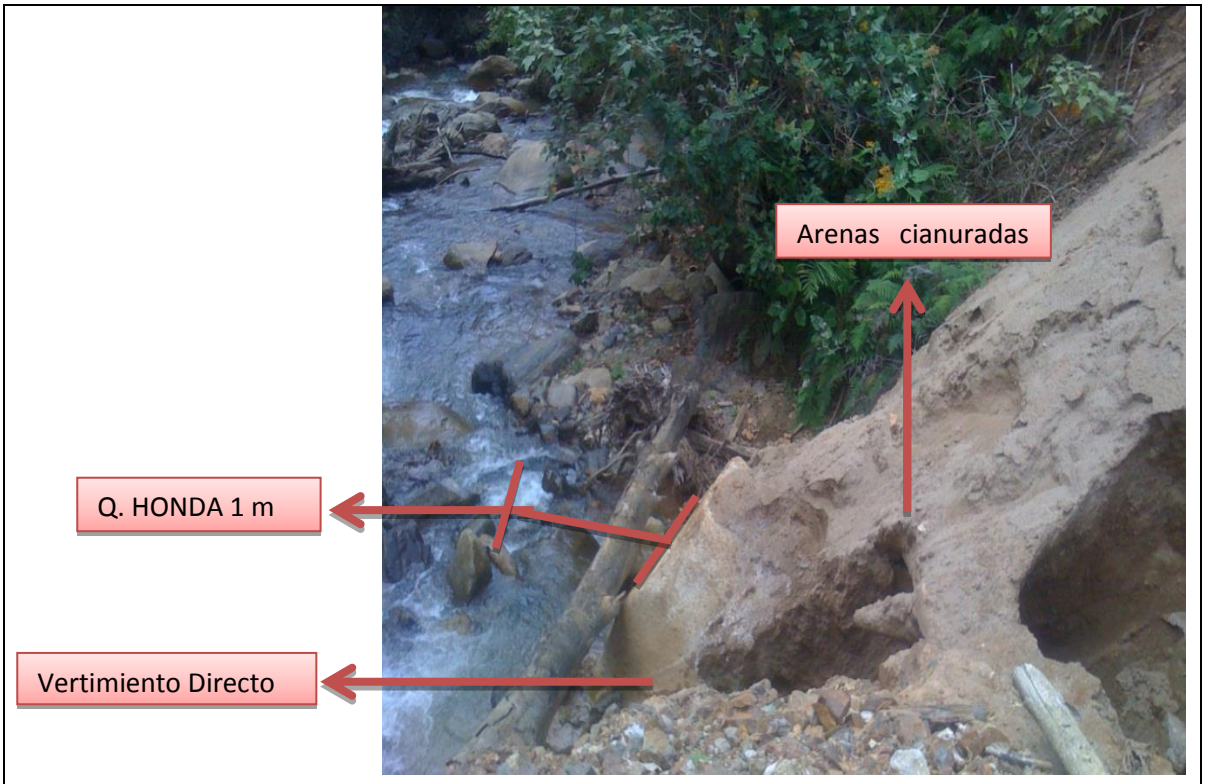


DESCRIPCION: La mina la Gualconda es uno de los principales usuarios que presentan mayor afectación sobre la corriente hídrica, otra de la características sobre este usuario son: - La mina aporta agua de manera continua durante todo el año, con variaciones de caudal dependiendo de las condiciones en la que se encuentre operando la mina. - La ronda hídrica presenta invasión por parte de la planta de beneficio mineral como de su respectivo sistema de tratamiento, lo cual no cumple con los treinta (30) metros estipulados en la Normatividad Ambiental vigente (Decreto 1449 de 1977). - Hay que tener en cuenta que las arenas cianuradas producto del proceso de extracción del oro se encuentran asentadas a un costado de la mina afectando a la vegetación y al recurso hídrico.

Cuadro 32. Mina La Victoria

P4	**PLANTA DE BENEFICIO MINERAL ARTESANAL LA VICTORIA**			
MUNICIPIO: Los Andes Sotomayor				**VEREDA: Los Guabos**
COORDENADAS:	952590,4	662295,0	1156	**MARGEN:** Derecha
Tipo: Confluencia afluente con la Quebrada Honda	**Permisos**: La mina la victoria no cuenta con nungun permiso de vertimientos, el afluente tiene un caudal de 0,6 lps aproximadamente			Descarga a menos de 5m del cauce principal.





DESCRIPCION: La mina la victoria es otro de los principales usuarios que presentan mayor afectación sobre la corriente hídrica en estudio, debido al proceso de molienda de material para la extracción del oro. Otra de la características sobre este usuario son:

- La mina no realiza proceso continuo, además en ocasiones lleva el material a una planta de beneficio ubicada en Sotomayor

- La mina no aporta agua de manera constante debido a que hay épocas en las que no tienen suficiente material para extraer el metal, por lo tanto surgen variaciones de caudal dependiendo de las condiciones en la que se encuentre operando la mina.

- La ronda hídrica presenta invasión por parte de la planta de beneficio mineral la Victoria como de su respectivo sistema de tratamiento, lo cual no cumple con los treinta (30) metros estipulados en la Normatividad Ambiental vigente (Decreto 1449 de 1977).

- Las arenas cianuradas se encuentran a un metro de la Quebrada Honda.

- El sistema de tratamiento con el que cuenta la mina no está funcionando de manera adecuada por lo tanto no está cumpliendo con ninguna función en cuanto a remoción

Cuadro 33. Mina la nueva esparta

P4	PLANTA DE BENEFICIO MINERAL NUEVA ESPARTA			
MUNICIPIO: Los Andes Sotomayor				**VEREDA: Los Guabos**
COORDENADAS:	952743,7	662389,9	1134	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Confluencia afluente con la Quebrada Honda	**Permisos**: el afluente tiene un caudal de 0,6 lps aproximadamente			Descarga a 5m del cauce principal.





DESCRIPCION: La Planta de beneficio mineral la Nueva Esparta es el principal agente contaminante debido a la gran infraestructura que estos están manejando provocando así la mayor afectación sobre la corriente hídrica, debido al proceso de molienda de material para la extracción del oro. Otras de la características sobre este usuario son:

- Cabe aclarar que durante el trabajo de campo se pudo verificar que la mina la Nueva Esparta se encuentra en la etapa de construcción por lo tanto no está generando afectación mínima en cuanto al vertimiento, pero que debido a la gran infraestructura que se está montando dicho establecimiento puede convertirse en uno de los más grandes contaminantes con respecto a algunos parámetros como SST y metales pesados Hg, Cianuro, arsénico, hierro, plomo entre otros.

- La mina aportará agua de manera constante debido a que a la planta llega materia de diferentes frentes de excavación, por lo tanto surgen variaciones de caudal dependiendo de las condiciones en la que se encuentre operando la mina, en este caso cuando la planta esté totalmente construida llegará a procesar 70 Ton/día.

- La ronda hídrica presenta invasión por parte de la planta de beneficio mineral la Nueva Esparta como de su respectivo sistema de tratamiento, lo cual no cumple con los treinta (30) metros estipulados en la Normatividad Ambiental vigente (Decreto 1449 de 1977).

- Las arenas cianuradas se encuentran a un metro de la Quebrada Honda.

- El sistema de tratamiento con el que cuenta la mina no está funcionando de manera adecuada por lo tanto no está cumpliendo con ninguna función en cuanto a remoción

- Una vez se haya finalizado con el ordenamiento la autoridad ambiental será autónoma de tomar decisiones con respecto a la intervención del recurso hídrico por parte del representante legal.

Cuadro 34. Confluencia quebrada nacedera con el cauce principal

P2	QUEBRADA NACEDERO			
MUNICIPIO: Los Andes Sotomayor		**VEREDA: La Planada**		
COORDENADAS:	954543,1	665107,3	1009	**MARGEN:** IZQUIERDA
Tipo: Confluencia Quebrada nacedero con la Quebrada Honda	**Permisos**: el afluente tiene un caudal de 25 lps aproximadamente			Descarga al cauce principal.



DESCRIPCION: En este punto se conecta un afluente natural con la quebrada Honda, este cuerpo hídrico aporta un caudal considerable (9,5) lps aproximadamente, el cual ayuda a que haya una mejor asimilación y dilución de agentes contaminantes. Dicho afluente se caracteriza por que no tiene ningún tipo de afectación por vertimientos tanto domésticos como industriales minero. Cabe resaltar que la calidad del agua de esta es DBO = 2 mg/l y OD = 7,5 mg O2/l

- **Cantidad**

En el recorrido en campo realizado por todo el cauce principal quebrada Honda así como en la base de datos de concesiones presentes en la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO, se pudo determinar que sobre el cauce principal de la quebrada en mención existen solo tres concesiones legales vigentes, a continuación se presenta la información con más detalle:

Cuadro 35**.** Información concesiones Quebrada Honda

DIRECCIÒN	No RES/ION	FECHA RESOLUCION	Q AFORADO L/S	CORDENADAS		
				N	E	h
corregimiento Pangus	579	Dic 05/08	2036	662423	949127	1581
Clle Sn Pedro	267	Junio 19/09	1225.67	662026	951396	1295
Vda Los Guabos	301	Agosto 17/11	±300	662005	952570	1305

Lo anterior indica la baja demanda que las aguas de la Quebrada Honda presentan a pesar de la gran oferta de sus aguas, posiblemente por el alto grado de ilegalidad que existe en la zona por gran parte del sector minero, además hay que tener en cuenta que aguas arriba la mayor demanda que hay es para consumo humano para toda la comunidad asentada en la zona baja de la quebrada en estudio como son vereda campo bello y pangus, y en la parte media vereda la planada y San Vicente.

ZONA BAJA

Es en esta zona el cauce principal ya ha sido alimentado con todos los vertimientos tanto mineros como naturales sobre la corriente del cauce principal de toda la parte alta y media de la Quebrada Honda, cabe resaltar que en la parte baja hay presencia de entradas naturales pero por topografía del terreno no fue posible el acceso a estos puntos.



7.4 PERFILES DE MODELACIÓN O TOPOLOGIA

El Perfil de Modelación o Topología consiste en un diagrama diseñado en Excel, el cual permite visualizar la ubicación y distribución de los usuarios de calidad y cantidad identificados a lo largo de todo el trayecto del cauce principal de la fuente hídrica objeto de ordenamiento, desde su nacimiento hasta su desembocadura.

Es una herramienta técnica utilizada como insumo para el desarrollo y aplicación de modelos de simulación de calidad del agua, para identificar cuáles son los usos actuales que se le está dando a la corriente superficial y para proponer escenarios prospectivos.

La Topología está estructurada por los siguientes elementos:

TITULO Y LEYENDA: El titulo identifica el nombre de la fuente hídrica superficial objeto de ordenamiento y la Leyenda ubicada a un costado del esquema principal, relaciona con colores cada uno de los elementos que conforman el Perfil de Modelación.

TRAMO PRINCIPAL: Corresponde a la representación del Cauce Principal **O FUENTE** de la corriente objeto de ordenamiento desde su inicio hasta su fin. El Cauce esta segmentado con celdas numeradas; cada celda equivale en distancia de 200 a 250 metros o 0,20 a 0,25 kilómetros. La distancia se presenta de manera acumulativa desde el punto o celda cero, correspondiente al fin del tramo, hasta el punto máximo de distancia correspondiente al inicio del Tramo.

ENTRADAS: Relaciona los aportes o entradas de agua al Tramo o Cauce Principal.
Dependiendo de su origen, estas pueden ser relevantes o incidentes solamente en la cantidad de la corriente superficial objeto de ordenamiento o también en su calidad.
Cada entrada contiene el nombre y la distancia de ubicación, la cual fue obtenida mediante georeferenciación en campo.

Las entradas se subdividen en:

DESCARGAS: que corresponden a aportes directos de usuarios generadores de vertimientos que efectúan la disposición final de aguas residuales directamente sobre el cauce principal.

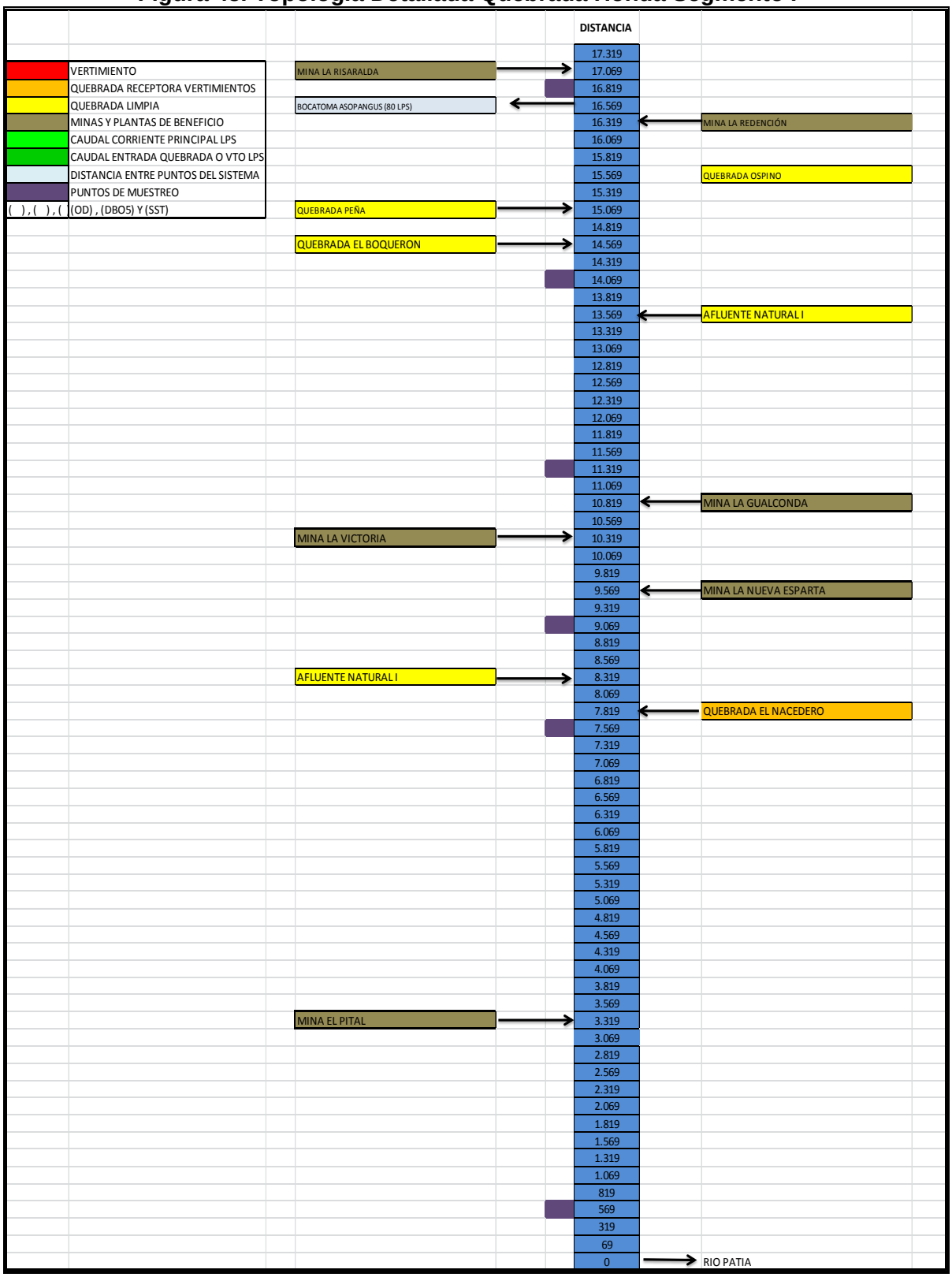
AFLUENTES NATURALES: que corresponden a desembocaduras de arroyos, quebradas, escurrimientos superficiales y acequias naturales cuya calidad fisicoquímica y bacteriológica depende de si recibe o no vertimientos antes de su confluencia con el Cauce Principal.

PUNTOS DE AFORO Y MUESTREO: Corresponde a los puntos en donde se efectuaron las jornadas de muestreo que incluyó la toma de muestra y la medición de caudal.
Estos puntos pueden ser sobre el cauce principal o sobre los afluentes.

PUNTOS DE AFORO: Corresponde a los puntos en donde se efectuaron mediciones únicamente de caudal, estos pueden ser sobre el cauce principal o sobre afluentes.

A continuación se presenta la topología detallada resultante de la Quebrada Honda.

Figura 45. Topología Detallada Quebrada Honda Segmento I



En la figura anterior se observa las entradas como vertimientos mineros y de afluentes naturales y captaciones presentes en el cauce principal de la Quebrada Honda, sus respectivos caudales, distancia entre entradas, puntos de muestreo, caudales aforados y calculados teóricamente, los cuales se consideran de gran importancia para sustentar y justificar los escenarios prospectivos resultado de la modelación de la Quebrada Honda.

7.5 DETERMINACIÓN LÍNEA BASE CARGAS CONTAMINANTES

7.5.1 Metodología

La determinación de la línea base de cargas contaminantes se encaminó a la obtención y procesamiento de información que permitió establecer un diagnóstico de la calidad del agua de la quebrada Honda en todo su recorrido, desde su nacimiento hasta su desembocadura al río Patía.

La información obtenida fue utilizada para evaluar el comportamiento de la corriente superficial a través de la generación de Perfiles e Índices de Calidad, al igual que sirvió como insumo para la aplicación y calibración del modelo de simulación logrando establecer un escenario actual de la fuente hídrica objeto de ordenamiento con respecto a su capacidad de asimilación de sustancias biodegradables o acumulativas y de interés sanitario debido al sector minero que se encuentra en el área de estudio.

La obtención de los datos se logró por medio de la realización de dos campañas de muestreo y aforo llevadas a cabo la primera el día 22 de Agosto de 2012 correspondiente a una temporada de transición de invierno a verano y la segunda el día 9 de Octubre de 2012 correspondiente a una temporada de transición de invierno. Por cada jornada se tomaron veinticuatro (24) muestras y aforos se realizaron cuatro (4) y tres (3) respectivamente.

En cumplimiento de lo estipulado por la Normatividad Ambiental vigente, el análisis y reporte de resultados analíticos fue llevado a cabo por un Laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Para ello CORPONARIÑO firmó un convenio interadministrativo con la Universidad de Nariño cuyo Laboratorio Especializado en Aguas está acreditado para los parámetros pH, Grasas y Aceites, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Demanda Bioquímica de Oxigeno y Demanda química de Oxigeno mediante Resolución No. 042 del 25 de enero de 2011 expedida por el IDEAM. Cabe resaltar que para los parámetros de mercurio y cianuro fue de gran ayuda el equipo técnico en conjunto con el laboratorio del centro ambiental minero ubicado en el municipio de los Andes Sotomayor.

- El procedimiento llevado a cabo para la toma de muestras y aforo de caudales se describe a continuación:

Procedimiento Para Toma De Muestras

ITEM	ACTIVIDAD	LOGISTICA/EQUIPOS	REGISTRO FOTOGRAFICO
1	Desplazamiento y acceso a los puntos de muestreo	Vehículo, Equipo de Profesionales	
2	Etiquetado de los recipientes de acuerdo al punto de muestreo	Recipientes, Etiquetas, Cinta Pegante.	
3	Toma de muestras	Recipientes etiquetados, balde, guantes, botas, alcohol antiséptico.	
4	Fijación de Muestras	Reactivos Acido Clorhídrico, Acido Sulfúrico, Sulfato Manganoso y Azida, guantes, tapabocas, goteros.	
5	Almacenamiento, Refrigeración y sellado de muestras	Neveras, hielo o pilas de refrigeración, sellos, cinta pegante.	
6	Diligenciamiento de cadenas de custodia.	Formato de cadena de custodia por punto de muestreo.	
7	Transporte y entrega de muestras al laboratorio para el análisis de (24) parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos y de interés sanitario	Neveras con cada una de las muestras tomadas.	

- Para la ubicación de los puntos de muestreo, se diseñó una guía de campo que incluía la ubicación de cada uno, los materiales entregados y una descripción de cómo tomar y fijar las muestras.

Tabla 2. Procedimiento Para Aforo De Caudales

ITEM	ACTIVIDAD	LOGISTICA/EQUIPOS	REGISTRO FOTOGRAFICO
1	Desplazamiento y acceso a los puntos de aforo	Vehículo, Equipo de Profesionales	
2	Adecuación del segmento en donde se efectuará la medición.	Cinta Métrica, Estacas.	
3	Aforo con molinete sobre la sección adecuada.	Molinete o Micromolinete, guantes, botas o fontanero.	
4	Registro de datos en formato de campo	Formato para cada aforo (Ver Anexo D), Planillera.	
5	Calculo de datos y reporte final	Trabajo de oficina	

Cuadro 36. Puntos De Muestreo Sobre Cauce Principal QUEBRADA. HONDA

No	PUNTO	NOMBRE	VEREDA	CUENCA	MICROCUENCA	CORDENADAS		
						ALTURA	ESTE	NORTE
1	HON001	BOCATOMA AGUAS ARRIBA	SAN VICENTE	PATIA	QUEBRADA HONDA	1419	949114	662392
2	HON002	BOCATOMA AGUAS ABAJO (PUENTE LA PLANADA)	SAN VICENTE	PATIA	QUEBRADA HONDA	1283	951367	662028
3	HON003	AGUAS ARRIBA MINA LA GUALCONDA	LOS GUABOS	PATIA	QUEBRADA HONDA	1167	952538	662272
4	HON004	AGUAS ABAJO MINA LA VICTORIA	LOS GUABOS	PATIA	QUEBRADA HONDA	1158	952610	662353
5	HON005	AGUAS ABAJO MINA LA GUALCONDA	LOS GUABOS	PATIA	QUEBRADA HONDA	1140	952559	662325
6	HON006	AGUAS ARRIBA MINA LA NUEVA ESPARTA	LOS GUABOS	PATIA	QUEBRADA HONDA	1132	952804	662292
7	HON007	AGUAS ABAJO MINA LA NUEVA ESPARTA	LOS GUABOS	PATIA	QUEBRADA HONDA	1120	952913	662404
8	HON008	QUEBRADA NACEDERO	LA PLANADA	PATIA	QUEBRADA HONDA	1109	954543,13	665107,33
9	HON009	PUNTO ANTES DE CONFLUENCIA CON RÍO PATIA	CAMPO BELLO	PATIA	QUEBRADA HONDA	915	956260	666618

Puntos De Muestreo Sobre Cauce Principal QUEBRADA. HONDA

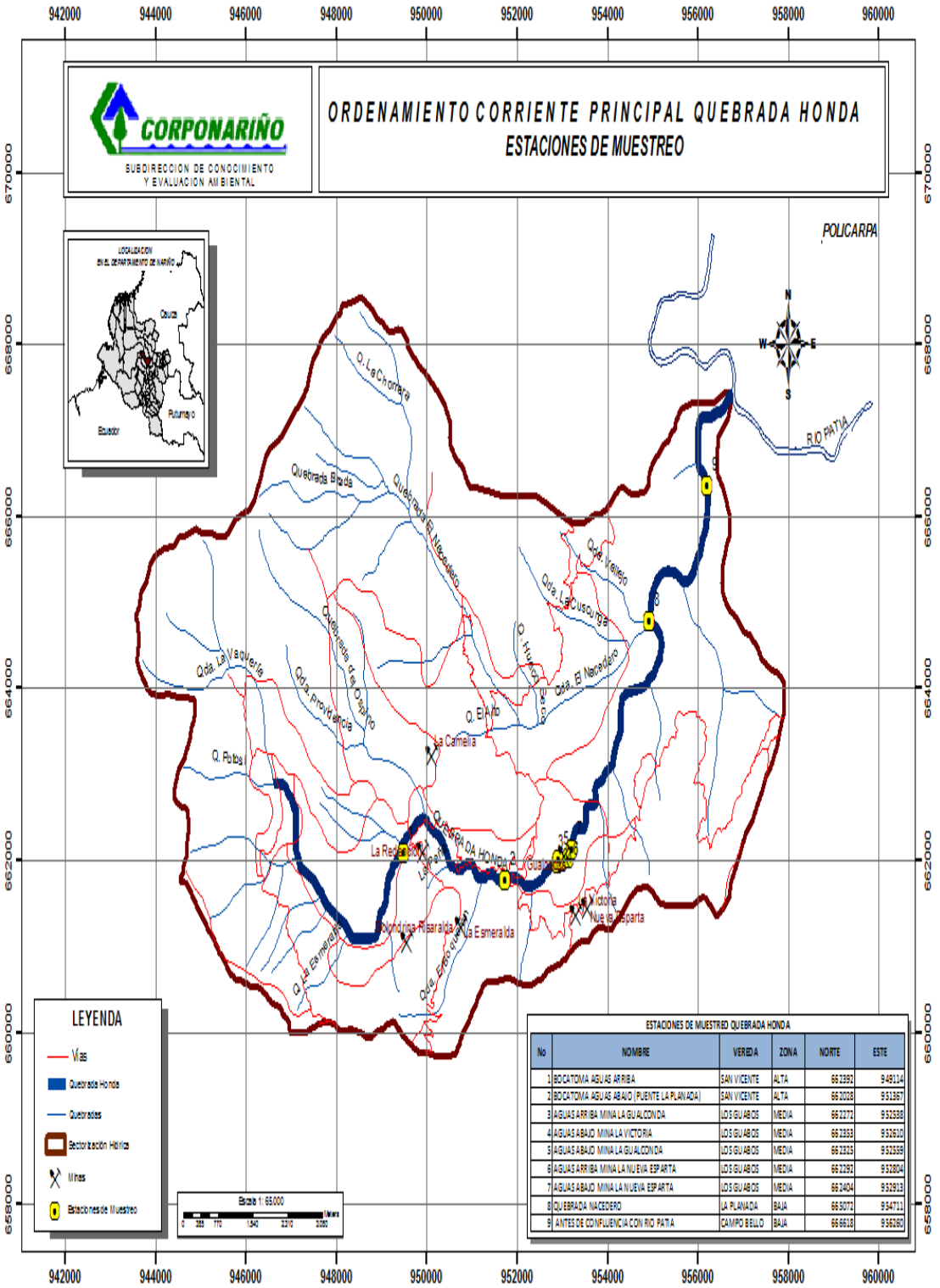


FIGURA 46. Fotografías muestreos.



Fuente. Este estudio, Corponariño 2012.

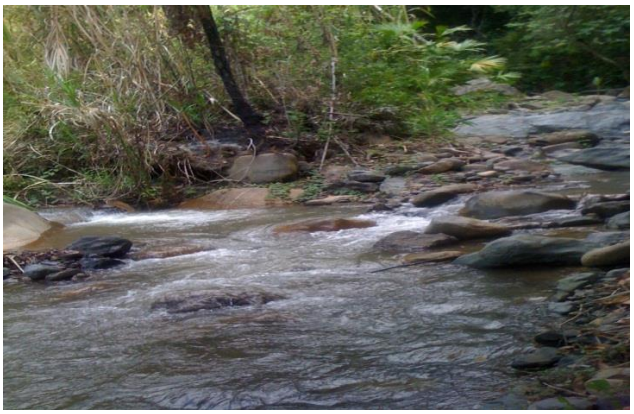
En estos puntos se tomaron muestras para determinar valores de pH, conductividad, solidos totales, solidos disueltos, solidos suspendidos, solidos suspendidos volátiles, acidez, alcalinidad total, nitratos, fosforo total, nitrógeno NTK, plomo, Zinc, cobalto, Hierro

oxígeno disuelto, DBO_5, DQO, Coliformes totales, echerichia coli, las cuales fueron analizadas por el laboratorio especializado de la Universidad de Nariño el cual se encuentra acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM para los parámetros pH, Grasas y Aceites, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Demanda Bioquímica de Oxigeno y Demanda química de Oxigeno mediante Resolución No. 042 del 25 de enero de 2011, dando cumplimiento de lo estipulado por la Normatividad Ambiental vigente.

Para la determinación de cargas, además es necesario obtener valores de caudal, para esto conjuntamente con las campañas de muestreo se realizaron campañas de aforo en los puntos mencionados en el siguiente cuadro, de los cuales, los denotados con color gris, pudieron llevarse a cabo con éxito.

NOMBRE DE LA CORRIENTE	ESTACIÓN MONITOREO	NOMBRE	REGISTRO FOTOGRAFICO
QUEBRADA HONDA	A	NACIMIENTO PARTE ALTA ANTES DE LA BOCATOMA	
	B	PUENTE LA PLANADA	

	C	***ANTES MINA LA GUALCONDA***	
	D	***DESPUES MINA LA VICTORIA***	
	E	***DESPUES MINA LA NUEVA ESPARTA***	

	F	***DESPUES QUEBRADA NACEDERO***	

Las dos campañas de muestreo tuvieron una duración de 12 horas aproximadamente y se realizaron con la compañía de todo el grupo de ordenamiento de la oficina de recurso hídrico de CORPONARIÑO, teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:

Cuadro 37. Procedimiento para muestreo y aforo.

ACTIVIDAD	LOGISTICA / EQUIPOS
Desplazamiento y acceso a los puntos de muestreo y aforo	Vehículo, Equipo de Profesionales
Etiquetado de los recipientes de acuerdo al punto de muestreo y adecuación del segmento en donde se efectuará la medición de caudal.	Recipientes, Etiquetas, Cinta Pegante, cinta métrica, estacas
Toma de muestras y aforo con molinete sobre la sección adecuada.	Recipientes etiquetados, balde, guantes, botas, alcohol antiséptico, molinete o micro molinete, guantes, botas o fontanero.
Fijación de Muestras, Registro de datos en formato de campo	Reactivos Acido Clorhídrico, Acido Sulfúrico, Sulfato Manganoso, guantes, tapabocas, goteros, Formato para cada aforo.
Almacenamiento, Refrigeración y sellado de muestras	Neveras, hielo o pilas de refrigeración, sellos, cinta pegante.
Diligenciamiento de cadenas de custodia.	Formato de cadena de custodia por punto de muestreo.
Transporte y entrega de muestras al laboratorio para el análisis de veinticuatro (24) parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.	Neveras con cada una de las muestras tomadas. Instalaciones, equipos, reactivos y personal del Laboratorio UDENAR.
Calculo de caudales y reporte final	Trabajo de oficina

7.6 EVALUACIÓN DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL

7.6.1 Muestreo sobre el cauce principal

En el siguiente cuadro se observa los resultados de los dos muestreos realizados el 29 de Agosto y 09 de Octubre del presente año, de los cuales se presentan en el primero todos los parámetros mencionados anteriormente. Los reportes del laboratorio se pueden observar en el Anexo I

Cuadro 38. Primera Jornada De Muestreo

PUNTO DE MUESTREO	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTREO A -B	ANTES BOCATOMA	DESPUES BOCATOMA PUENTE LA PLANADA	ANTES MINA LA GUALCONDA	DESPUES MINA LA VICTORIA	DESPUES MINA LA NUEVA ESPARTA	DESPUES QUEBRADA NACEDERO
CODIGO EN GRAFICAS			A	B	C	D	E	F
pH	pH	M1	6,72	6,72	6,75	6,76	6,74	6,73
TURBIEDAD	NTU	M1	1,8	2	4,55	11	11,2	19
CONDUCTIVIDAD	us/cm	M1	49,6	55,4	69,9	68,9	74,3	88,8
SOLIDOS TOTALES	mg/L	M1	48	70	57	82	82	105
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	M1	47	66,8	44	77,4	80,3	67,4
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	M1	10	10	13	10	10	37,6
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	M1	0,67	1,33	3	1	1	5,2
SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS		M1	0,33	2	10	3,67	0,75	32,4
ACIDEZ	mg CaCO3/ L	M1	4,32	4,68	3,54	4	3,96	3,24
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/ L	M1	19,6	21,6	28,4	28,4	28,4	34,4
FOSFATOS		M1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,14
NITRITOS		M1	0,008	0,008	0,008	0,008	0,04	0,008
NITRATOS	mg N-NO3/ L	M1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
FOSFORO TOTAL	mg P-PO4/ L	M1	0,28	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
NITROGENO NTK	mg N / L	M1	2	0,336	0,5	0,28	0,22	0,17
OXIGENO DISUELTO	mg O2/ L	M1	7	8,1	8,4	7,7	8,05	8
DEMANDA BIOQUIMICA DE	mg O2/ L	M1	2	2	2	2	2	2
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg O2/ L	M1	10	10	10	10	10	10
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	M1	3500	2500	5000	5200	7200	9800
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	M1	100	0	200	100	200	1700
COBALTO	ECTROFOTOMET	M1	0,02	0,01	0,01	0	0,02	0
ZINC	mg Zn/ L	M1	0,02	0	0	0	0	0
PLOMO	mg Pb/ L	M1	0,02	0	0	0	0	0
HIERRO	mg Fe/ L	M1	0,45	0,2	0,85	0,51	1,12	2,12
* VALORES TOMADOS CON BASE A LIMITE DE DETECCIÓN								
NEGATIVO								

Cuadro 39. Segunda Jornada De Muestreo

PUNTO DE MUESTREO	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTREO 1 - 2	ANTES BOCATOMA	DESPUES BOCATOMA PUENTE LA PLANADA	ANTES MINA LA GUALCONDA	DESPUES MINA LA VICTORIA	DESPUES MINA LA NUEVA ESPARTA	DESPUES QUEBRADA NACEDERO
CODIGO EN GRAFICAS			A	B	C	D	E	F
pH	pH	M2	7,6	7,41	7,4	7,44	7,45	7,46
TURBIEDAD	NTU	M2	1,3	1,6	2,6	8,85	22,5	19,6
CONDUCTIVIDAD	us/cm	M2	53,4	63	74,7	77,3	83	98,9
SOLIDOS TOTALES	mg/L	M2	43	51	55	66	133	101
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	M2	15	48,6	53	31,6	121	71
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	M2	28	10	10	34,4	12	30
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	M2	4	1,2	0,8	4,4	2	4,8
SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS		M2						
ACIDEZ	mg CaCO3/ L	M2	5,04	6,84	5,04	3,96	4,32	5,76
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/ L	M2	20	22,4	29,2	28,8	28,4	76
FOSFATOS		M2	0,09	0,1	0,1	0,09	0,15	0,22
NITRITOS		M2	0,008	0,008	0,008	0,008	0,01	0,008
NITRATOS	mg N-NO3/ L	M2	0,27	0,19	0,26	0,27	0,07	0,2
FOSFORO TOTAL	mg P-PO4/ L	M2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
NITROGENO NTK	mg N / L	M2	0,42	0,63	0,7	0,77	0,77	0,84
OXIGENO DISUELTO	mg O2/ L	M2	7,15	7,4	7,3	7,1	7,6	6,9
DEMANDA BIOQUIMICA DE	mg O2/ L	M2	2	2	2	2	2	2
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg O2/ L	M2	61	70,1	62,6	75,9	71,1	49,7
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	M2	1800	1600	2000	1000	2700	3000
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	M2	500	540	680	400	1300	1200
COBALTO	PECTROFOTOMETI	M2	0,04	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03
ZINC	mg Zn/ L	M2	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
PLOMO	mg Pb/ L	M2	0,01	0,01	0,03	0,04	0,06	0,01
HIERRO	mg Fe/ L	M2	0,11	0,11	0,12	0,72	3,08	1,7
* VALORES TOMADOS CON BASE A LIMITE DE DETECCIÓN								
NEGATIVO								

Algunos parámetros fisicoquímicos en ciertas estaciones o puntos de muestreo, presentaron concentraciones por debajo del límite de detección (<LD) estipulado en los Protocolos de Validación del Laboratorio Especializado de la Universidad de Nariño, por lo tanto dichos valores no fueron reportados. Sin embargo en cada Informe de Resultados del Laboratorio, se reporta el valor equivalente al límite de detección.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado y considerando que para la elaboración y análisis del Perfil de Calidad del cauce principal de la Quebrada Honda, era necesario contar con los valores numéricos de cada parámetro fisicoquímico y bacteriológico medido en cada una de las estaciones de muestreo, se optó por incluir un valor en concentración a los reportes que presentaban el símbolo <LD, teniendo en cuenta su equivalencia numérica descrita en los Informes de Laboratorio de la Universidad de Nariño.

7.6.2 Perfiles de calidad

Los perfiles permiten evaluar de manera gráfica el comportamiento de la calidad y cantidad del agua del cauce principal de la Quebrada Honda.

Las gráficas muestran el patrón de cada parámetro en las estaciones o puntos de muestreo ubicados a lo largo del cauce principal de la Quebrada Honda, desde el punto antes bocatoma en la vereda San Vicente X=0 Km hasta la confluencia con el rio Patía bajo en el punto aproximado X=17,3 Km, permitiendo comparar, en la misma gráfica, el comportamiento de la calidad para las dos jornadas de muestreo.

A continuación se presenta los perfiles de calidad obtenidos a partir de los resultados de laboratorio de los dos muestreos realizados y las distancias entre puntos de muestreo, las cuales se tomaron desde la bocatoma de ASOPANGUS hasta la confluencia del rio Patía bajo. Cabe resaltar que en cada grafica se presentan dos colores, cada color representa una jornada de muestreo; color azul simboliza la primera jornada de muestreo y el color rojo la segunda jornada de muestreo.

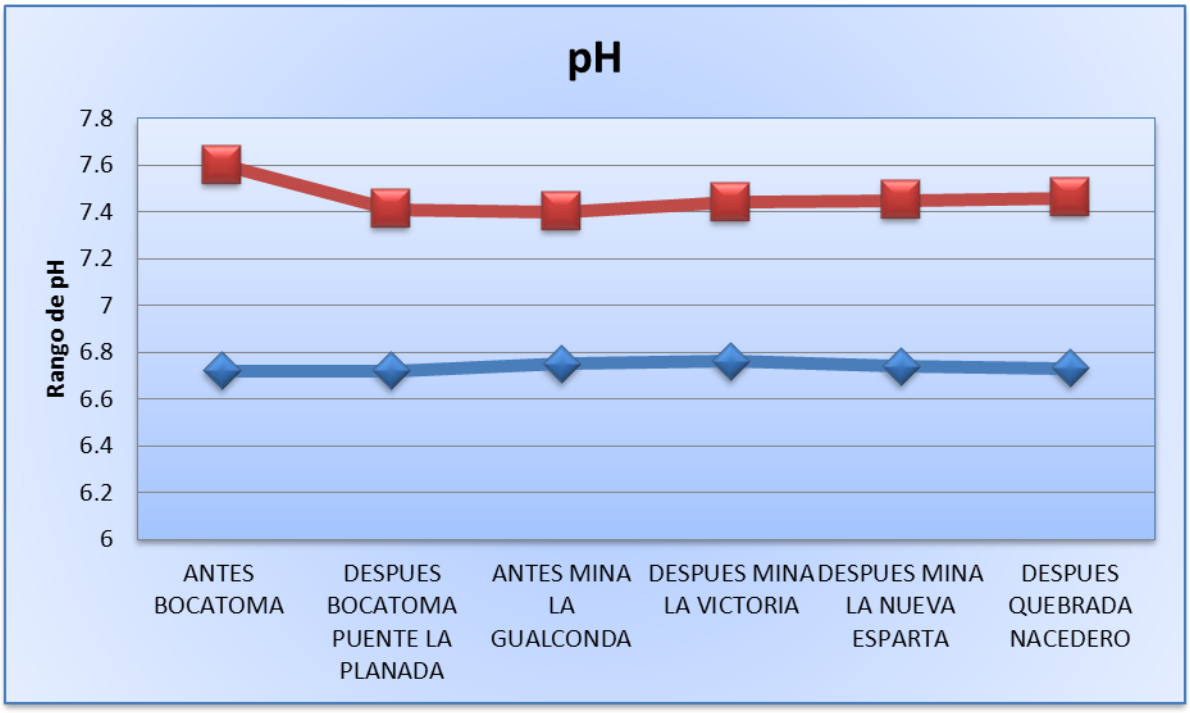
- Caudal- Q: corresponde a la cantidad de agua en litros por segundo contenida en el cauce principal de la quebrada objeto de ordenamiento, en el momento en que se efectuaron las jornadas de muestreo sobre las cuatro estaciones. Los datos de caudales se reportaran en el cálculo de cargas

pH: El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua. Aguas fuera del rango normal de 6 a 9 pueden ser dañinas para la vida acuática (por debajo de 7 son ácidas y por encima de 7 son alcalinas). Estos niveles de pH pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática.[5]

En la siguiente figura se observa el comportamiento que presenta la Quebrada en cuanto a pH, encontrándose dentro de los rangos normales.

[5] pH, Disponible en internet: http://intra.minem.gob.pe/archivos/legislacion/protocalidaagua.pdf, Noviembre 2012.

Grafica 1. pH Cauce Principal Quebrada Honda



Fuente. Este estudio, Corponariño 2012.

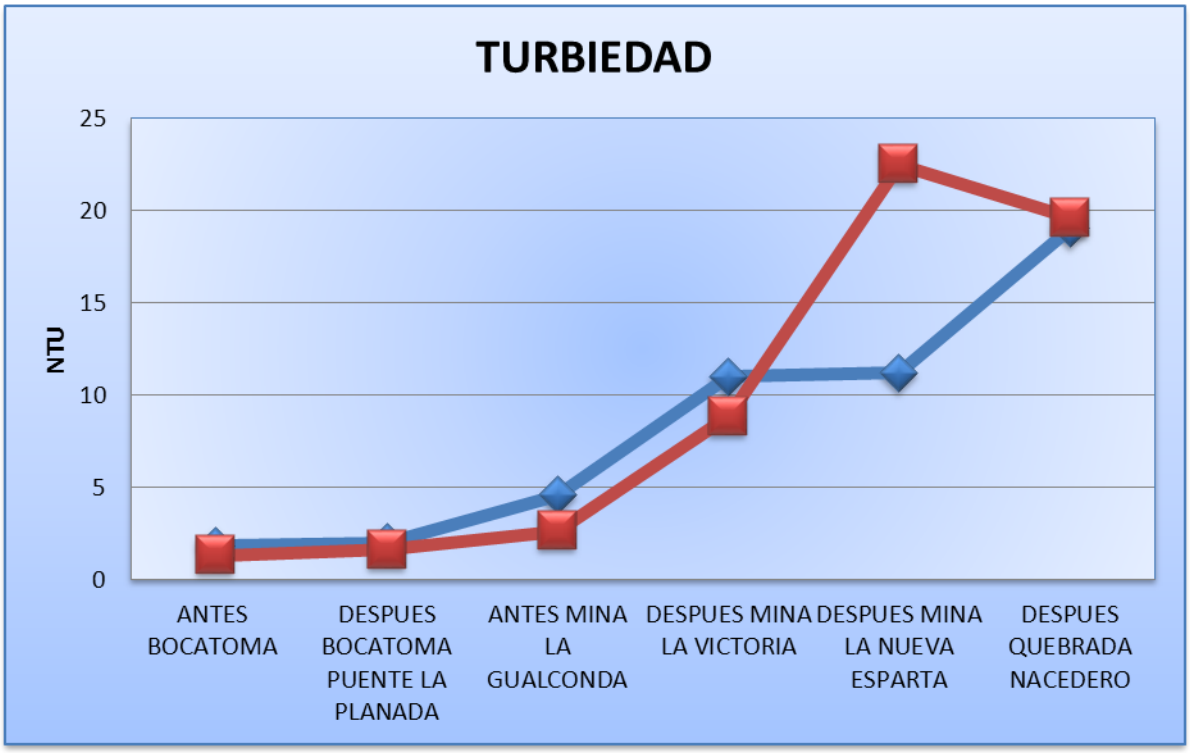
TURBIEDAD: Las partículas suspendidas absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y reduciendo así la concentración de oxígeno en el agua (el oxígeno se disuelve mejor en el agua más fría). Además algunos organismos no pueden sobrevivir en agua más caliente, mientras que se favorece la multiplicación de otros. Las partículas en suspensión dispersan la luz, de esta forma decreciendo la actividad fotosintética en plantas y algas, que contribuye a bajar la concentración de oxígeno más aún.

El principal impacto de una alta turbidez es estético: Pero además, es esencial eliminar la turbidez para desinfectar efectivamente el agua que desea ser bebida. Esto añade costes extra para el tratamiento de las aguas superficiales. Las partículas suspendidas también ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas.[6]

En la siguiente figura se ve el comportamiento de la turbiedad a lo largo del tramo en estudio, debido a las constantes descargas de las minas asentadas sobre el cauce principal, la cual va en aumento durante todo el trayecto de la quebrada.

[6] TURBIEDAD, Disponible en internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Turbidez, Noviembre 2012.

Grafica 2. Turbiedad Cauce Principal Quebrada Honda

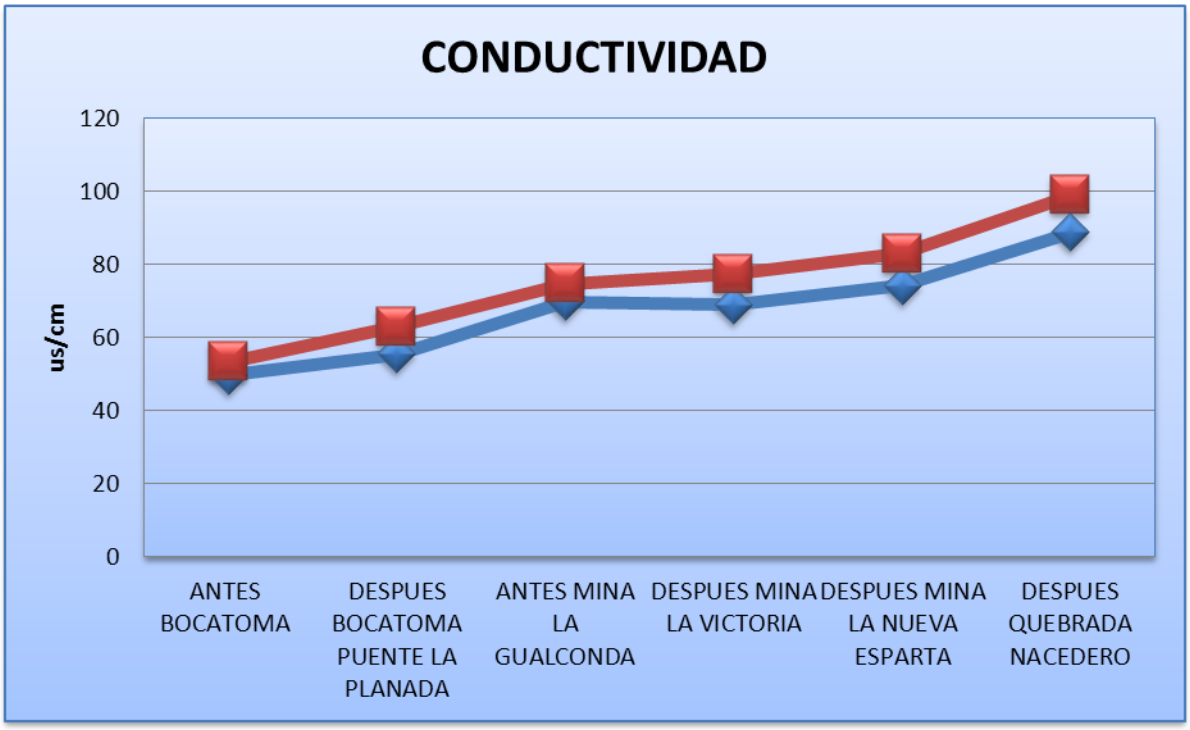


Fuente. Este estudio, Corponariño 2012.

CONDUCTIVIDAD: La conductividad eléctrica permite evaluar rápida pero muy aproximadamente la mineralización global de agua. Las modificaciones importantes de la conductividad pueden interferir rápidamente en el transcurso del día a causa de vertimientos industriales.[7] En la figura a continuación presentada se observa una diferencia importante en el comportamiento de la conductividad a lo largo del tramo en estudio, entre los muestreos se observa un comportamiento muy similar, creciendo en valores después del sector minero, posiblemente por la cantidad de afluentes naturales que presenta la zona, cabe resaltar que dichos afluente aportan un caudal considerable que alimenta la corriente principal.

[7] CONDUCTIVIDAD, Disponible en internet: http://www.monografias.com/trabajos29/organismos-cuenca/organismos-cuenca.shtml, Noviembre 2012.

Grafica 3. Conductividad Cauce Principal Quebrada Honda



En las figuras siguientes, se observa que el comportamiento de los sólidos a lo largo del recorrido por la quebrada Honda es similar en los muestreos realizados en época de transición, cabe resaltar que en el segundo muestreo los valores aumentaron debido a que el cauce principal estaba intervenido aguas abajo del sector minero además los sólidos suspendidos y volátiles muestra valores muy por encima causado posiblemente por la época de invierno en la que fue realizado el muestreo.

Para definir la calidad de una corriente es necesario medir la cantidad de materia sólida interpretada en términos de materia orgánica, la cual está contenida de diferentes maneras tales como:

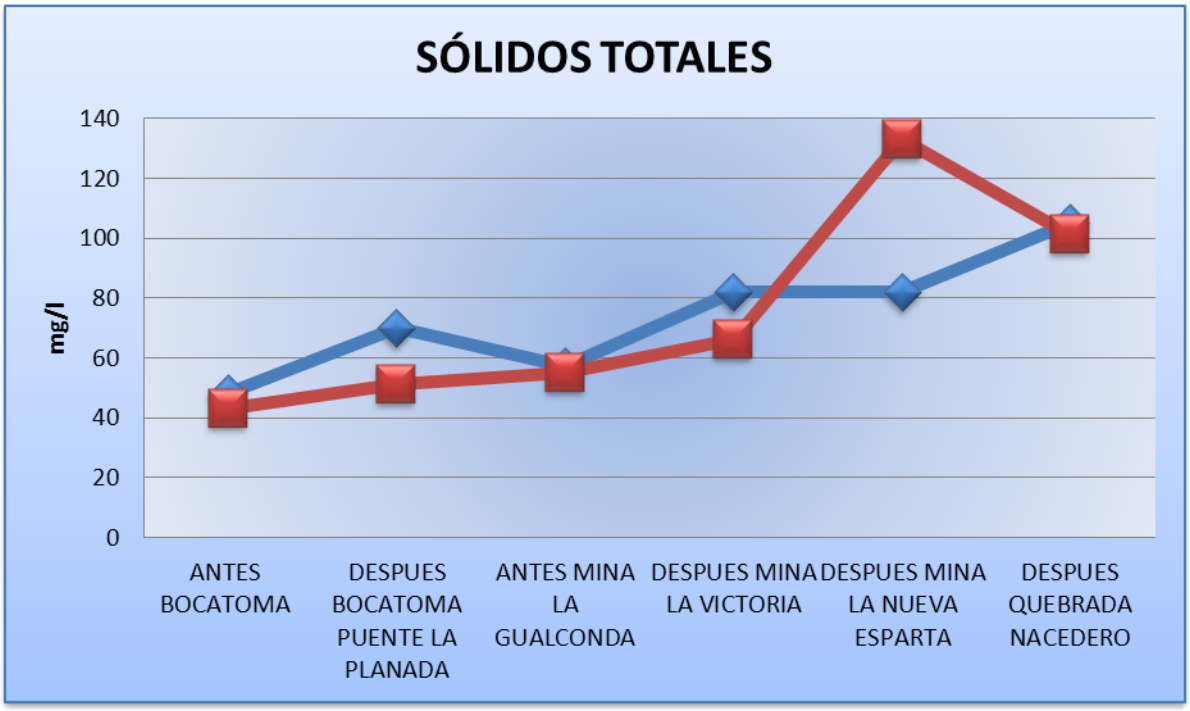
Sólidos totales: los que permanecen como residuo después de haber secado a 103° C. Incluye el material disuelto y el suspendido. ST = SS + SD

Sólidos disueltos: son el residuo filtrable.

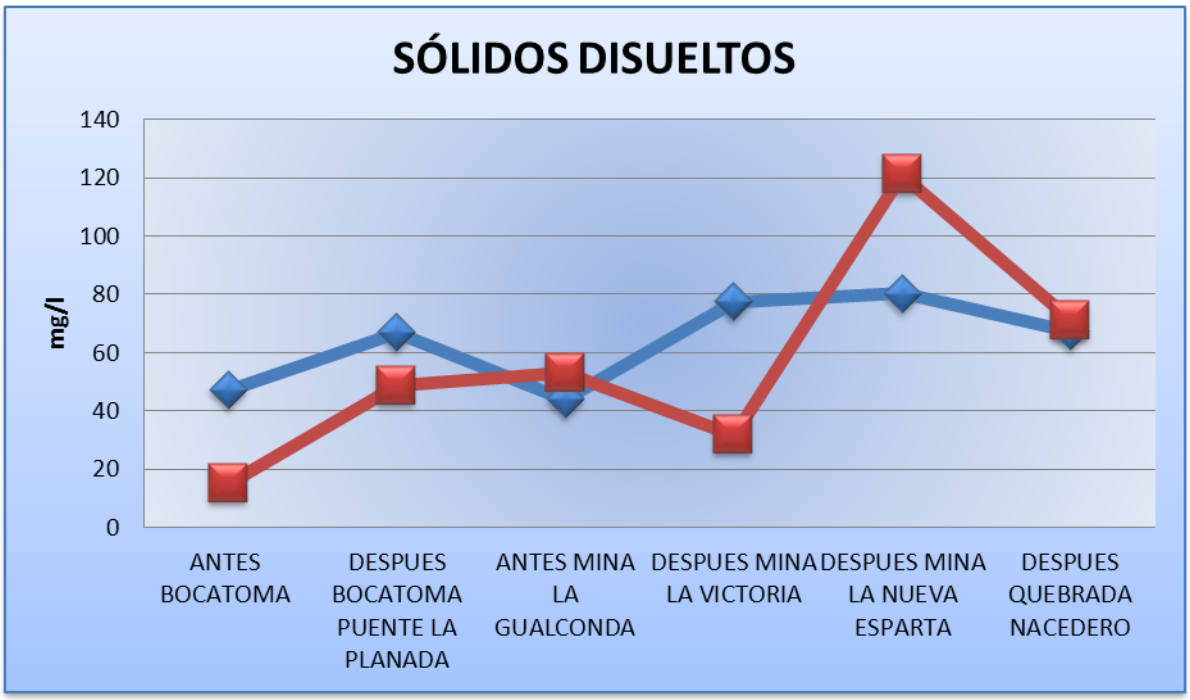
Sólidos suspendidos: residuo no filtrable o material no disuelto.

Sólidos volátiles: es lo que se pierde después de una calcinación a 600°C.

Grafica 4. Sólidos Totales Cauce Principal Quebrada Honda



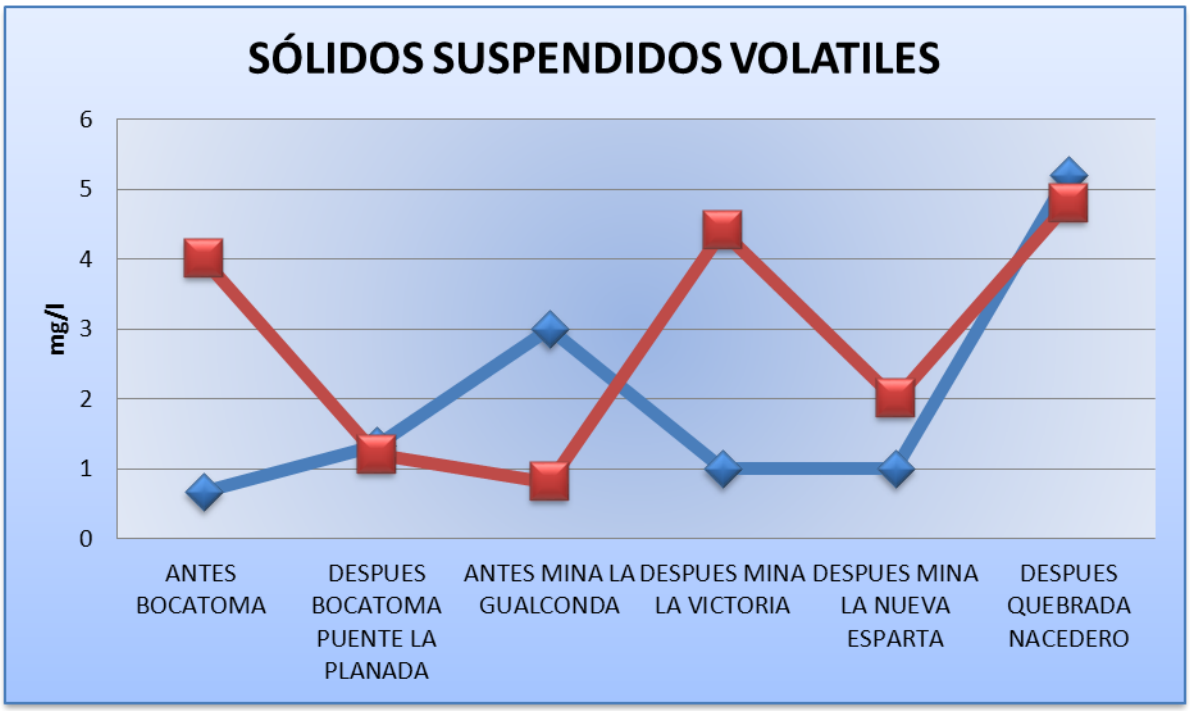
Grafica 5. Sólidos disueltos Cauce Principal Quebrada Honda



Grafica 6. Sólidos Suspendidos Cauce Principal Quebrada Honda

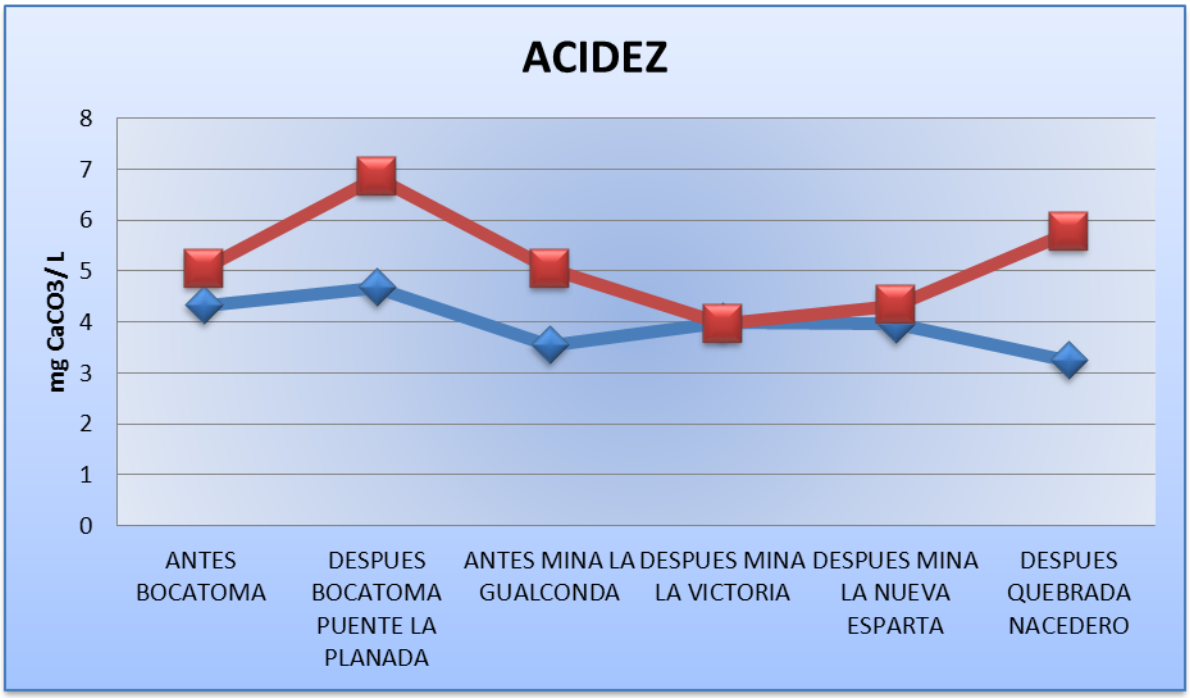


Grafica 7. Sólidos Suspendidos Volatiles Cauce Principal Quebrada Honda



Acidez: La medición de la acidez tiene por objeto "cuantificar las sustancias acidas presentes en un determinado cuerpo de agua o en un residuo líquido". Este dato es importante debido a que las sustancias ácidas presentes en el agua, incrementan su corrosividad e interfieren en la capacidad de reacción de muchas sustancias y procesos al interior de los sistemas acuosos. Así la cuantificación de las sustancias ácidas es útil y necesaria, por cuanto permite su posterior neutralización y, en general, la adecuación del agua para un determinado fin. A continuación se presenta la grafica en cuanto al parámetro en mención donde se evidencia que la acidez durante todo el trayecto de la corriente en estudio.

Grafica 8. Acidez Cauce Principal Quebrada Honda



Alcalinidad: La alcalinidad, no sólo representa el principal sistema amortiguador del agua dulce, sino que también desempeña un rol principal en la productividad de cuerpos de agua naturales, sirviendo como una fuente de reserva para la fotosíntesis.[8] Cabe resaltar que la alcalinidad es un parámetro importante ya que esta produce en el agua un efecto tampón ya que absorben protones manteniendo el pH a un valor estable. Es decir que controla cualquier efecto de la acidez o incremento de esta. Al observar las gráficas tanto de acidez y alcalinidad con respecto a la de pH se cumple con esta relación.

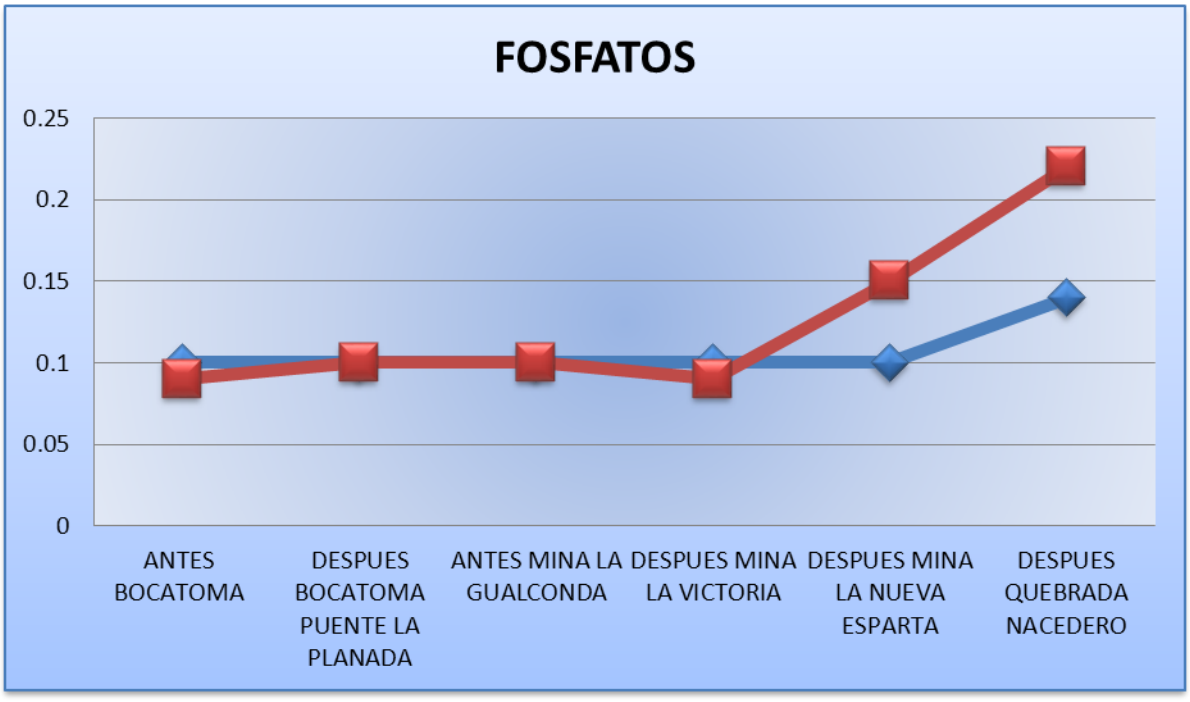
A continuación se observa como el comportamiento de la alcalinidad en el cuerpo de agua en estudio.

[8] ALCALINIDAD, Disponible en internet: http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alcalinidad.pdf, Noviembre de 2012.

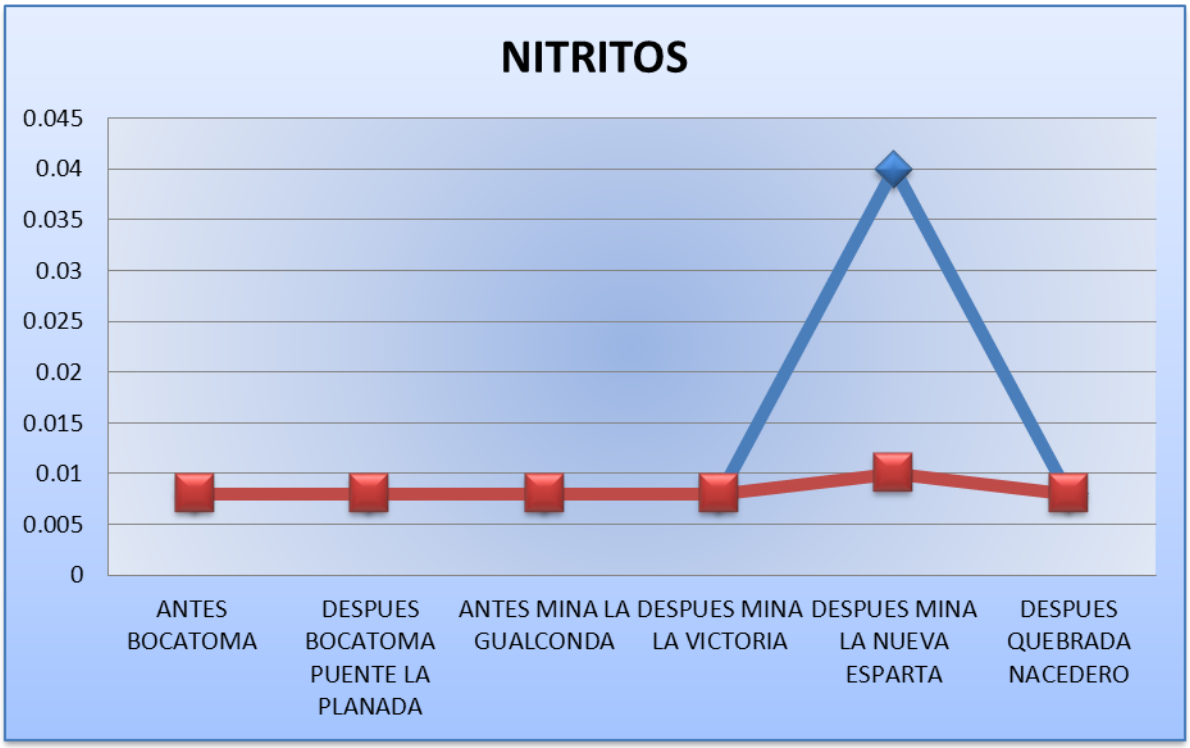
Grafica 9. Alcalinidad Total Cauce Principal Quebrada Honda



Grafica 10. Fosfatos Cauce Principal Quebrada Honda



Grafica 11. Nitritos Cauce Principal Quebrada Honda

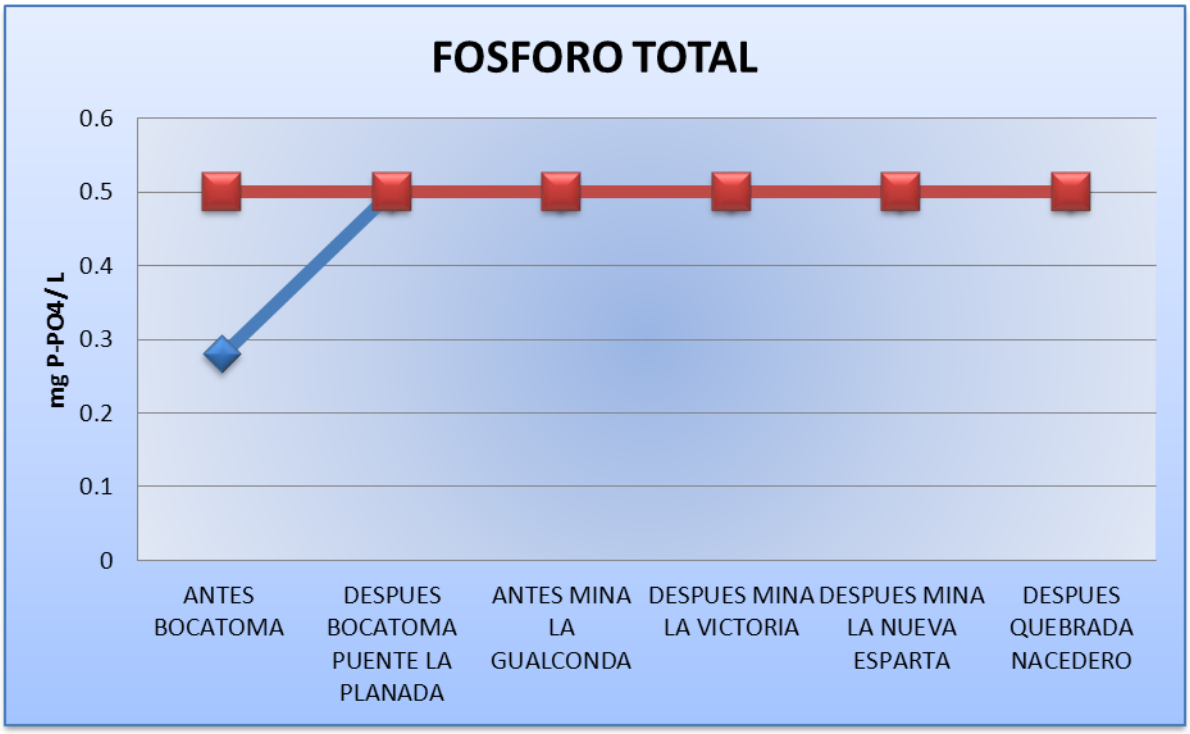


FOSFORO TOTAL: FOSFORO TOTAL: El fósforo en un cuerpo de agua permite la formación de biomasa, la cual requiere un aumento de la demanda biológica de oxígeno para su oxidación aerobia, El fósforo, como el nitrógenos, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización.[9]

La Figura siguiente, indica que la presencia de Fosforo Total en la corriente principal de la quebrada Honda no es importante, pues los valores en los puntos de muestreo se encuentran en el límite de detección y por ende en los límites admisibles, con esto cabe resaltar que por este parámetro la calidad del agua del río es apta para el consumo humano y otras actividades.

[9] FOSFORO TOTAL, Disponible en internet: http://www.monografias.com/trabajos29/organismos-cuenca/organismos-cuenca.shtml, Noviembre 2012.

Grafica 12. Fosforo Total Cauce Principal Quebrada Honda



NITRATOS: Como resultado de la descomposición natural del material nitrogenado orgánico proveniente especialmente de excretas y líquidos cloacales, aparecen concentraciones elevadas de nitratos, tanto en aguas superficiales como profundas.

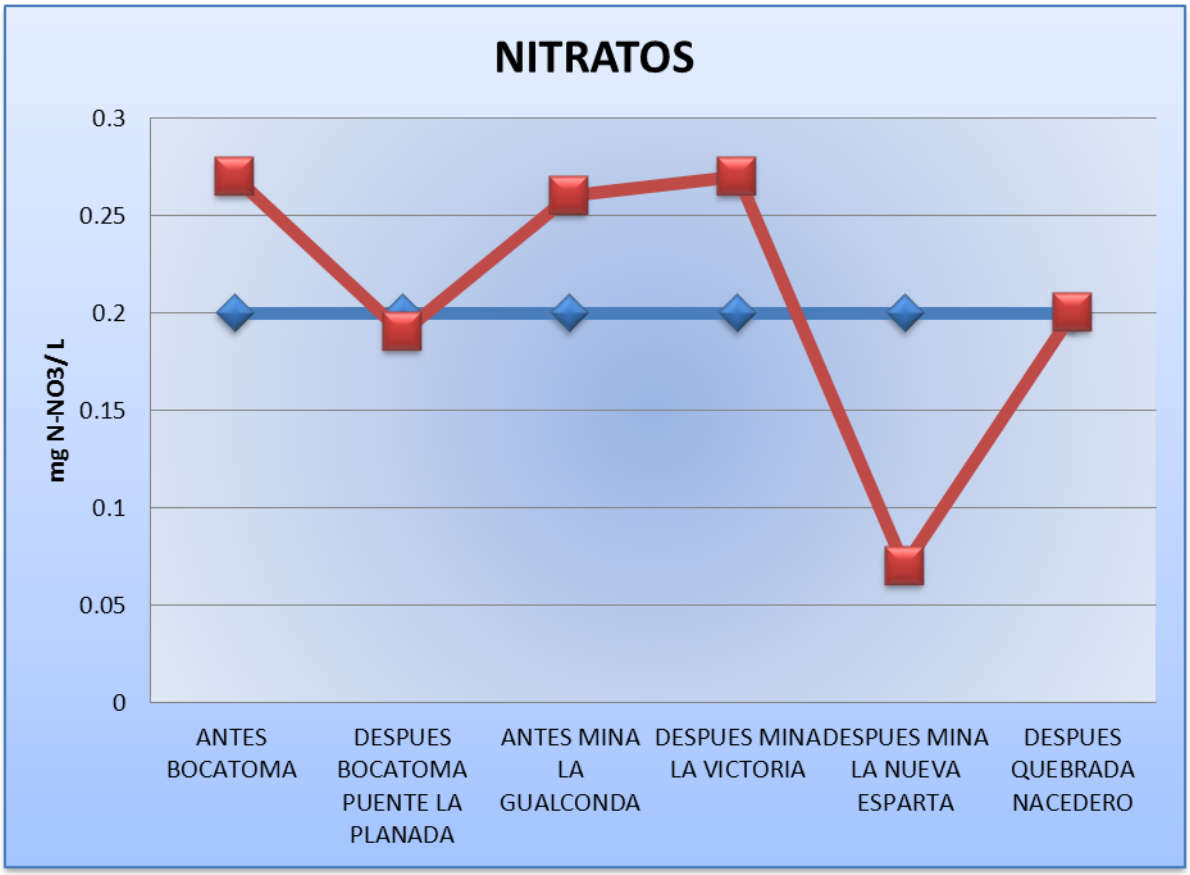
La actividad humana ha añadido nuevas fuentes de nitratos a través de la descarga de líquidos industriales, fertilizantes, aditivos de alimentos, desechos de la actividad ganadera, entre otras[10], una elevada concentración de Nitratos puede causar la eutrofización (produce de manera general un aumento de la biomasa y un empobrecimiento de la diversidad) en las aguas.

Como se puede observar en la siguiente gráfica, la concentración de Nitratos en los puntos citados es constante debido a que n o hay mayor afectación por aguas residuales domésticas, sin embargo el límite permisible en el agua para consumo humano es de 10, por ello la calidad del agua de la quebrada Honda no se vería afectada por este parámetro.

En la siguiente figura se observa que existen diferencias en el comportamiento de los nitratos a lo largo de la Quebrada.

[10] NITRATOS, Disponible en internet: http://www.intramed.net/sitios/libro_virtual4/4.pdf, Noviembre 2012

Grafica 13. Nitratos Cauce Principal Quebrada Honda

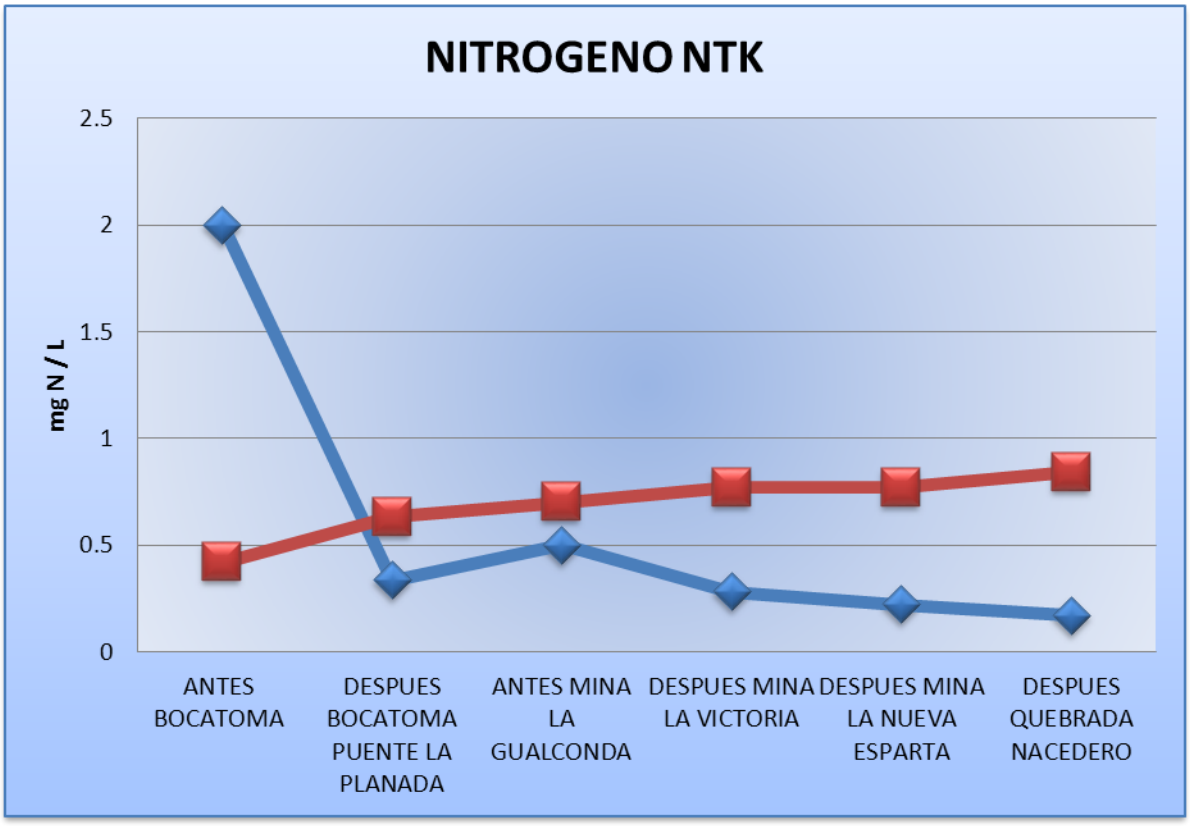


NITROGENO NTK: El nitrógeno es definido como la suma de amonio libre y compuestos orgánicos nitrogenados que son convertidos a una sal de amonio (NH4)2SO4, después de la digestión de la muestra en medio ácido y en presencia de un catalizador.

Las aguas superficiales bien aireadas no deben contener amoníaco. Aguas debajo de conglomerados urbanos, donde se descargan aguas negras, tienen siempre amoníaco, llegando a veces hasta 4 mg/l.

De acuerdo a la Figura siguiente, se puede observar que el contenido de Nitrógeno Total en la corriente principal de la quebrada Honda es mínimo debido a que no se encuentran afectaciones por aguas residuales domésticas, además los afluente que tiene la quebrada aportan un caudal considerable que ayuda que haya una asimilación mayor.

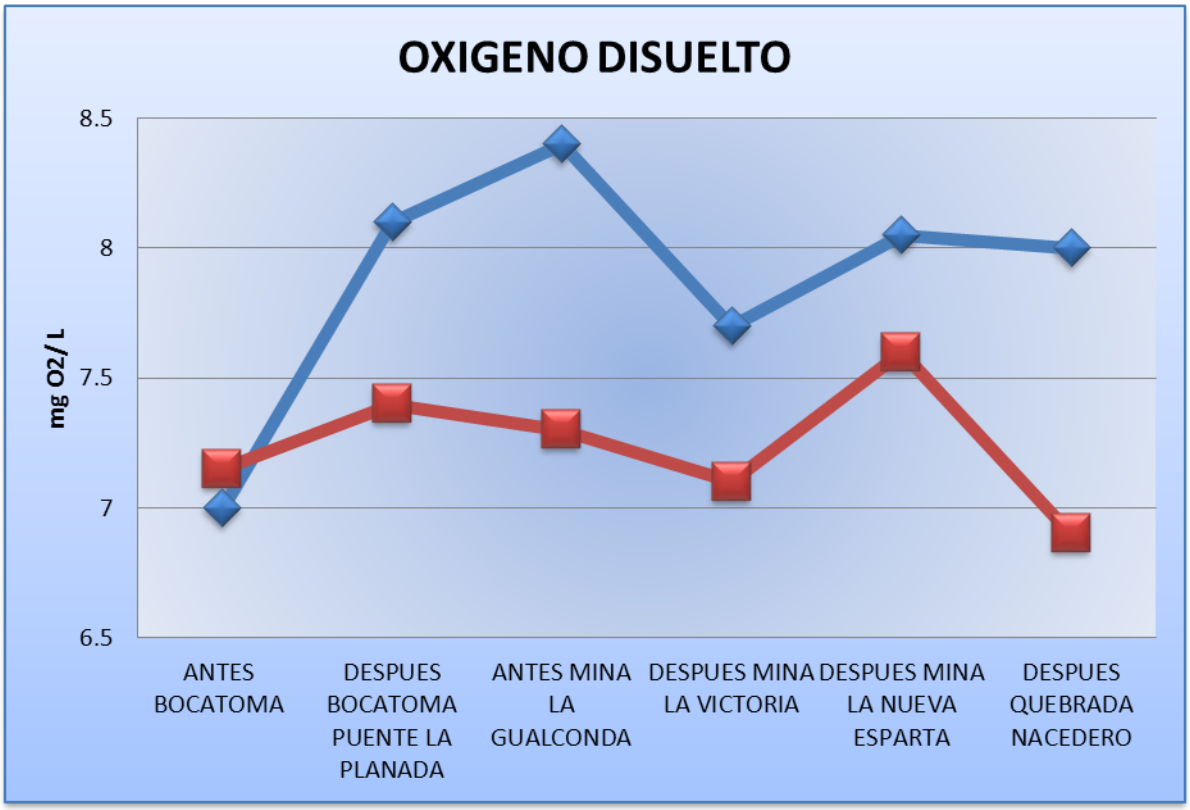
Grafica 14. Nitrógeno Total Cauce Principal Quebrada Honda



OXIGENO DISUELTO: El Oxígeno Disuelto proviene de la mezcla del agua con el aire, ocasionada por el viento y/o, en la mayoría de los casos, principalmente del oxígeno que liberan las plantas acuáticas en sus procesos de fotosíntesis. La solubilidad del oxígeno como la de cualquier otro gas en el agua, depende de la presión atmosférica imperante en cada sitio, de la temperatura media del cuerpo de agua y de su contenido en sales disueltas. En términos generales, la solubilidad del O2, en el agua es directamente proporcional a la presión e inversamente proporcional a la temperatura y a la concentración de sales disueltas.

Como se observa en la figura siguiente los valores de oxigeno disuelto ascienden considerablemente entre un rango de 7 a 8 mg O2/l debido a las confluencias de afluentes naturales, presentando condiciones optimas, recuperacion de la biodiversidad, aunque por el caudal que aportan las quebradas en su recorrido hace de que su capacidad de asimilacion se positiva elevando el valor de oxigeno disuelto mayor a 7mg/l en su parte alta y baja.

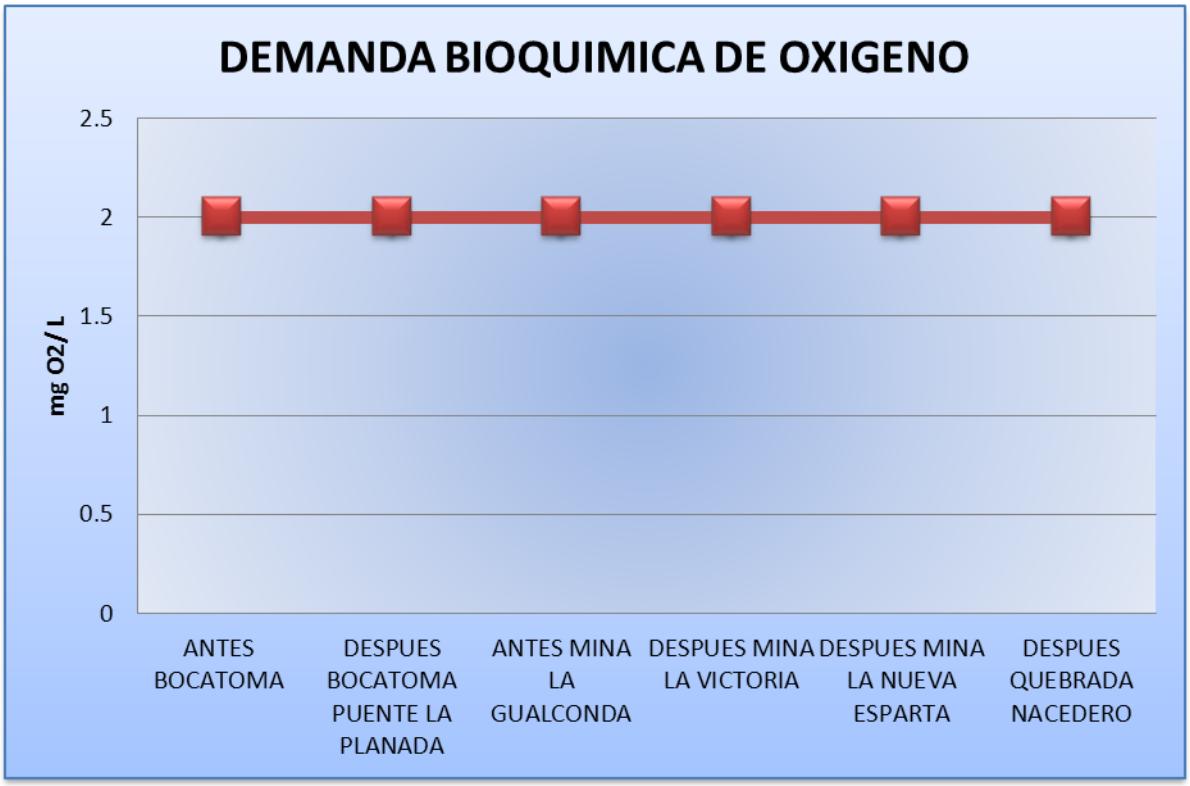
Grafica 15. Oxígeno Disuelto Cauce Principal Quebrada Honda



DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO: La Demanda Bioquímica de Oxígeno es la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias durante la estabilización de la materia orgánica susceptible de descomposición en condiciones aerobias. Se usa para determinar el poder contaminante de los residuos domésticos e industriales, en términos de la cantidad de oxígeno que requieren si son descargados a las corrientes naturales de agua

Con respecto a la gráfica siguiente se observa que hay un valor constante de dos (2) mg O2/l debido a que durante el recorrido del cauce principal no se identificaron descargas de aguas residuales domesticas que alteren las condiciones de la quebrada, además cabe resaltar nuevamente el aporte que hay de afluentes naturales que ayudan a que se asimilen en gran proporción este tipo de concentración.

Grafica 16. Demanda Bioquímica de Oxigeno Cauce Principal Quebrada Honda



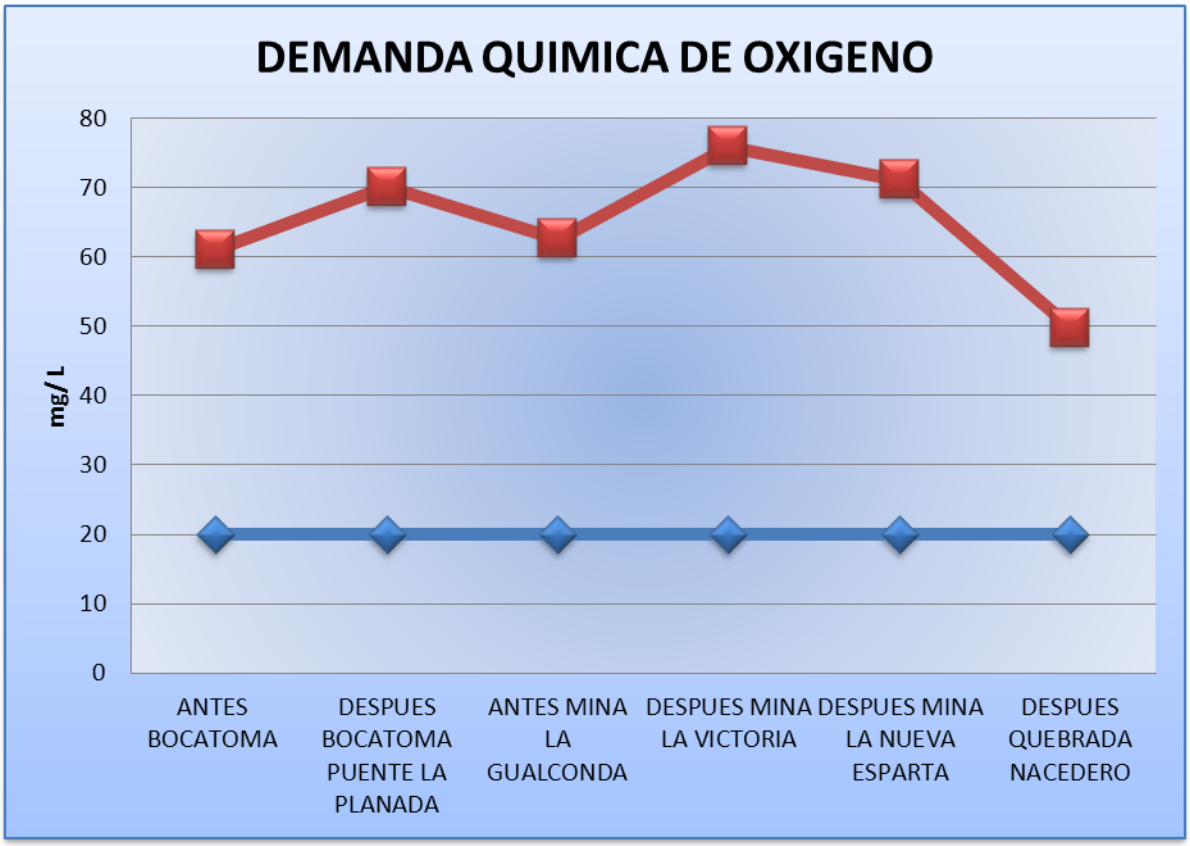
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO: La Demanda Química de Oxígeno, es una medida aproximada del contenido total de materia orgánica presente en una muestra de agua. Esta materia orgánica en condiciones naturales puede ser biodegradada lentamente, mediante un proceso lento que puede tardar desde unos pocos días hasta unos cuantos millones de años, dependiendo de la materia orgánica presente y de las condiciones de la biodegradación.

El aumento de la D.Q.O. contribuye a la disminución de la capacidad de depuración de las fuentes hídricas, disminución del O2 disuelto, salinización de los suelos, pérdida de la biodiversidad acuática y calidad del uso.[11]

Como se observa en la siguiente figura en cuanto a este parámetro es constante debido a los afluentes naturales que aportan un caudal significativo y bayudan a que haya una asimilación más rápida lo que se justifica también con el parámetro DBO el cual también es constante.

[11] DQO, Disponible en internet, http://www.monografias.com/trabajos29/organismos-cuenca/organismos-cuenca.shtml, Noviembre 2012

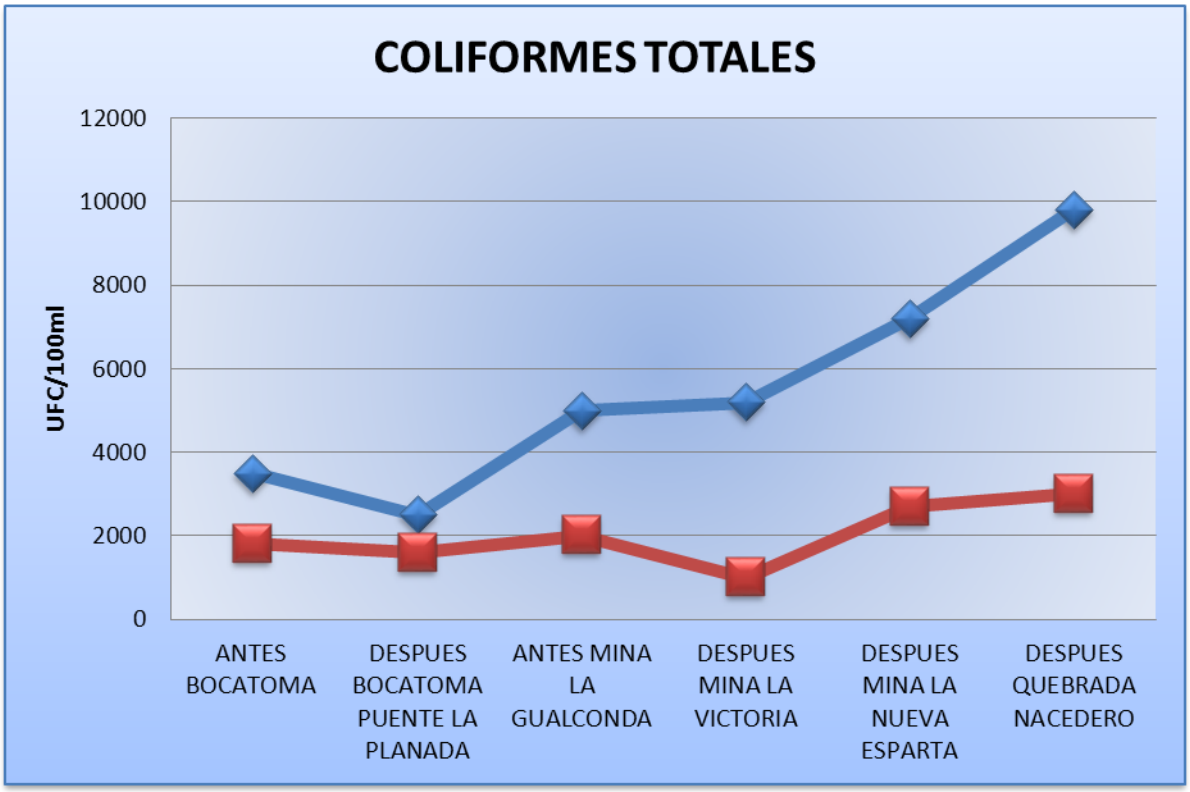
Grafica 17. Demanda Química de Oxigeno Cauce Principal Quebrada Honda



Coliformes Totales: Los coliformes se introducen en gran número al medio ambiente por las heces de humanos y animales. Por tal motivo suele deducirse que la mayoría de los coliformes que se encuentran en el ambiente son de origen fecal. Sin embargo, existen muchos coliformes de vida libre. Son bacterias consideradas patógenas por lo cual son indicadores de contaminación antrópica o humana en cuerpos hídricos. Incluyen los géneros Escherichia y Aerobacter.

Como se observa en la figura siguiente las Coliformes Totales en la corriente de la Quebrada Honda, aumentan a medida que se va descendiendo por la corriente principal, esto se puede deber a los fáciles accesos que tiene el cauce en algunos puntos para el ingreso de animales y del hombre,

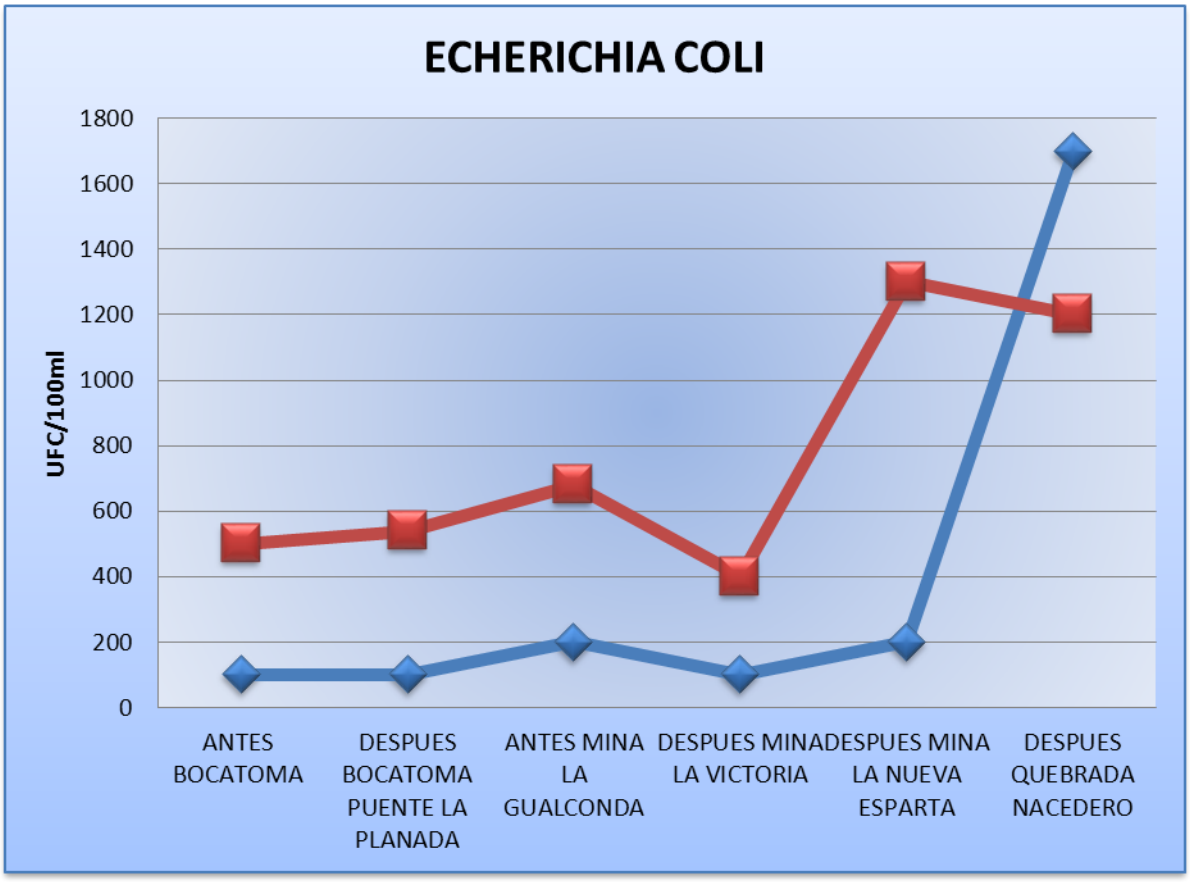
Grafica 18. Coliformes Totales Cauce Principal Quebrada Honda



ECHERICHIA COLI: La *Escherichia coli* es una bacteria que habita normalmente en el intestino del hombre y de animales de sangre caliente, y desempeña un importante papel en la fisiología del intestino. La distribución en el ambiente está determinada por su presencia en el intestino. Por ser un habitante regular y normal del intestino se usa desde hace un siglo como “el mejor” indicador de contaminación con materia fecal de los alimentos.

En la Figura siguiente, muestra que la presencia de Escherichia Coli aumenta en la zona baja de la quebrada, debido a que es en este punto donde se conecta la quebrada Nacedero la cual puede llevar algún tipo de afectación de la vereda la Planada lo que indica la contaminación con bacterias perjudiciales o patógenas para el hombre.

Grafica 19. Echerichia Coli Cauce Principal Quebrada Honda



COBALTO: Los humanos añaden Cobalto por liberación de pequeñas cantidades en la atmósfera por la combustión de carbón y la minería, el procesado de minerales que contienen Cobalto y la producción y uso de compuesto químicos con Cobalto.

El Cobalto está ampliamente dispersado en el ambiente de los humanos por lo que estos pueden ser expuestos a él por respirar el aire, beber agua y comer comida que contengan Cobalto. El Contacto cutáneo con suelo o agua que contenga Cobalto puede también aumentar la exposición.

El Cobalto no está a menudo libremente disponible en el ambiente, pero cuando las partículas del Cobalto no se unen a las partículas del suelo o sedimento la toma por las plantas y animales es mayor y la acumulación en plantas y animales puede ocurrir.

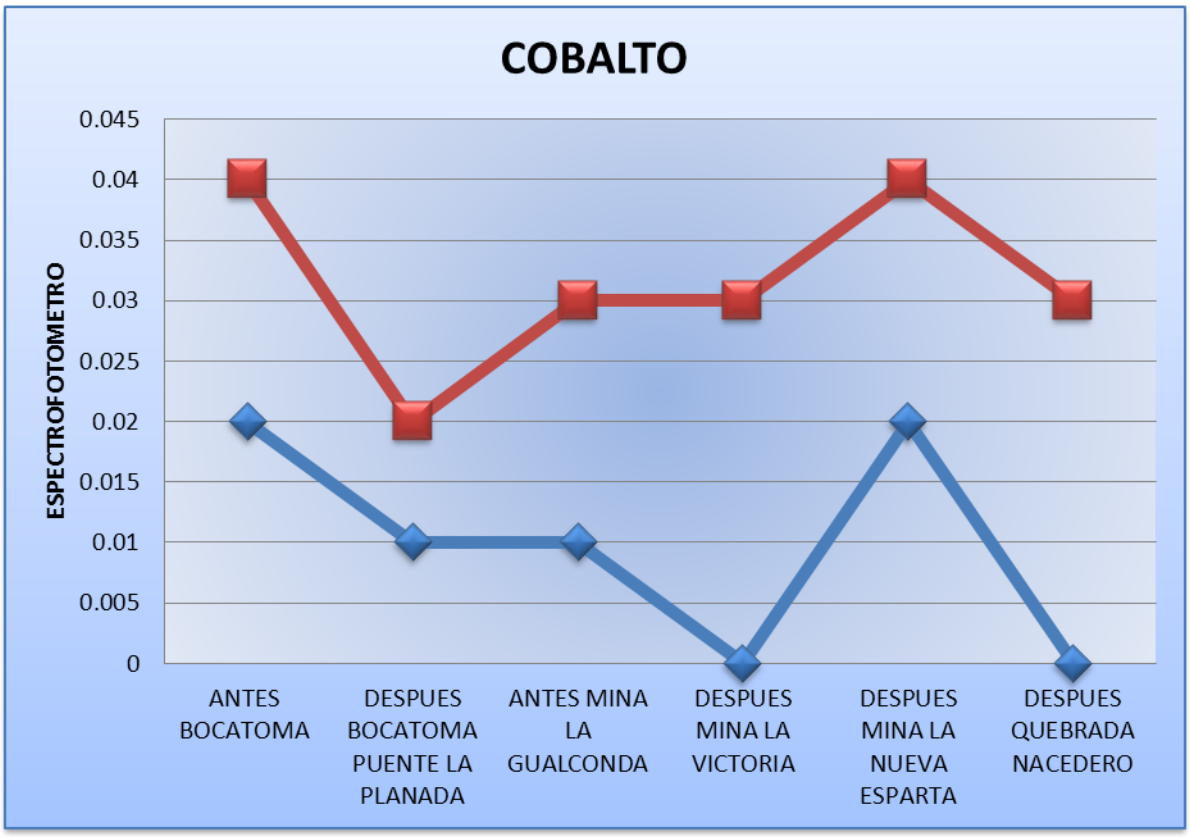
Los suelos cercanos a minas y fundiciones pueden contener una alta cantidad de Cobalto, así que la toma por los humanos a través de comer las plantas puede causar efectos sobre la salud.[12]

Los efectos sobre la salud que son el resultado de la toma de altas concentraciones de Cobalto son:

- Vómitos y náuseas
- Problemas de Visión
- Problemas de Corazón
- Daño del Tiroides

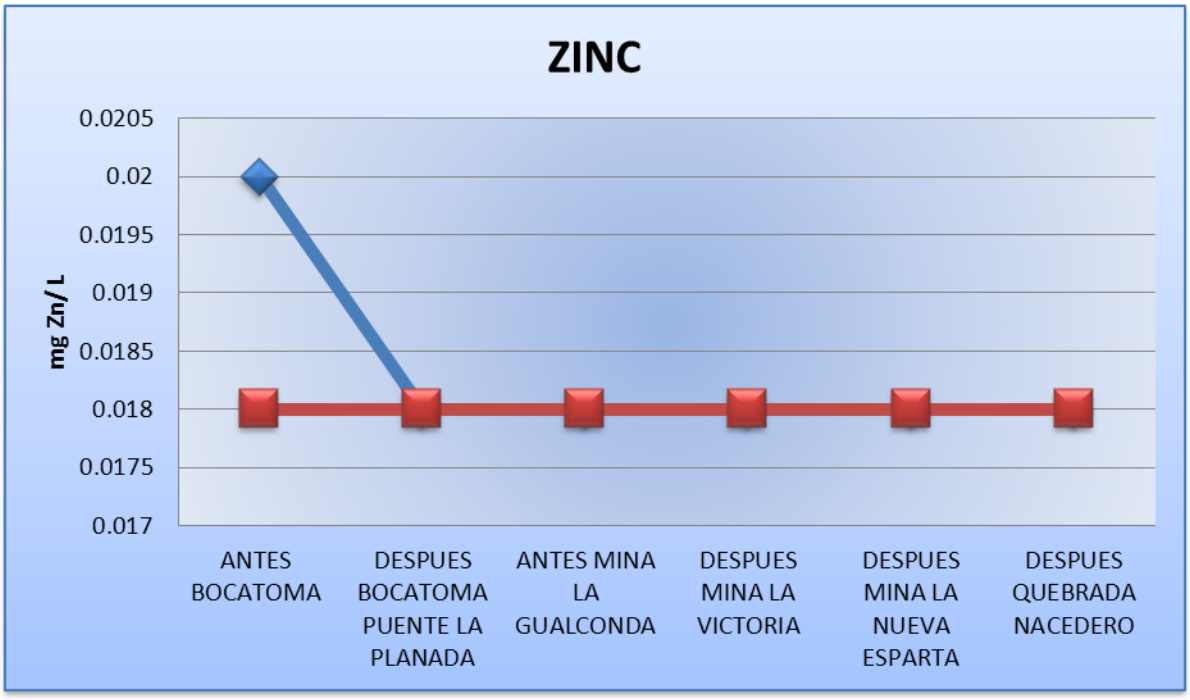
A continuación en la figura se observa el comportamiento sobre el cauce principal determinando así que hay una gran variación tanto en la parte alta como en la parte baja, esto debido a que es en esta zonas donde se asientan en gran porcentaje las minas de extracción de oro, además cabe resaltar que toda esta zona es de gran riqueza en cuanto a minerales, por tal motivo se encontró presencia de cobalto en el transcurso de la Quebrada.

Grafica 20. Cobalto Cauce Principal Quebrada Honda

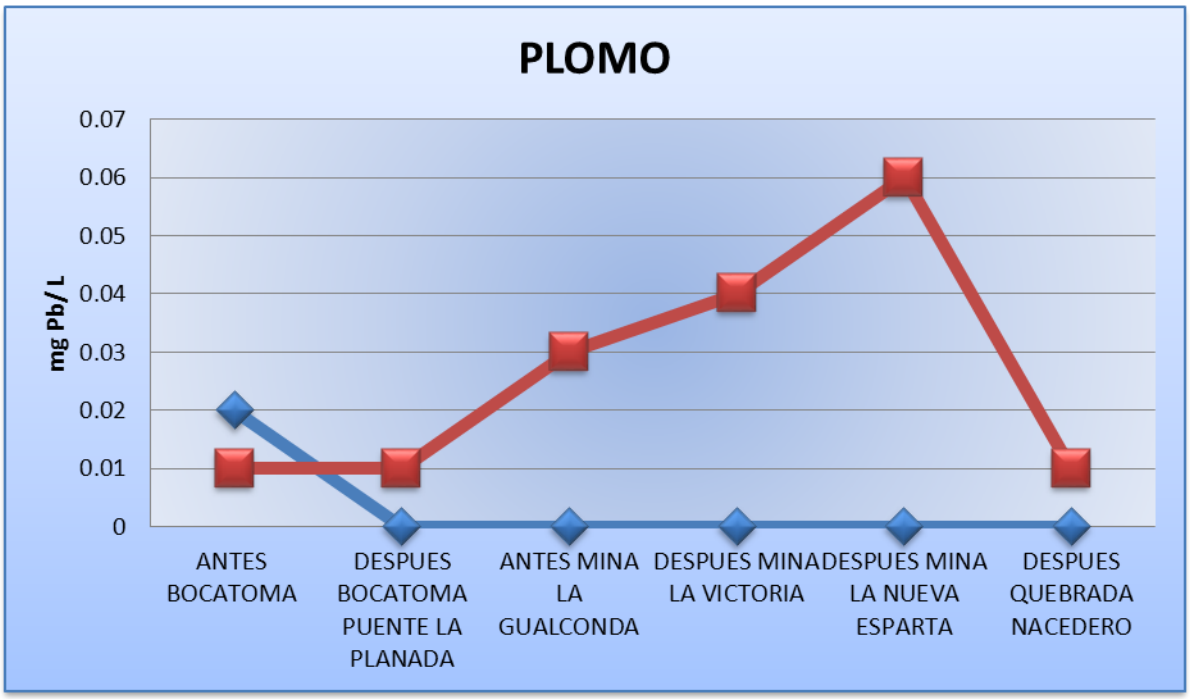


[12] COBALTO, Disponible en internet, http://www.lenntech.es/periodica/elementos/co.htm#ixzz2ALoXAWju, Octubre 2012

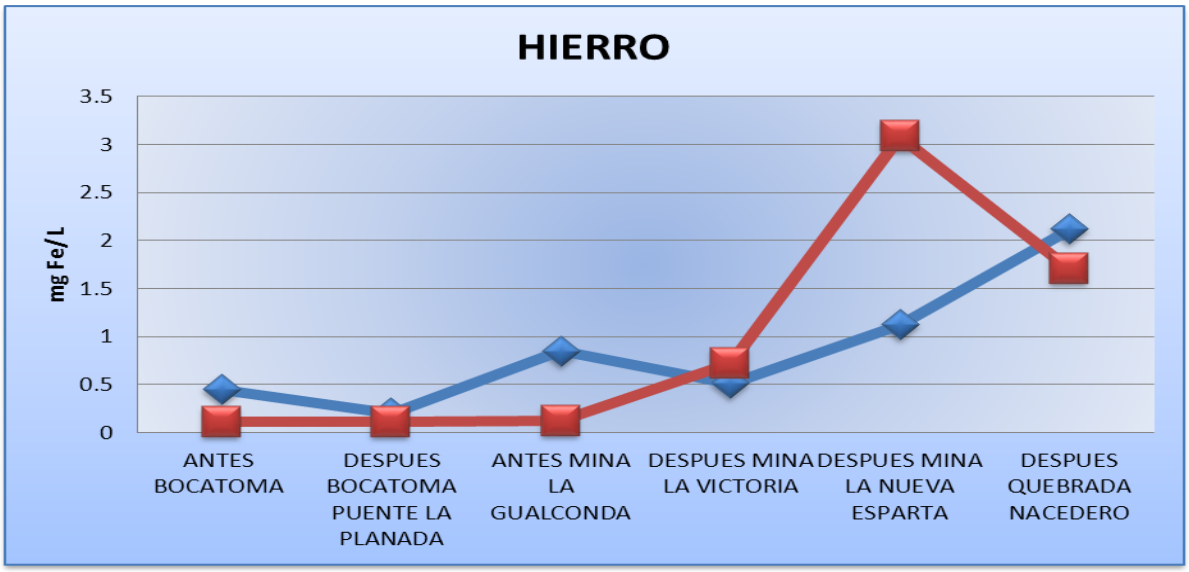
Grafica 21. Zinc Cauce Principal Quebrada Honda



Grafica 22. Plomo Cauce Principal Quebrada Honda



Grafica 23. Hierro Cauce Principal Quebrada Honda

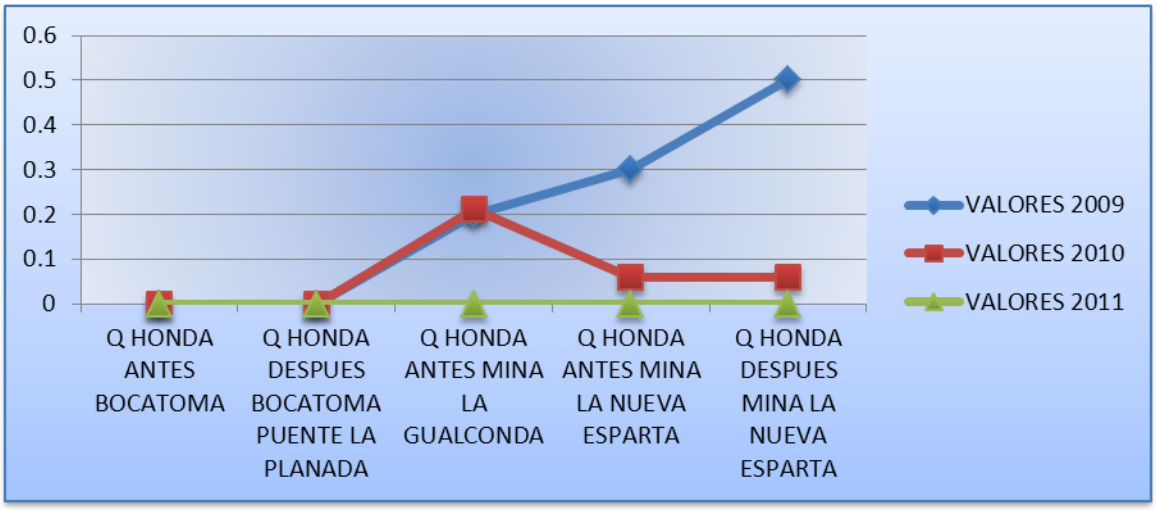


A continuación se presentan los reportes históricos en cuanto a mercurio tanto en agua como en sedimentos, donde se identifica los puntos donde se tomaron los puntos de muestreo determinando así la presencia de este metal en la parte media de la quebrada Honda, debido a que es en esta zona donde se encuentra asentado el sector minero, cabe resaltar que este metal (mercurio) se está sustituyendo por el cianuro obteniendo mejores resultados y garantizando la rentabilidad en este proceso.

TABLA 3. DATOS HISTORICOS DE MERCURIO EN AGUA PRESENTE EN LA QUEBRADA HONDA

PUNTO	VALORES MAXIMOS 2009	VALORES MAXIMOS 2010	VALORES MAXIMOS 2011
	Hg agua (µg/L)	Hg agua (µg/L)	Hg agua(µg/L)
Q HONDA ANTES BOCATOMA	ND	ND	ND
Q HONDA DESPUES BOCATOMA PUENTE LA PLANADA	ND	ND	ND
Q HONDA ANTES MINA LA GUALCONDA	0,2	0,21	ND
Q HONDA ANTES MINA LA NUEVA ESPARTA	0,3	0,06	ND
Q HONDA DESPUES MINA LA NUEVA ESPARTA	0,5	0,06	ND

GRAFICA 24. DATOS HISTORICOS DE MERCURIO EN AGUA PRESENTE EN LA QUEBRADA HONDA

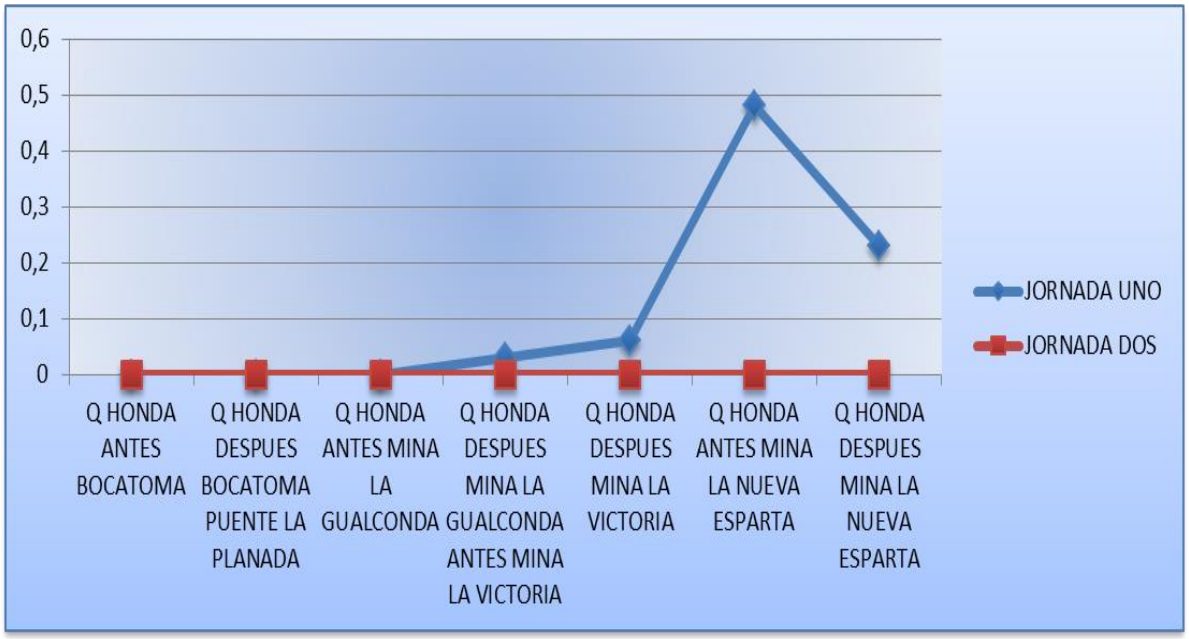


En el siguiente cuadro se relacionan el reporte resultados tomados en dos jornadas de muestreo en cuanto a mercurio en agua donde se identifica la presencia de este metal en la parte media de la quebrada Honda, donde se observa la presencia del sector minero.

TABLA 4. DATOS ACTUALES DE MERCURIO EN AGUA PRESENTE EN LA QUEBRADA HONDA

PUNTO	VALORES MAXIMOS 2012 JORNADA UNO 12/04/2012	VALORES MAXIMOS 2012 JORNADA DOS 26/07/2012
	Hg agua (µg/L)	Hg agua (µg/L)
Q HONDA ANTES BOCATOMA	ND	ND
Q HONDA DESPUES BOCATOMA PUENTE LA PLANADA	ND	ND
Q HONDA ANTES MINA LA GUALCONDA	ND	ND
Q HONDA DESPUES MINA LA GUALCONDA ANTES MINA LA VICTORIA	0,03	ND
Q HONDA DESPUES MINA LA VICTORIA	0,06	ND
Q HONDA ANTES MINA LA NUEVA ESPARTA	0,48	ND
Q HONDA DESPUES MINA LA NUEVA ESPARTA	0,23	ND

GRAFICA 25. DATOS ACTUALES DE MERCURIO EN AGUA PRESENTE EN LA QUEBRADA HONDA

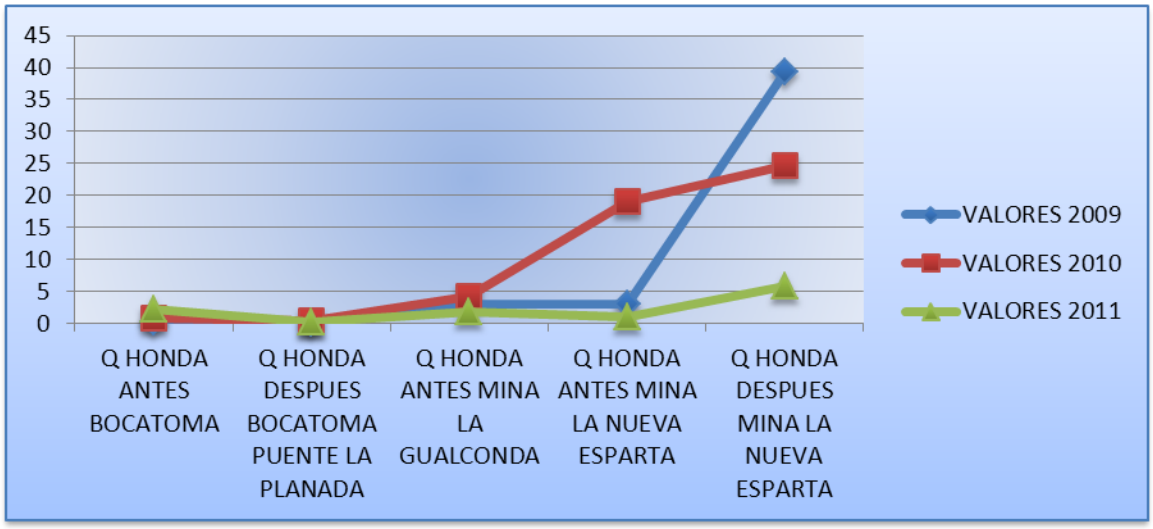


En el siguiente cuadro se relacionan los resultados históricos tomados durante los años 2009 hasta el año 2011 en cuanto a Hg en sedimentos.

TABLA 5. DATOS HISTORICOS DE MERCURIO EN SEDIMENTOS PRESENTE EN LA QUEBRADA HONDA

PUNTO	VALORES MAXIMOS 2009	VALORES MAXIMOS 2010	VALORES MAXIMOS 2011
	Hg Sedimentos (µg/g)	Hg Sedimentos (µg/g)	Hg Sedimentos (µg/g)
Q HONDA ANTES BOCATOMA	0,17	0,85	2,25
Q HONDA DESPUES BOCATOMA PUENTE LA PLANADA	0,04	0,32	0,21
Q HONDA ANTES MINA LA GUALCONDA	2,89	4,11	1,85
Q HONDA ANTES MINA LA NUEVA ESPARTA	2,92	19,03	0,97
Q HONDA DESPUES MINA LA NUEVA ESPARTA	39,39	24,57	5,85

GRAFICA 26. DATOS HISTORICOS DE MERCURIO EN SEDIMENTOS PRESENTE EN LA QUEBRADA HONDA

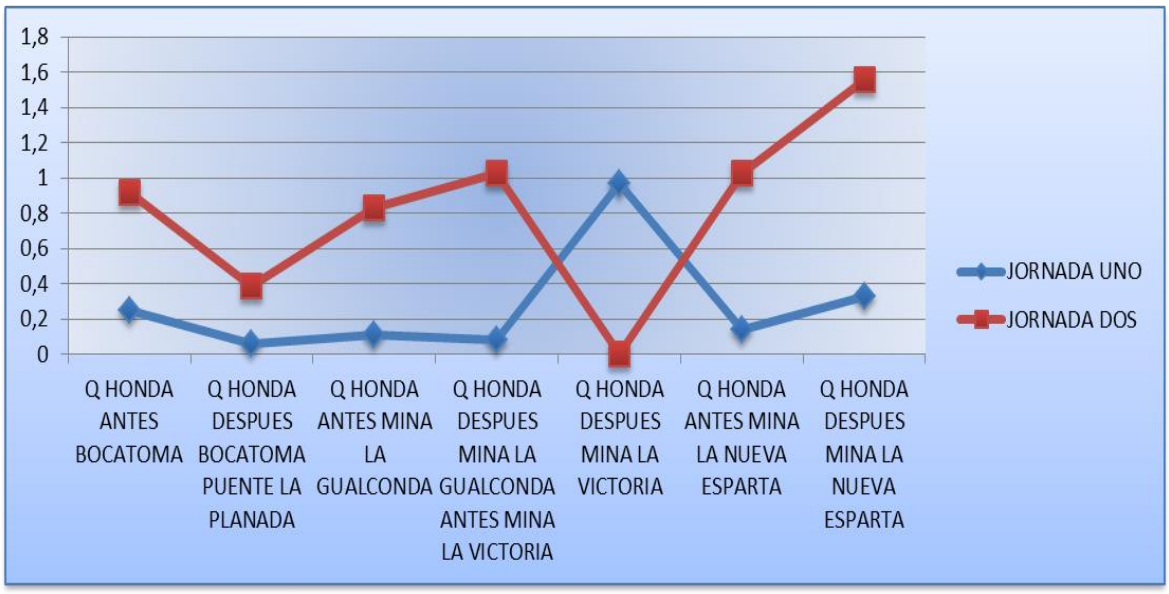


En el siguiente cuadro se relacionan el reporte resultados actuales tomados en dos jornadas de muestreo en cuanto a mercurio en sedimentos donde se identifica la presencia de este metal en la parte media de la quebrada Honda, donde se identificó la presencia del sector minero.

TABLA 6. DATOS ACTUALES DE MERCURIO EN SEDIMENTOS PRESENTE EN LA QUEBRADA HONDA

PUNTO	VALORES MAXIMOS 2012 JORNADA UNO 12/04/2012	VALORES MAXIMOS 2012 JORNADA DOS 26/07/2012
	Hg Sedimentos (µg/g)	Hg Sedimentos (µg/g)
Q HONDA ANTES BOCATOMA	0,25	0,92
Q HONDA DESPUES BOCATOMA PUENTE LA PLANADA	0,06	0,39
Q HONDA ANTES MINA LA GUALCONDA	0,11	0,83
Q HONDA DESPUES MINA LA GUALCONDA ANTES MINA LA VICTORIA	0,08	1,03
Q HONDA DESPUES MINA LA VICTORIA	0,97	NO SE PUDO TOMAR
Q HONDA ANTES MINA LA NUEVA ESPARTA	0,14	1,03
Q HONDA DESPUES MINA LA NUEVA ESPARTA	0,33	1,56

GRAFICA 27. DATOS ACTUALES DE MERCURIO EN AGUA PRESENTE EN LA QUEBRADA HONDA



1. Índice de calidad (ICA)

El Índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del "WQI" que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creo y diseño un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA).

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo.[13]

En la determinación del "ICA" intervienen 9 parámetros:

- ✓ Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
- ✓ pH (en unidades de pH)
- ✓ Demanda Bioquímica de Oxigeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- ✓ Nitratos (NO3 en mg/L)
- ✓ Fosfatos (PO4 en mg/L)
- ✓ Cambio de la Temperatura (en ºC)
- ✓ Turbidez (en FAU)
- ✓ Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- ✓ Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

[13] INDICE DE CALIDAD DEL AGUA, Servicio Nacional de Estudios Territoriales, San Salvador, El Salvador, Centro América.

El “ICA” adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación. Posteriormente al cálculo del índice de calidad de agua de tipo “General”, se clasifica la calidad del agua con base en el siguiente cuadro:

Cuadro 40. Clasificación del “ICA”

ICA		
VALOR	**CALIDAD DEL AGUA**	**COLOR**
91 -- 100	EXELENTE	
71 -- 90	BUENA	
51 -- 70	REGULAR	
26 -- 50	MALA	
0 -- 25	PESIMA	

Fuente. INDICE DE CALIDAD DEL AGUA, Servicio Nacional de Estudios Territoriales, San Salvador, El Salvador, Centro América.

Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.

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.

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.

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, tal como natación.

Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario tener las mediciones de los 9 parámetros mencionados anteriormente. Además es importante tener en cuenta los valores del peso relativo de cada uno, tal como se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro 41. Pesos Relativos por Cada Parámetro “ICA”

PARAMETRO	PESO W_i
PH	0,12
SOLIDOS TOTALES	0,08
FOSFORO TOTAL	0,10
NITROGENO NTK	0,10
OXIGENO DISUELTO	0,17
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	0,10
COLIFORMES TOTALES	0,15
TURBIEDAD	0,08
TEMPERATURA	0,10

Fuente. INDICE DE CALIDAD DEL AGUA, Servicio Nacional de Estudios Territoriales, San Salvador, El Salvador, Centro América.

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:

$$ICAa = \sum_{i=1}^{9}(Subi * Wi) \quad \textbf{(1)}$$

$$ICAa = \prod_{i=1}^{9}(Subi^{Wi}) \quad \textbf{(2)}$$

Dónde:

- ✓ **W_i**: 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.
- ✓ **Sub_i**: Subíndice del parámetro i.

El cálculo de los “ICA” se realizó mediante técnicas multiplicativas, las cuales son superiores a las aritméticas, es decir, que son mucho más sensibles a la variación de los parámetros, reflejando con mayor precisión un cambio de calidad.

Para determinar el valor del “ICA” es necesario sustituir los datos en la ecuación 2 obteniendo los Sub_i a partir del análisis de gráficas, dicho valor se eleva por sus respectivos W_i de la Tabla 7 y se multiplican los 9 resultados obteniendo de esta manera el “ICA”.

Los resultados de “ICA” para cada punto de muestreo se resumen en los siguientes cuadros, estos permitirán analizar el Índice de Calidad de cada uno.

El ICA de la quebrada Honda, se calculó para cada una de las seis (6) estaciones o puntos de muestreo ubicadas a lo largo de su cauce principal, eligiendo como escenario más representativo, la jornada del 22 de Agosto de 2012, que 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 de la Corriente Superficial objeto de ordenamiento, con su respectiva tabla de cálculo y análisis de resultados:

Como principal parámetro determinante del Índice de Calidad del agua está el de Coliformes Fecales, ya que es el que mayor Peso Relativo tiene. Por lo tanto la presencia de Unidades Formadoras de Colonias en el agua disminuyen el valor del subíndice haciendo que la ponderación final del ICA se vea influenciada a valores bajos o poco óptimos; razón principal por la cual el valor o calificación para el punto de muestreo antes de la bocatoma es de BUENA y no de Excelente.

La presencia de Coliformes Fecales en el punto de muestreo, no es considerada de origen humano ya que el nacimiento de la Quebrada se presenta en un área donde no se evidencio presencia de comunidades que generen algún tipo de agentes contaminantes que hagan algún tipo de intervención o desarrollo antrópico.

Para el análisis del primer punto y tomando como referencia el cuadro siguiente se puede decir que el Índice de Calidad del Agua en la parte alta del cauce principal de la Quebrada Honda es buena, esto se debe a que en esta parte existe poca intervención humana y de animales. Si se comparan los resultados de los cuadros se concluye que el ICA en el primer cuadro con un índice de 71,02 acercándose a ser un agua de excelente calidad, cabe resaltar que en esta parte el agua es captada para consumo humano.

ANTES BOCATOMA				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,72	90	0,12	1,716
SOLIDOS DISUELTOS	47	88	0,08	1,431
FOSFORO TOTAL	0,28	97	0,1	1,580
NITROGENO	2	99	0,1	1,583
OXIGENO DISUELTO	84,5	95	0,17	2,169
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1	100	0,1	1,585
COLIFORMES FECALES	3500	24	0,15	1,611
TURBIEDAD	2	99	0,08	1,444
TEMPERATURA	15,7	40	0,1	1,446
			1	
			ICA	**71,02**

En el segundo punto la calidad del agua continúa es regular pero no presenta mayores alteraciones o cambios con respecto al punto de nacimiento, a pesar que la corriente atraviesa suelos y áreas intervenidas principalmente para uso agrícola con cultivos especialmente de plátano y pastoreo de ganado y presencia de algunas viviendas ubicadas en inmediaciones del Cauce Principal, además se evidencio la presencia de algunas minas que tendrían algún tipo de afectación en cuanto al vertimiento de arenas provenientes del proceso.

Al existir ya un nivel de intervención antrópica alrededor del área de influencia de la Quebrada, se presenta el riesgo de que la calidad del agua se vea alterada ocasionalmente por vertimientos eventuales de origen doméstico o por escurrimientos

superficiales sobre potreros o suelos agrícolas los cuales pueden arrastrar contaminantes de tipo orgánico e inorgánico.

Si se observa los resultados obtenidos de los Cuadros siguientes se deduce que el índice de calidad en esta parte de la Quebrada disminuye, siendo una agua de regular calidad (51-70), esto corresponde a que se encuentra la descarga del sector minero; el agua con índice de calidad "Regular" tiene generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y ha aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas. Su consumo debe realizarse con una debida purificación.

DESPUES BOCATOMA PUENTE LA PLANADA				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,72	88	0,12	1,711
SOLIDOS DISUELTOS	66,8	87	0,08	1,429
FOSFORO TOTAL	0,5	80	0,1	1,550
NITROGENO	0,336	99	0,1	1,583
OXIGENO DISUELTO	101	100	0,17	2,188
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1	95	0,1	1,577
COLIFORMES FECALES	2500	21	0,15	1,579
TURBIEDAD	11	77	0,08	1,416
TEMPERATURA	18	25	0,1	1,380
			1	
			ICA	**63,85**

En el tercer punto la calidad del agua es REGULAR principalmente por el aumento en la concentración de Solidos Suspendidos Totales y de la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias de Coliformes Fecales influyendo en la disminución de los Subíndices.

El punto de muestreo corresponde a una zona en donde se identificaron vertimientos puntuales de minas; sin embargo los suelos adyacentes al igual que la ronda hídrica de la Quebrada están seriamente intervenidos por la expansión de la frontera agrícola, sobre el cauce principal de la corriente, determinando asi la alteración de la calidad del agua por escurrimientos superficiales de suelos agrícolas.

MINA LA GUALCONDA				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,75	88	0,12	1,711
SOLIDOS DISUELTOS	44	85,5	0,08	1,427
FOSFORO TOTAL	0,5	80	0,1	1,550
NITROGENO	0,5	99	0,1	1,583
OXIGENO DISUELTO	104	99,7	0,17	2,187
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1	95	0,1	1,577
COLIFORMES FECALES	5000	17	0,15	1,530
TURBIEDAD	9	79	0,08	1,418
TEMPERATURA	18,6	25	0,1	1,380
			1	
			ICA	**61,87**

En cuanto al cuarto punto la calidad del agua sigue siendo REGULAR, debido principalmente al vertimiento puntual de minas como la Redención, la Gualconda y la Victoria evidenciando así que la calidad del agua en este punto este deteriorada. Otros aspectos para las anteriores condiciones se deben a:

- presencia de vertimientos puntuales de plantas de beneficio mineral. A pesar de existir el conjunto de minas con una estructura empírica que se encuentran dentro de la ronda hídrica de la Quebrada, los vertimientos que se pueden presentar son esporádicos y en cantidades bajas que alcanzan a alterar la calidad del agua.

- Aporte en cuanto a cantidad y calidad por la desembocadura de las quebradas Boquerón y Ospino con un caudal considerable que ayuda a la asimilación de concentraciones de los diferentes parámetros encontrados en la corriente principal.

DESPUES MINA LA VICTORIA				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,76	88	0,12	1,711
SOLIDOS DISUELTOS	77,4	85	0,08	1,427
FOSFORO TOTAL	0,5	80	0,1	1,550
NITROGENO	0,28	99	0,1	1,583
OXIGENO DISUELTO	96	97	0,17	2,176
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1	95	0,1	1,577
COLIFORMES FECALES	5200	16,5	0,15	1,523
TURBIEDAD	15	76	0,08	1,414
TEMPERATURA	18,8	25	0,1	1,380
			1	
			ICA	**61,09**

En cuanto al Quinto punto la calidad del agua sigue siendo REGULAR, debido principalmente al vertimiento puntual de minas anteriormente expuestas, donde se adiciona la mina la Nueva Esparta, cabe resaltar que a pesar de que esta mina se encuentra en etapa de construcción es uno de los principales agentes contaminantes debido a la gran infraestructura que se evidencio en campo, también se observó que se está realizando un gran impacto sobre el recurso hídrico debido a que no se está respectando los 30 metros de ronda hídrica contemplado en la ley 1449 de 1977 evidenciando así que la calidad del agua en este punto este deteriorada. Otros aspectos para las anteriores condiciones se deben a:

- presencia de vertimientos puntuales de plantas de beneficio mineral. Uno de los aspectos que se deben tener en cuenta es que dichas plantas cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales que ayudan a contrarrestar de alguna manera las altas concentraciones en cuanto a sólidos y turbiedad, que no es suficiente como se evidencia en los reportes de resultados presentados para este estudio.

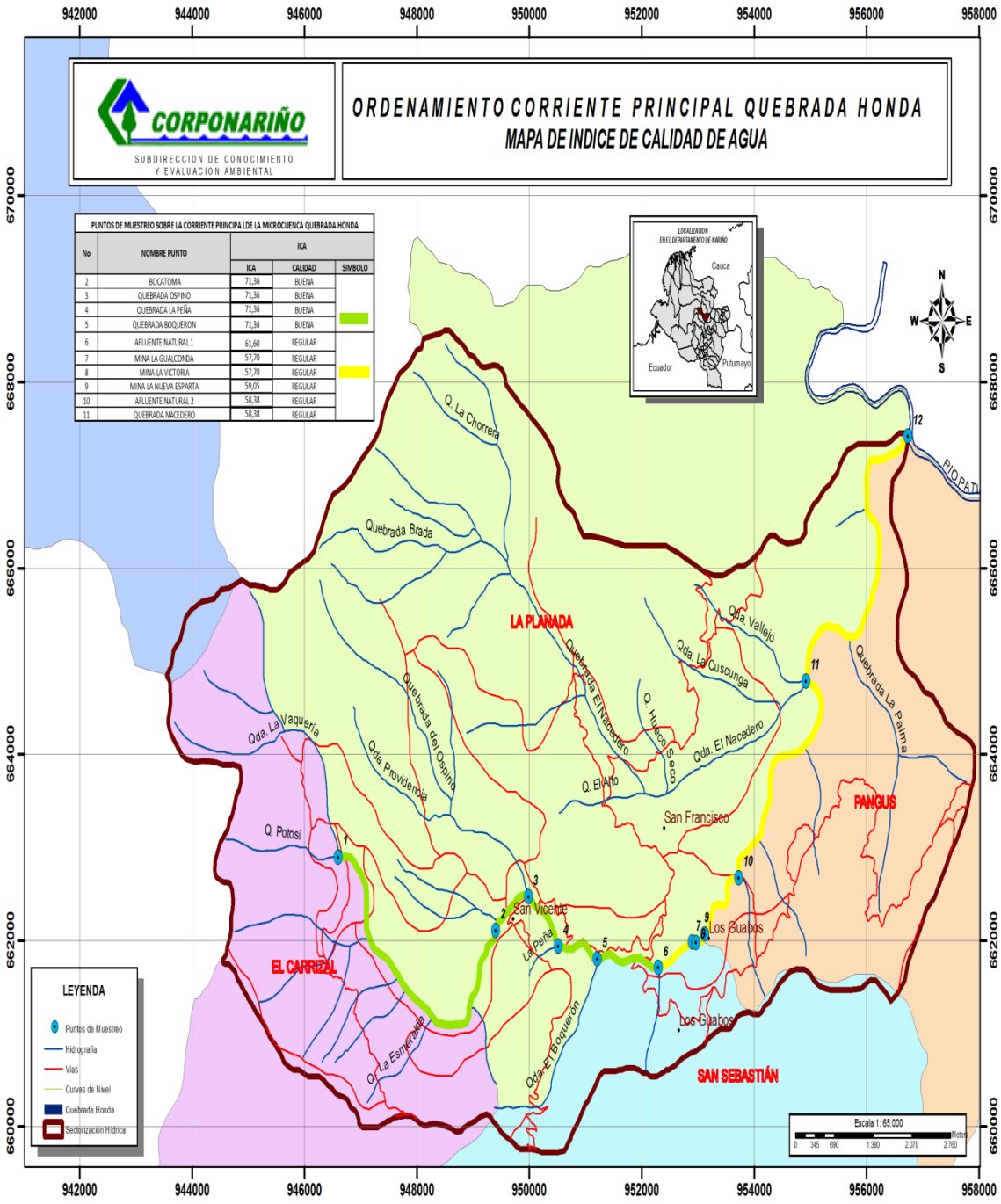
DESPUES MINA LA NUEVA ESPARTA				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,74	88	0,12	1,711
SOLIDOS DISUELTOS	80,3	84	0,08	1,425
FOSFORO TOTAL	0,5	80	0,1	1,550
NITROGENO	0,22	99	0,1	1,583
OXIGENO DISUELTO	100	100	0,17	2,188
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1	95	0,1	1,577
COLIFORMES FECALES	7200	15	0,15	1,501
TURBIEDAD	16	75	0,08	1,413
TEMPERATURA	18,1	27	0,1	1,390
			1	
			ICA	**60,88**

La calidad del agua se torna REGULAR, ya que la Quebrada comienza a ser influenciada por escurrimientos superficiales de algunas veredas asentadas en parte alta de la corriente principal además de potreros que arrastran materia orgánica por la presencia de estiércol proveniente del ganado.

Otro aporte que influye en la disminución de la calidad del agua del Cauce Principal, es la desembocadura de la quebrada Nacedero la cual trae consigo las descargas de aguas residuales domesticas de algunas viviendas de la vereda La Planada, los Guavos, San Francisco que alteran de alguna manera la calidad del agua, como se soporta en los resultados de laboratorio en cuanto a Coliformes Fecales y turbiedad.

DESPUES QUEBRADA NACEDERO				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,73	88	0,12	1,711
SOLIDOS DISUELTOS	67,4	89	0,08	1,432
FOSFORO TOTAL	0,5	80	0,1	1,550
NITROGENO NTK	0,17	99,5	0,1	1,584
OXIGENO DISUELTO	100	100	0,17	2,188
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	1	95	0,1	1,577
COLIFORMES FECALES	9800	14	0,15	1,486
TURBIEDAD	16	68	0,08	1,402
TEMPERATURA	18,2	25	0,1	1,380
			1	
			ICA	**59,63**

Figura 47. INDICE DE CALIDAD DEL AGUA



CALCULO DE CARGAS: teniendo en cuenta las concentraciones determinadas mediante análisis de laboratorio y la medición de caudal para cada una de las entradas priorizadas y muestreadas en campo, se calcularon las cargas de aporte en Kilogramo/día y Tonelada/año aplicando el método de cálculo estipulado en la Normatividad Ambiental vigente.

La determinación de cargas se efectuó como insumo para la aplicación del modelo de simulación de calidad QUAL2K del cauce principal de la quebrada Honda.

Cuadro 42. Cargas De Entradas Parte alta Monitoreadas En kg/día y ton/año

QUEBRADA HONDA LOS ANDES SOTOMAYOR													
PARAMETROS	UNDS	CALCULO DE CARGAS CAUCE PRINCIPAL QUEBRADA HONDA											
		QUEBRADA OSPINO			QUEBRADA PEÑA			QUEBRADA BOQUERON			AFLUENTE NATURAL		
		C	qKG/D	TON/AÑO	C	qKG/D	TON/AÑO	C	qKG/D	TON/AÑO	C	qKG/D	TON/AÑO
Q	LPS	24,15			14,2			12,11			9,5		
SST	mg/l	25	52,164	19,04	30	36,8064	13,434	30	31,38912	11,4570	30	24,624	8,98776
SD	mg/l	23	47,99088	17,52	28	34,35264	12,539	28	29,296512	10,6932	28	22,9824	8,388576
ALC.T	mg/l	15	31,2984	11,42	17	20,85696	7,613	17	17,787168	6,4923	17	13,9536	5,093064
NITRATO	mg/l	0,2	0,417312	0,15	0,2	0,245376	0,090	0,2	0,2092608	0,0764	0,2	0,16416	0,0599184
FOSF T	mg/l	0,5	1,04328	0,38	0,5	0,61344	0,224	0,5	0,523152	0,1910	0,5	0,4104	0,149796
N NTK	mg/l	0,1	0,208656	0,08	0,1	0,122688	0,045	0,1	0,1046304	0,0382	0,1	0,08208	0,0299592
DBO	mg/l	2	4,17312	1,52	2	2,45376	0,896	2	2,092608	0,7638	2	1,6416	0,599184
DQO	mg/l	20	41,7312	15,23	20	24,5376	8,956	20	20,92608	7,6380	20	16,416	5,99184

Cuadro 43. Cargas De Entradas Parte media y baja Monitoreadas En kg/día y ton/año

QUEBRADA HONDA LOS ANDES SOTOMAYOR																
PARAMETROS	UNDS	CALCULO DE CARGAS CAUCE PRINCIPAL QUEBRADA HONDA														
		MINA LA GUALCONDA			MINA LA VICTORIA			MINA LA NUEVA ESPARTA			AFLUENTE NATURAL			QUEBRADA NACEDERO		
		C	qKG/D	TON/AÑO	C	qKG/D	TON/AÑO	C	qKG/D	TON/AÑO	C	qKG/D	TON/AÑO	C	qKG/D	TON/AÑO
Q	LPS	0,6			0,6			0,6			17			25		
SST	mg/l	32,63	1,6915392	0,617411808	32,63	1,6915392	0,617411808	70,5	3,65	1,334	30	44,1	16,1	150	324,0	118,3
SD	mg/l	30,5	1,58112	0,5771088	30,5	1,58112	0,5771088	30,5	1,58	0,577	28	41,1	15,0	80	172,8	63,1
ALC.T	mg/l	18	0,93312	0,3405888	18	0,93312	0,3405888	18	0,93	0,341	17	25,0	9,1	30	64,8	23,7
NITRATO	mg/l	0,2	0,010368	0,00378432	0,2	0,010368	0,00378432	0,2	0,01	0,004	0,2	0,3	0,1	0,3	0,6	0,2
FOSF T	mg/l	0,5	0,02592	0,0094608	0,5	0,02592	0,0094608	0,5	0,03	0,009	0,5	0,7	0,3	0,5	1,1	0,4
N NTK	mg/l	0,1	0,005184	0,00189216	0,1	0,005184	0,00189216	0,1	0,01	0,002	0,1	0,1	0,1	2	4,3	1,6
DBO	mg/l	2	0,10368	0,0378432	2	0,10368	0,0378432	2	0,10	0,038	2	2,9	1,1	20	43,2	15,8
DQO	mg/l	20	1,0368	0,378432	20	1,0368	0,378432	20	1,04	0,378	20	29,4	10,7	40	86,4	31,5

7.7 ESTUDIO DEL COMPORTAMIETO DEL CAUDAL EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA HONDA

7.7.1 Calculo áreas transversales

Los segmentos son medidos a diferentes profundidades y anchos de la Quebrada Honda. Para medir superficies es necesario tomar una unidad patrón que nos sirva para compararla con la extensión, una vez fijada la unidad de superficie(m), la primera fórmula que se deduce es la del área del rectángulo: el área de un rectángulo es igual al producto de las medidas de su base y de su altura (naturalmente, ambas medidas con la misma unidad), la segunda fórmula utilizada es la del área del triángulo que su producto proviene de las medidas de su base y de su altura dividido en dos, la sumatoria de estas dos ecuaciones corresponde al área de cada sección de las estación.

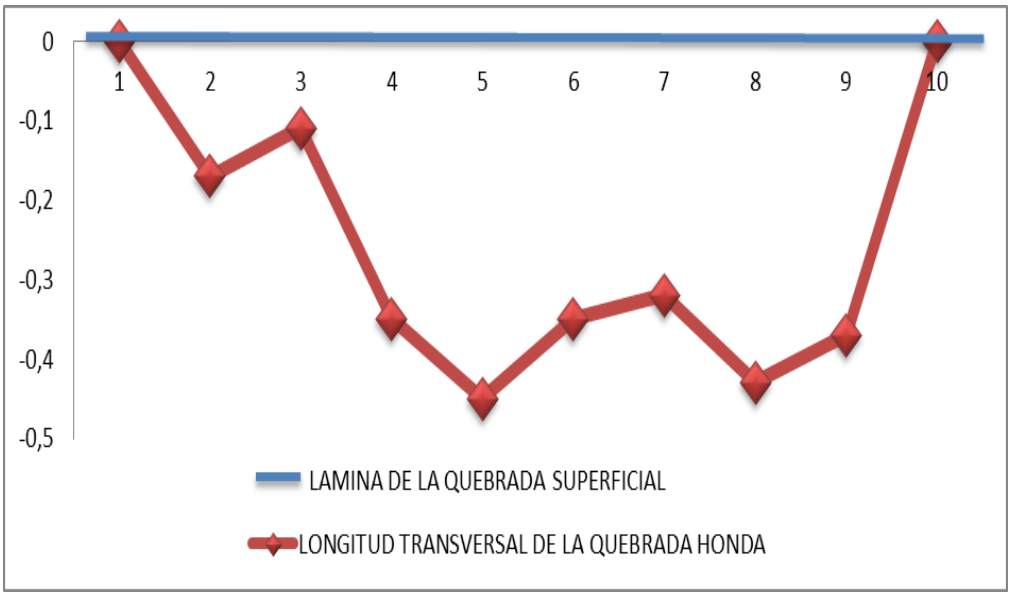
Las jornadas de aforo se realizaron en época de verano y transición, los datos puntuales para los días de trabajo, con parámetros como el ancho, perímetro mojado, pendiente caudal permiten la construcción de los perfiles los cuales muestran un comportamiento complejo y muy dinámico comparado con estudios anteriores, para las mimas estaciones. Para el Área total se toman las áreas de cada sección de la estación y se realiza una sumatoria donde su resultado se expresa en m^2.

La Quebrada es una parte del sistema, otros factores de la micro-cuenca como el clima, geología, vegetación determinan su comportamiento, cambiando además sus características tanto físicas como morfológicas, de igual manera las actividades antropicas que sobre él se ejercen son fundamentales para determinar su calidad y cantidad

A continuación se describen las secciones de la quebrada donde se realizaron las dos jornadas de muestreo observando así la cantidad de agua que pasa cada parte donde se realizó dicha actividad.

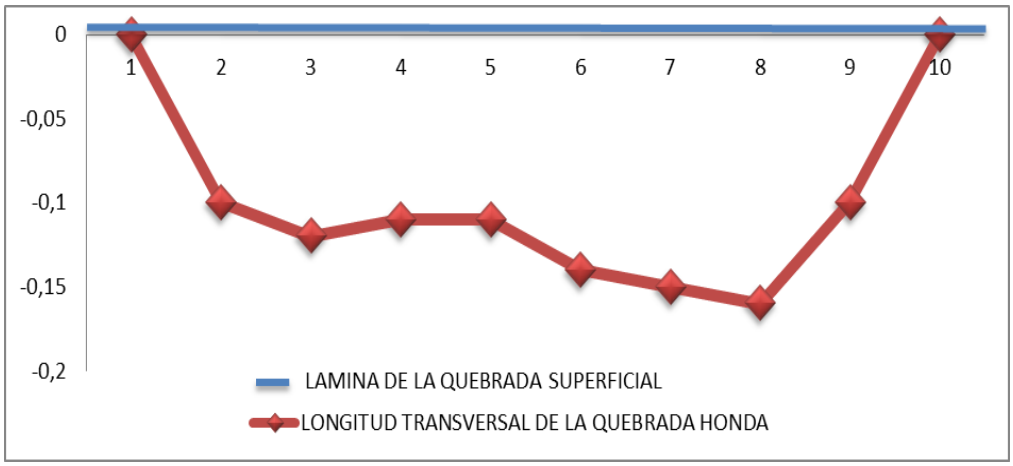
PUNTO 1 ANTES BOCATOMA QUEBRADA HONDA

DISTANCIA	PROFUNDIAD	N° REVOLUCIONES	TIEMPO
10	Oi		
10,3	0,17	55	50,39
11,6	0,11	244	50,05
11,9	0,35	179	50,7
12,2	0,45	113	50,1
12,5	0,35	165	50,3
12,8	0,32	206	50,6
13,1	0,43	101	50,25
10,4	0,37	48	50,69
10,7	OD		



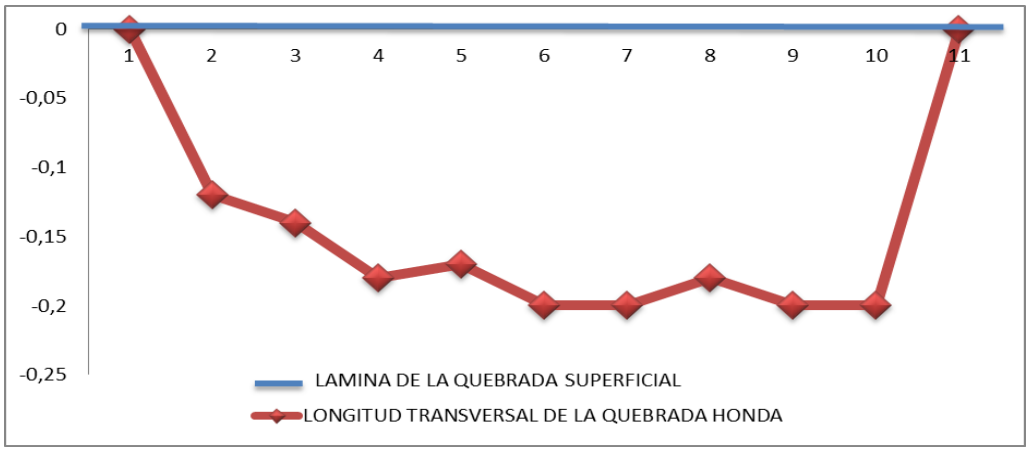
PUNTO 2 ANTES MINA LA GUALCONDA

DISTANCIA	PROFUNDIAD	N° REVOLUCIONES	TIEMPO
1,0	Oi		
10,3	0,10	442,00	50,40
10,6	0,12	366,00	50,00
10,9	0,11	382,00	50,01
11,2	0,11	779,00	49,99
1,5	0,14	815,00	50,01
11,8	0,15	756,00	50,04
12,1	0,16	838,00	49,96
12,4	0,10	679,00	50,68
12,6	OD		



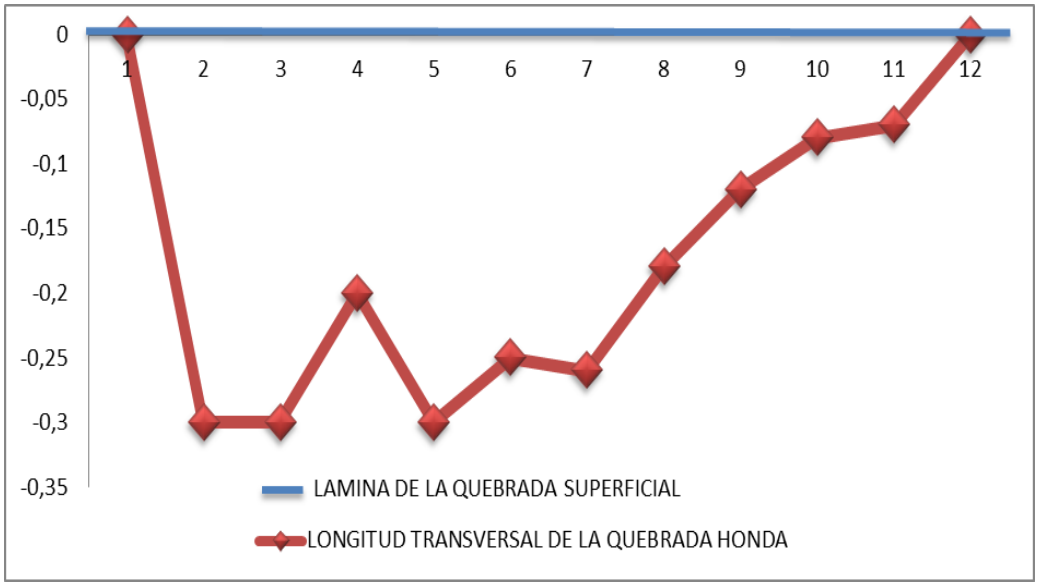
PUNTO 3 DESPUES DE LA NUEVA ESPARTA

DISTANCIA	PROFUNDIAD	N° REVOLUCIONES	TIEMPO
10,0	Oi		
10,2	0,12	316,00	50,02
10,4	0,14	555,00	49,96
10,6	0,18	567,00	50,01
10,8	0,17	1101,00	49,99
11,0	0,20	810,00	50,03
11,2	0,20	884,00	50,02
11,4	0,18	814,00	49,99
11,6	0,20	479,00	50,05
11,8	0,20	310	50,09
11,9	OD		



PUNTO 4 DESPUES QUEBRADA NACEDERO

DISTANCIA	PROFUNDIAD	N° REVOLUCIONES	TIEMPO
11,0	Oi		
11.30	0.30	502	50.01
11.60	0.30	410,00	49.97
11.90	0.20	516,00	50.01
12.20	0.30	644,00	50,00
12.50	0.25	368,00	50.04
12.80	0.26	118,00	49.99
13.10	0.18	83,00	50.28
13.40	0.12	80,00	50.23
13.70	0.08	84,00	50.03
14,0	0.07	98	50.35
14.30	OD		



7.8 MODELO DE SIMULACIÓN DE CALIDAD DEL QUEBRADA HONDA (QUAL2Kw)

Los modelos matemáticos son técnicas que permiten representar alternativas propuestas y simular condiciones reales que podrían ocurrir dentro de una franja de incertezas, inherente al conocimiento técnico-científico. Estos modelos se proponen explicar las causas y efectos de los procesos en el medio ambiente, diferenciar las fuentes antrópicas de las fuentes naturales de contaminantes, evaluar la eficiencia de los programas de gestión ambiental, determinar un tiempo o una distancia de recuperación de un cuerpo de agua con el objeto de implementar un programa de reducción de contaminantes, entre otras.

En cumplimiento de lo estipulado en el artículo 6 del Decreto 3930 de 2010 y con la información obtenida y procesada, se aplicó y calibró un Modelo de Simulación de Calidad de agua, para determinar la capacidad de asimilación de sustancias biodegradables y/o acumulativas en la Quebrada Honda, generando un escenario actual de su comportamiento y estado con relación a los vertimientos y descargas que recibe, a lo largo de su Cauce Principal, desde su inicio antes de la bocatoma hasta la confluencia con el rio Patía.

Teniendo en cuenta que hasta la fecha en que se planificó y desarrolló las etapas de Diagnóstico y Prospectiva y se elaboró el Documento de Ordenamiento del Recurso Hídrico, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS no había elaborado ni expedido aun la Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico, la Corporación Autónoma Regional de Nariño como Autoridad Ambiental Competente y en cumplimiento de lo estipulado en el artículo 7 del Decreto 3930 de 2010 utilizó el Modelo de Simulación existente “River and Stream Water Quality Model - QUAL2K” desarrollado por la división de investigación en ecosistemas de La Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos EPA, el cual permite simular varios parámetros de calidad de agua entre los cuales se encuentran los mínimos exigidos que son: (DB05) Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco (5) días, (DQO) Demanda Química de Oxígeno, (SST) Sólidos Suspendidos Totales, (pH) Potencial del Ion Hidronio H+, (T) Temperatura, (OD) Oxígeno Disuelto, (Q) Caudal, Datos Hidrobiológicos, Coliformes Totales y (Echecrichia Coli) Coliformes Fecales y algunas sustancias de interés sanitario.

7.8.1 Insumos

La información requerida para la corrida del modelo QUAL 2K se divide en diferentes componentes como; caracterización física de la cuenca, esquema de modelación (Topología), hidrología e hidráulica de la corriente, cada uno de estos encierran diferentes elementos los cuales se presentan a continuación:

7.9 CARACTERIZACION FISICA DE LA CUENCA

7.9.1 Ubicación, área y Usos del Suelo de la Subcuenca aferente al tramo a modelar:

Corresponde a la descripción general del área de estudio, contextualización hidrográfica y usos del suelo actuales sobre el área de influencia de la corriente superficial objeto de ordenamiento, aspectos que han sido abordados de manera detallada en el presente documento.

- Ubicación de la cuenca aferente al tramo a modelar, área aferente, área subcuencas:

Para la modelación de la Quebrada Honda se debe considerar el tramo comprendido entre la bocatoma de ASOPANGUS y el punto de confluencia del rio Patía, este es de orden 3, su área es de 7837, 67ha, presenta las siguientes subcuencas las cuales tienen un aporte directo a la Quebrada Honda.

7.9.2 Morfología del Cauce Principal de la quebrada Honda

De acuerdo a la clasificación Schumm y Rosgen la quebrada Honda ubicada en el municipio de los Andes Sotomayor se puede determinar de manera general como un cauce de tipo rectilíneo en la parte alta y de tipo meandrico en la parte baja debido a las pronunciadas pendientes y topografía del terreno propio de los ríos de montaña de la región Andina. Sin embargo evaluándola de manera detallada en su parte alta, media y baja, se pueden resaltar los siguientes aspectos:

Parte Alta: Nacimiento quebrada Honda

Figura 48. Nacimiento Quebrada Honda



- Cauce rectilíneo y estrecho con presencia de rocas en su lecho

- Protegido con vegetación endémica o nativa del sector.

- Considerado de carga suspendida por la calidad del agua, por las condiciones físicas y topográficas del cauce y por la baja intervención antrópica.

- Presencia de bocatomas sobre sobre el cauce principal de la quebrada Honda para consumo humano y uso industrial principalmente minero.

- Se resalta la ampliación de la frontera agrícola y ganadera invadiendo la margen de protección de la quebrada Honda.

- Considerado de carga suspendida por la calidad del agua, por las condiciones físicas y topográficas del cauce y por la baja intervención antrópica directamente sobre el cauce o lecho de la Quebrada.

- La quebrada Honda en su recorrido por el sector donde se asienta gran parte del sector minero presenta unas condiciones meandriformes hasta llegar al sector de la con fluencia con el Rio Patía.

- Presencia de rocas y una alteración en las condiciones fisicoquímicas por la descarga de vertimientos industriales más precisamente de las plantas de beneficio mineral.



- Prueba de Trazadores: Cuando una corriente superficial es afectada por el ingreso de un afluente que tiene una concentración determinada de un contaminante, esta concentración empieza a dispersarse en la corriente, siguiendo un modelo que depende de las características

de los fenómenos de advección y dispersión que manifiesten los sistemas de mezcla completa como los ríos, estuarios, embalses y zonas costeras.

El estudio de la distribución de un contaminante, aguas abajo de una descarga, se denomina estudio o prueba de trazadores y puede ser usado para determinar características claves en una corriente tales como la velocidad, el coeficiente de dispersión y la velocidad de decaimiento del contaminante.

La prueba consiste en la adición de un trazador o sustancia en un punto sobre la corriente hídrica capaz de alterar la conductividad natural o inicial de esta, para posteriormente tomar mediciones periódicas de este parámetro mediante un conductimetro o multiparametro previamente calibrado, en un punto aguas abajo de donde se adiciono la sustancia.

El método utilizado fue el de Inyección Instantánea ya que es de los más estudiados, no requiere de altos costos de inversión y es fácil de aplicar.

Los materiales y equipos utilizados para la prueba fueron:

Tabla 7. Materiales Para La Prueba De Trazadores

1	*Conductimetro*
2	*Sal Común*
3	*Recipiente para mezclar la sal*
4	*Mezclador (palo de escoba)*
5	*Cronómetro*
6	*GPS*
7	*Molinete*
8	*Cinta*
9	*Formato para medición de caudal con molinete*
10	*Formato para registro de datos de conductividad.*

Los pasos o actividades tenidas en cuenta para el desarrollo de la Prueba fueron:

1. Escoger un tramo preferiblemente que no tenga entradas ni salidas de agua.
2. Calcular el caudal de la fuente hídrica con el molinete. Si existen entradas debe medirse el caudal mínimo en dos puntos.
3. Preparar la sal mezclándola en un recipiente aproximadamente de 60 litros o balde utilizando agua de la Quebrada.
4. En el punto de medición, tomar una lectura de la conductividad de la Quebrada antes de verter la sal, y registrarlo en el formato.
5. Verter la sal al mismo tiempo en el punto inicial y dar la señal para que comience la medición.
6. En el punto de medición, registrar la conductividad de la quebrada cada 10, 15 o 20 segundos y anotar los datos en el formato de registro. Tomar registros hasta que la conductividad retorne nuevamente a su valor natural o inicial medido antes de adicionar la sal.

La Guía de Campo y Formato para el registro de datos diseñados, se pueden observar en el Anexo.

Para efectos del proyecto, es importante conocer la velocidad con que se desplaza la corriente de agua superficial para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas[14]:

$$U = \frac{x_2 - x_1}{\bar{t}_2 - \bar{t}_1}$$

Donde,

$U = velocidad\ de\ la\ corriente$

$x = dis\tan cia\ a\ cada\ punto\ de\ medición$

$\bar{t} = tiempo\ de\ viaje\ en\ cada\ punto$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1}\left(C_i t_i + C_{i+1} t_{i+1}\right)\left(t_{i+1} - t_i\right)}{\sum_{i=0}^{n-1}\left(C_i + C_{i+1}\right)\left(t_{i+1} - t_i\right)}$$

Donde,

$C = concentración\ del\ trazador$

$t = tiempo\ de\ medición\ de\ C$

Los datos obtenidos en campo y procesados mediante trabajo de escritorio, permitieron establecer como resultado final una gráfica sobre el comportamiento de la carga o mancha de sal adicionada, con respecto al tiempo transcurrido desde la primera hasta la última medición.

Sobre el Cauce Principal de la quebrada Honda se efectuaron el día 30 de Octubre de 2012, dos Pruebas de Trazadores efectuadas en dos tramos distintos, obteniendo las siguientes graficas:

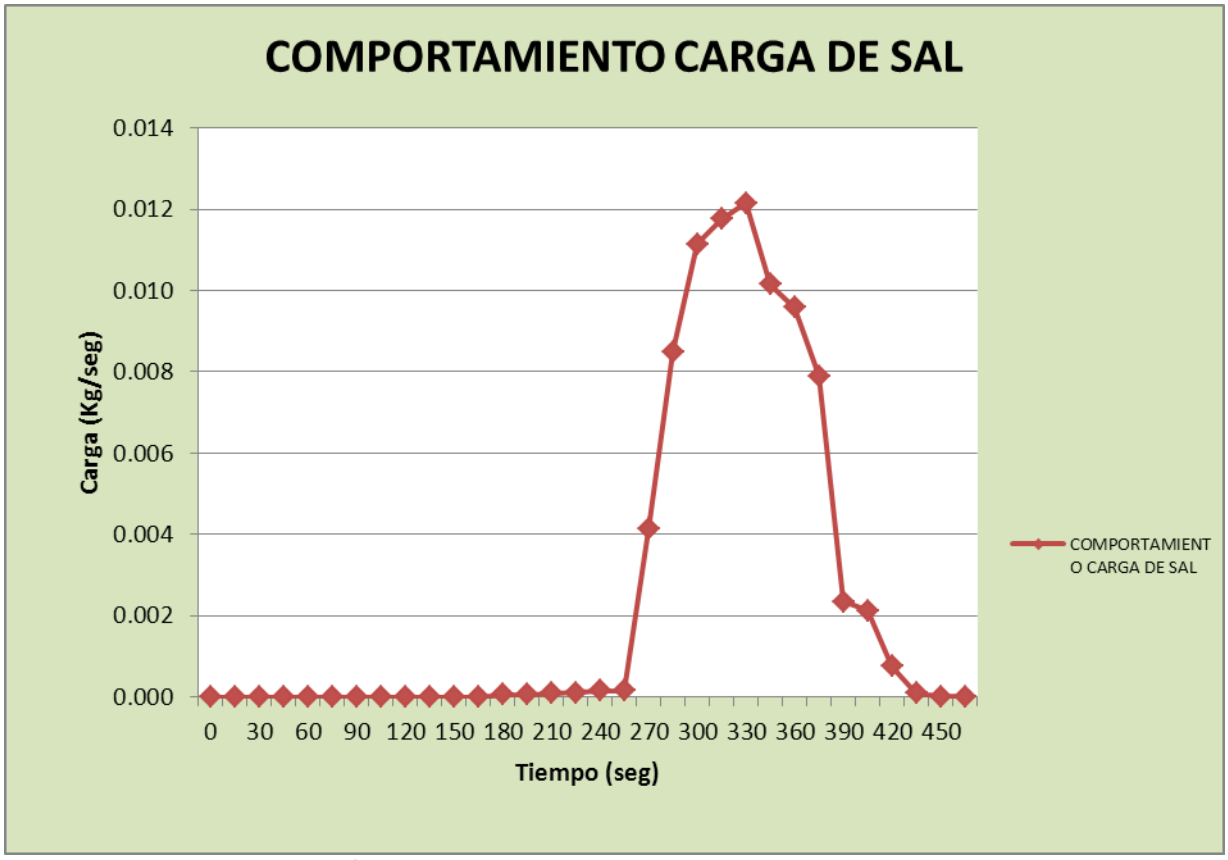
Prueba No. 1: a continuación se reporta los datos de la prueba de trazadores realizada sobre Quebrada Honda, antes de la bocatoma ubicada en la vereda San Vicente.

[14] CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2005). QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

Tabla 8. Información Prueba de Trazadores punto 1

FUENTE HIDRICA	UBICACION PUNTO DE MEDICION	FECHA PRUEBA	CANTIDAD DE SAL *Kg*	LONGITUD PARA MEDICION *mts*	DURACION DE LA PRUEBA *min*	CONDUCTIVIDAD INICIAL FUENTE *µS/cm*	CONCENTRACION INICIAL FUENTE mg/L
QUEBRADA HONDA	ANTES BOCATOMA ASOPANGUS	30-oct-12	10	100	15	49,7	26,56465

Grafica 28. Comportamiento Carga De Sal (ANTES BOCATOMA)

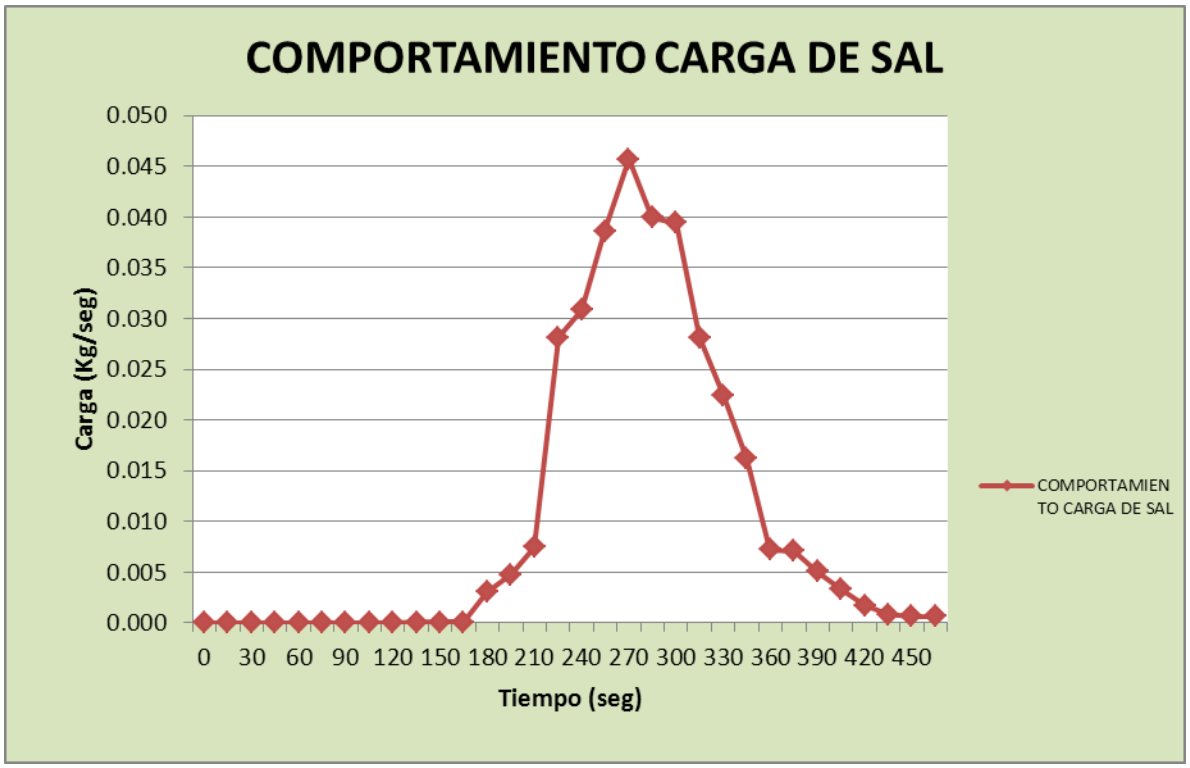


Prueba No. 2: a continuación se reporta los datos de la prueba de trazadores realizada sobre Quebrada Honda, después de la planta de beneficio mineral la victoria ubicada en la vereda San Francisco.

Tabla 9. Información Prueba de Trazadores punto 2

FUENTE HIDRICA	UBICACION PUNTO DE MEDICION	FECHA PRUEBA	CANTIDAD DE SAL *Kg*	LONGITUD PARA MEDICION *mts*	DURACION DE LA PRUEBA *min*	CONDUCTIVIDAD INICIAL FUENTE *µS/cm*
QUEBRADA HONDA	DESPUES MINA LA VICTORIA	30-oct-12	10	120	15	70,1

Grafica 29. Comportamiento Carga De Sal (DESPUES MINA VICTORIA)

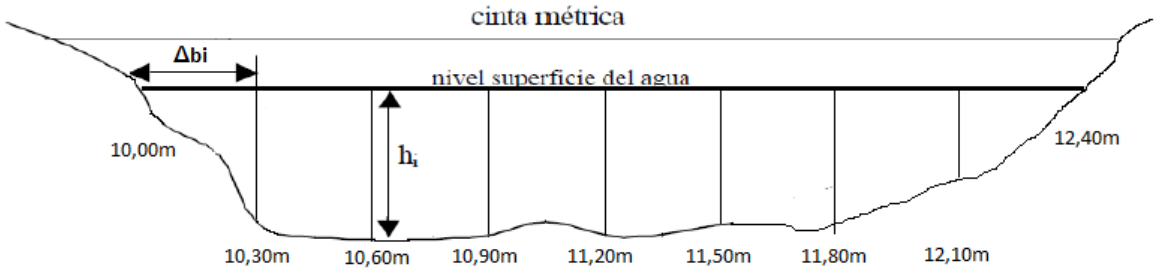


- Perfil Longitudinal: Corresponde a la gráfica que relaciona altura con distancia longitudinal del cauce principal de la quebrada Honda, desde su nacimiento a una elevación máxima de 2300 metros sobre el nivel del mar hasta su desembocadura al río Patía a una elevación mínima de 550 m.s.n.m. Permite establecer las pendientes de la corriente superficial en su recorrido de 17,3 kilómetros.

- Corte Transversal: Corresponde al gráfico de las secciones transversales o anchos típicos del cauce principal de la quebrada Honda en las estaciones o puntos donde se efectuaron las pruebas de trazadores.

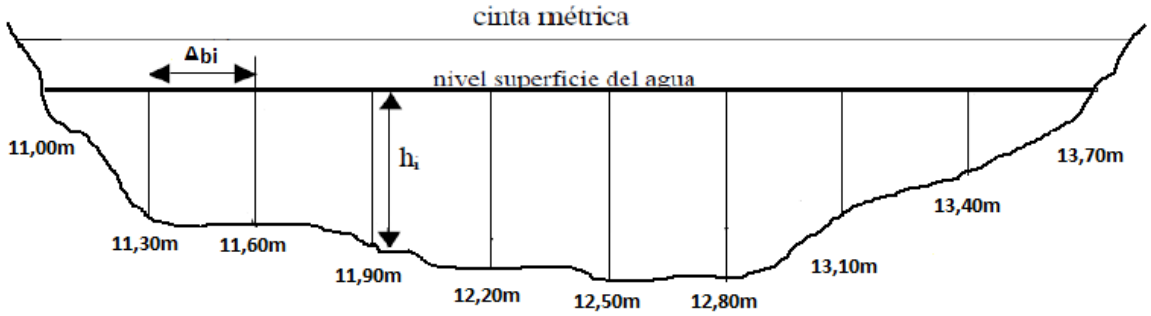
Grafica 30. Corte Transversal Cauce Principal

Quebrada Honda Aguas Arriba - Antes Bocatoma, Vereda San Vicente.



Δbi = Ancho de sección
hi = Profundidad total

Quebrada Honda Aguas Abajo – Mina La Victoria



Δbi = Ancho de sección
hi = Profundidad total

- Curva de Permanencia: tiene como objeto proporcionar informaciones de caudales asociados a escenarios de escasez y abundancia del recurso, lo cual influencia de una forma u otra las características de calidad de agua de la quebrada Honda.

La curva se construyó basada en datos históricos proporcionados por la Estación Hidrológica más cercana al área de influencia de la Quebrada objeto de ordenamiento, que para este caso fue la Estación Tanama No. 52047030; considerando que la Subcuenca Honda no está lo suficientemente instrumentada por lo que se optó por tomar esta estación que está ubicada en un área de condiciones similares.

Tabla 10. Valores Medios De Caudales (M^3/SEG)

ESTACIÓN IDEAM:	52047030 - TANAMA
FECHA DE INSTALACIÓN:	JULIO DE 1960
PERIODO DATOS:	1988 - 2010
VALORES TOTALES:	8012

MODELO QUAL2K: La selección del modelo "River and Stream Water Quality Model-Qual2Kw" versión 5.1 se efectuó considerando aspectos como:

- Definición del Problema a Estudiar.

- Características Generales del modelo de simulación: tipos de procesos, tipos de métodos de solución, tipo de cuerpo de agua, dimensión, Estado, tipo de transporte y tipo de cuenca, principalmente.

- Capacidad Técnica y Económica del equipo desarrollador: Entrenamiento necesario, manuales de usuario disponibles, facilidad de modificación del código fuente, antecedentes de aplicación en regiones similares y costo, entre otros.

- Capacidad de simulación de los parámetros básicos de calidad de agua como oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, ciclo del nitrógeno y del fósforo, principalmente, además de tener en cuenta la reducción de la concentración de contaminantes por el efecto de entradas de flujo al cauce principal.

- Flexibilidad, es decir, poder adaptarse a las condiciones de diferentes corrientes, puesto que sería algo no viable económica y técnicamente utilizar un modelo de simulación diferente para cada corriente.

- Antecedentes de aplicabilidad, lo que significa que haya sido implementado con éxito en otras regiones con características similares.

- Simplicidad en su ejecución y precisión en sus resultados; un modelo con entrada de datos o procesos más complejos, necesariamente no es más preciso.

- Viabilidad Económica. No se justifica hacer una gran inversión cuando los resultados finales no ofrecen una sustancial mejora con respecto a su precisión.

- Congruencia con la información de entrada disponible y tener la capacidad de aprovechar la información actual e histórica de tipo climatológica, hidrológica y de calidad de aguas[15].

7.9.3 Características generales del modelo:

Dentro de las principales características del modelo Qual2K se encuentran:

- Modelación unidimensional (en dirección del flujo de la corriente).
- El cauce o canal es considerado vertical y horizontalmente bien mezclado.
- Qual2Kw Funciona bajo condiciones hidráulicas en estado estacionario y el flujo es simulado bajo condiciones estacionarias no uniformes.
- Qual2Kw simula sistemas hídricos de tipo dendrítico, es decir; aquellos donde la simulación se extiende no solo a la corriente principal, sino también a corrientes tributarias.
- El modelo simula los siguientes parámetros: Conductividad, Sólidos Suspendidos Inorgánicos, Oxígeno Disuelto, DBO rápida, DBO lenta, Nitrógeno Orgánico Disuelto, Nitrógeno Amoniacal, Nitratos, Fósforo Orgánico Disuelto, Fósforo Inorgánico, Fitoplancton (algas en el seno de la corriente), Detritus(Materia Orgánica Particulada), Patógenos, Alcalinidad, Carbono Orgánico Total, Algas de fondo, pH, Temperatura, Caudal y sustancias de interés sanitario.
- El modelo acepta entradas puntuales y no puntuales de cargas contaminantes y caudales.
- El programa ha sido desarrollado en ambiente Windows mediante, los cálculos de tipo numérico son programados en Fortran 90. Para la interfaz gráfica se utiliza Excel y todas las operaciones con el usuario se efectúa bajo Microsoft Office macro language: Visual Basic For Applications.
- La corriente es representada como una sucesión de pequeños tramos o segmentos llamados elementos computacionales, a través de los cuales se efectúan los correspondientes balances de masa, flujo y calor, que finalmente se traducen en curvas que muestran la variación de los parámetros modelados a lo largo de la corriente. Dichos elementos computacionales pueden ser de tamaños distintos.
- Qual2Kw utiliza dos formas para representar el carbono orgánico, siendo éstas: DBO rápida (o materia orgánica degradable rápidamente) y DBO lenta (o materia orgánica degradable lentamente).

[15] LOZANO G.,ZAPATA, M.A. y PEÑA, L.E (2003). Selección del Modelo de Simulación de Calidad de Agua en el Proyecto “Modelación de Corrientes hídricas Superficiales en el Departamento del Quindío”. CIDERA Grupo de Investigación, desarrollo y estudio del recurso hídrico y el ambiente, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

- Qual2Kw simula condiciones de anoxia reduciendo a cero las tasas de oxidación. Bajo estas condiciones la denitrificación es modelada como una reacción de primer orden lo cual llega a ser un proceso importante.

- Tiene en cuenta las interacciones entre los sedimentos y el agua. De esta forma el flujo de oxígeno disuelto y nutrientes entre ambas fases es simulado como una función de factores tales como: la velocidad de sedimentación de las partículas orgánicas, las reacciones dentro de los sedimentos y la concentración de componentes en el agua.

- El modelo simula explícitamente la influencia de las algas de fondo.

- La extinción de la luz en la corriente es simulada como una función de la concentración de algas, detritus y material inorgánico.

- El pH de la corriente superficial es calculado con base en la cantidad de alcalinidad y de carbono inorgánico total disponible a través de la corriente.

- La remoción de patógenos es determinado como una función de la temperatura, la luz y la sedimentación[16]

- Abstracciones conceptuales del modelo:

A continuación se describen los principales elementos conceptuales referidos a la representación de corrientes y a los procesos desarrollados en ellas.

- *Configuración de Corrientes y Segmentación:* Una corriente hídrica superficial mediante el modelo de calidad de aguas Qual2k es representada por una serie de tramos sucesivos denominados elementos computacionales, los cuales se caracterizan por comportarse como reactores completamente mezclados que están unidos unos a otros por medio de fenómenos asociados al transporte de solutos.

La unión de dichos elementos computacionales considerando similitud hidráulica entre ellos dan origen a la conformación de tramos, los cuales son segmentos de un orden de magnitud mayor al de los elementos computacionales y los cuales tiene como función diferenciar ciertos sectores de la corriente con el fin de identificar las diferencias que puede haber en cada uno de ellos.

- *Balance De Flujo:* El modelo Qual2Kw trabaja bajo régimen estacionario, o sea que el flujo entrante y saliente en cada uno de los elementos computacionales en análisis se mantiene constante a través del tiempo. El modelo conceptual de dicho balance es representado mediante un esquema.

[16] CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

El tiempo de viaje por su parte es determinado con base en la sumatoria de los tiempos de residencia del flujo en cada uno de los elementos computacionales definidos a lo largo de la corriente, lo cual es representado mediante las siguientes ecuaciones:

$$\tau_k = \frac{V_k}{Q_k} \qquad t_{t,j} = \sum_{k=1}^{j} \tau_k$$

Donde,

ζ_k =Tiempo de Residencia de cada elemento; V_k =Volumen de Cada Elemento (m^3); Q_k=*Caudal en cada elemento (m^3/s);* $t_{t,j}$ = Tiempo de Viaje de la Corriente (d).

Figura 49: Configuración de Corrientes Hídricas Superficiales

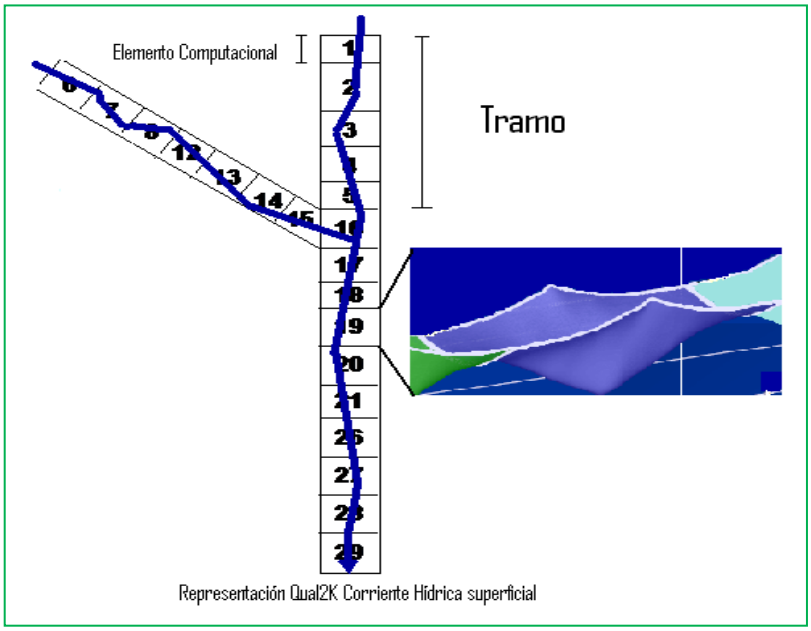
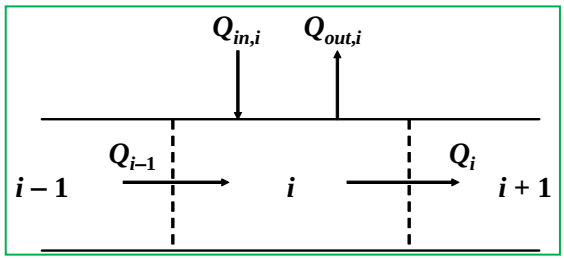


Figura 50. Esquema de Balance de Flujo



En donde,

Qi: Caudal de Salida del Elemento computacional; Qi-1: Caudal de Entrada del Elemento Computacional; Qin,i:Entrada de Caudal neto lateral por fuentes puntuales y difusas; Qout,i: Salida de Caudal neto lateral por Fuentes puntuales y difusas.

- *Características Hidráulicas:*

Las características hidráulicas del sistema están asociadas a como el Qual2K una vez realizado el balance de flujo hace para calcular el tirante y la velocidad en los elementos computacionales. Este modelo tiene tres formas posibles entre las cueles se encuentran: Vertederos, Curvas de relación y las ecuaciones de Manning. Las principales ecuaciones que rigen este comportamiento hidráulico son:

Curvas de Relación

$$U = aQ^b \qquad\qquad H = \alpha Q^{\beta}$$

Donde *a, b,* α *y* β son constantes empíricas, *H* es la profundidad media de la corriente y *U* la velocidad media de la misma.

Ecuaciones de Manning

$$Q = \frac{S_0^{1/2}}{n}\frac{A_c^{5/3}}{P^{2/3}}$$

$$A_c = \left[B_0 + 0.5(s_{s1} + s_{s2})H\right]H$$

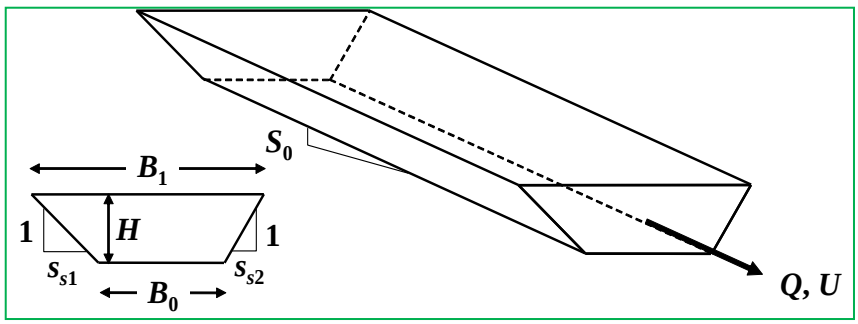
$$P = B_0 + H\sqrt{s_{s1}^2 + 1} + H\sqrt{s_{s2}^2 + 1}$$

En donde,

Q: Caudal; Ac: Área Transversal; P: Perímetro Mojado; So: Pendiente Longitudinal, B1: Ancho Superficial; H: Tirante; Ss: Pendiente de talud

Tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 51. Esquema de Variables de la ecuación de Manning



Con respecto a la dispersión longitudinal entre elementos el modelo da la posibilidad de ingresar valores estimados previamente, en caso de que no sean incorporados dichos valores el Qual2Kw asume o lo calcula con base en la siguiente expresión:

$$E_{p,i} = 0.011 \frac{U_i^2 B_i^2}{H_i U_i^*}$$

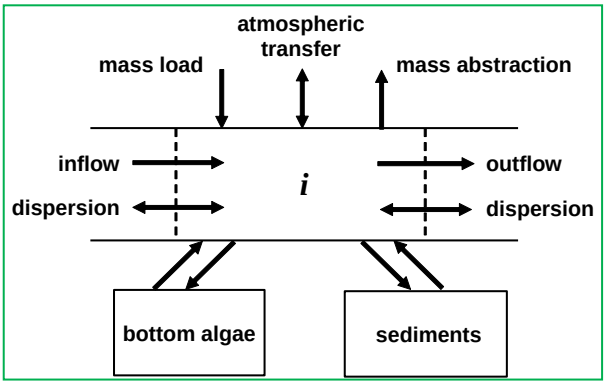
La cual fue desarrollada por Fisher en 1979, en donde:

$E_{p,i}$ = Dispersión Longitudinal entre elementos; U_i = Velocidad (m/s); B_i = Ancho superficial (m); H_i = Tirante medio (m); U_i^* = Velocidad de Corte (m/s).

- *Balance de Masa:*

El balance de Masa planteado por el Qual2K trabaja con la unidad fundamental denominada "elemento computacional", el modelo considera la siguiente ecuación general de balance para cada constituyente, el cual involucra los fenómenos de transporte (difusión, advección, dispersión), consumo o generación de constituyentes por reacciones químicas o bioquímicas y la generación o pérdida de nutrientes por fuentes externas o internas (descargas puntuales, captaciones y sedimentación, entre otros.). El modelo conceptual planteado se refleja mediante la siguiente figura.

Figura 52. Esquema de Balance de Masa



Siendo,

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\partial (A_x D_L \partial C / \partial x)}{\partial_x} d_x - \frac{\partial (A_x u C)}{\partial x} d_x + \frac{(A_x d_x) dC}{dt} + Si$$

En donde,

M: masa; x: distancia; t: tiempo; C: concentración; Ax: área transversal; DL: coeficiente de dispersión; u: velocidad media; Si: fuentes o sumideros.

Considerando que la Masa es igual a la concentración por el volumen y que el modelo asume que la corriente posee un flujo en estado estacionario, entonces la ecuación (10) se convierte en:

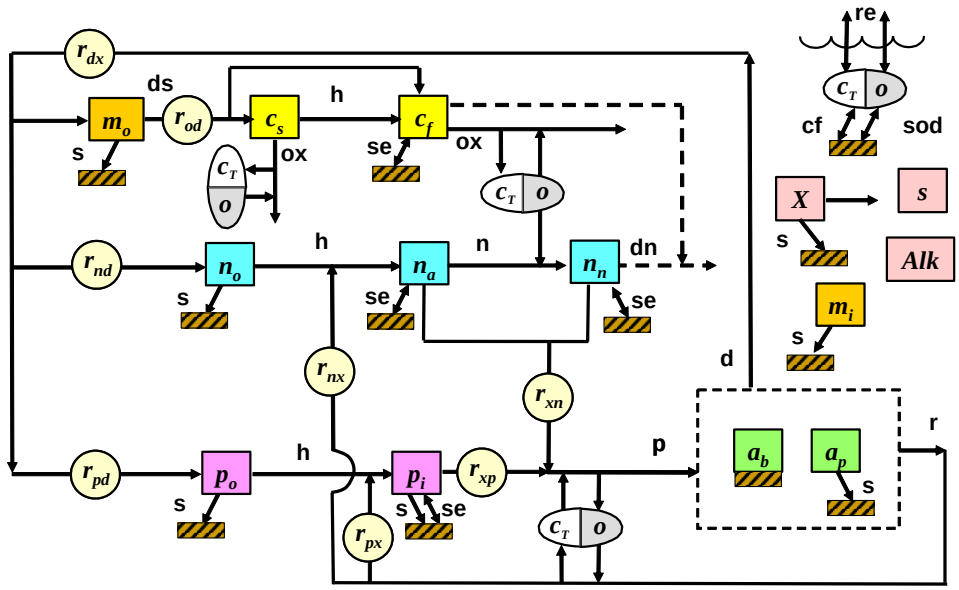
$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial (A_x D_L \partial C / \partial x)}{A_x \partial x} - \frac{\partial (A_x u C)}{A_x \partial x} + \frac{dC}{dt} + \frac{Si}{V}$$

En donde,

El término de la izquierda representa el cambio de la concentración a través de la corriente y los términos de la derecha representan la dispersión, advección, la variación de la concentración por reacciones bioquímicas y el aporte o pérdida por fuentes o sumideros respectivamente.

La variabilidad de la concentración por reacciones bioquímicas y la entrada y salida de los diferentes constituyentes son representados mediante la siguiente figura, en el esquema se puede apreciar los diferentes procesos asociados a la materia Orgánica, el ciclo del nitrógeno y fósforo principalmente[17] .

Figura 53. Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos



En donde, entre los procesos cinéticos se encuentran:

[17] CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

ds: disolución; h: Hidrólisis; ox: Oxidación; n: Nitrificación; dn: Denitrificación; p: Fotosíntesis; d: Muerte; r: Respiración, Excreción. Entre los procesos de transferencia de masa se consideran: re: Reaireación; s: Sedimentación, SOD: Demanda de Oxigeno por Sedimentos; se: Intercambio de sedimentos; cf: Flujo de Carbono Inorgánico de los sedimentos.

- Entradas del modelo:

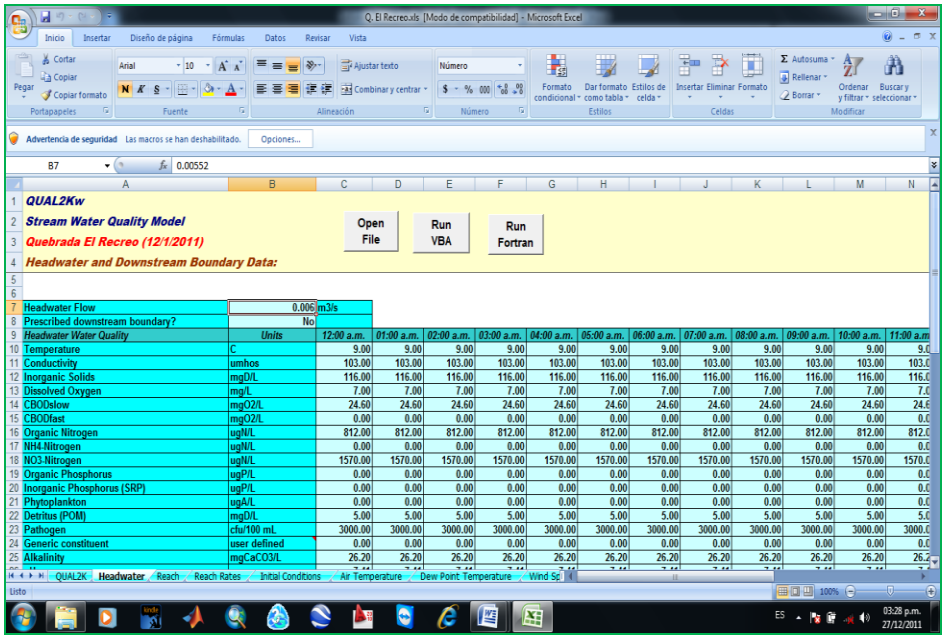
La simulación de la corriente superficial exige la incorporación de información confiable al modelo, con el fin de que las diferentes salidas se aproximen con lo que se requiera representar.

Entre las principales entradas contempladas en el software, se encuentran: Condiciones aguas arribas del tramo o los tramos a simular, características físicas e hidráulicas de la corriente, constantes de reacción físicas y químicas, y datos correspondientes al aporte y abstracción de diferentes fuentes sobre la corriente principal, entre las cuales se contemplan las descargas tanto puntuales como difusas sobre dicha corriente.

- *Condiciones aguas arriba del tramo a simular:*

Dentro de las condiciones aguas arriba del tramo o tramos a simular se contempla el caudal y las características físico-químicas del agua de la corriente superficial en el punto inicial de los tramos en consideración, tal como se muestra en la figura siguiente.

Figura 54. Ejemplo Hoja De Cálculo Condiciones Fisicoquímicas y Microbiológicas Iniciales



- *Características físicas e hidráulicas de la corriente:*

Dentro de este ítem se contempla la incorporación de información relacionada con la determinación de tramos, longitud y cota de los diferentes elementos computacionales, caracterización hidráulica de cada elemento utilizando las curvas de relación "velocidad media Vs. Caudal" y "Profundidad media Vs. Caudal o las relaciones de Manning dependiendo el caso.

Figura 55. Ejemplo Hoja De Cálculo De Posición y Elevación De Elementos Computacionales

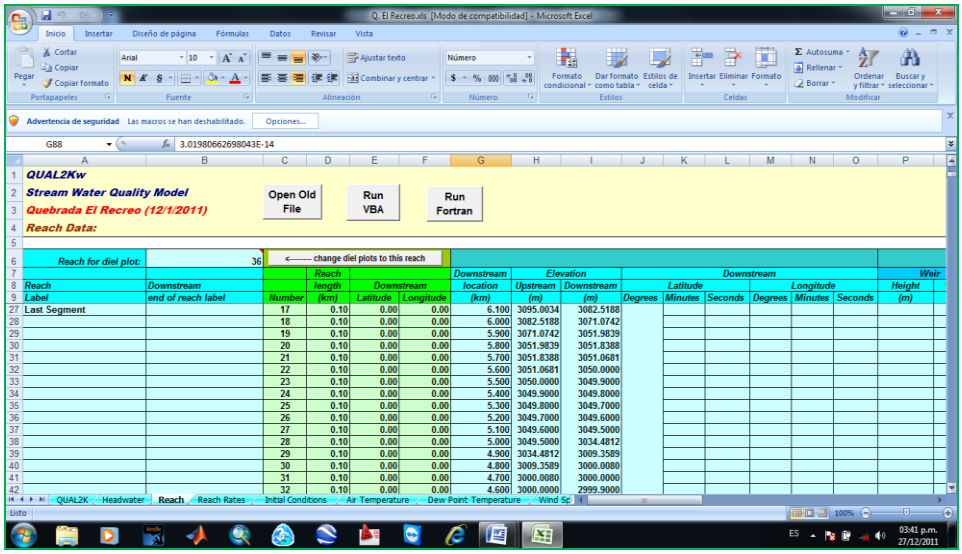
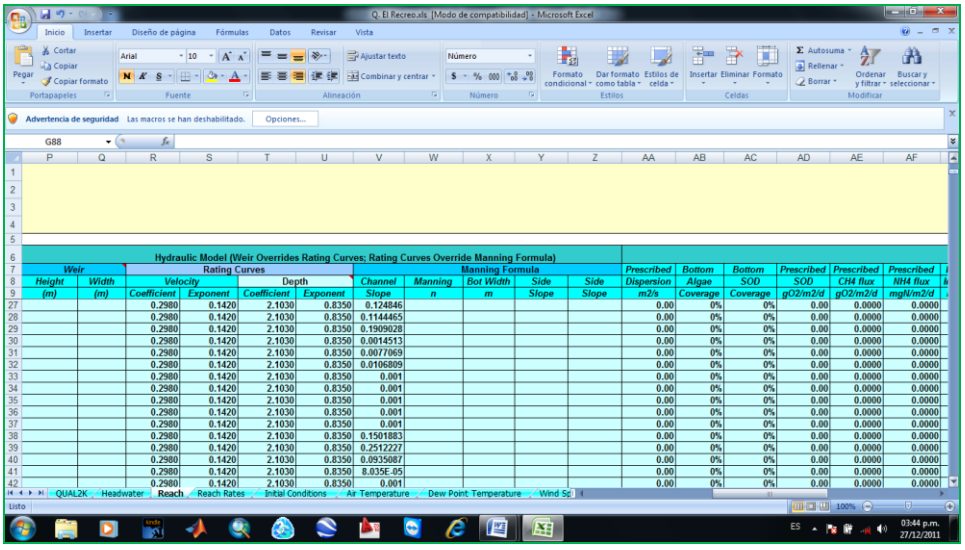


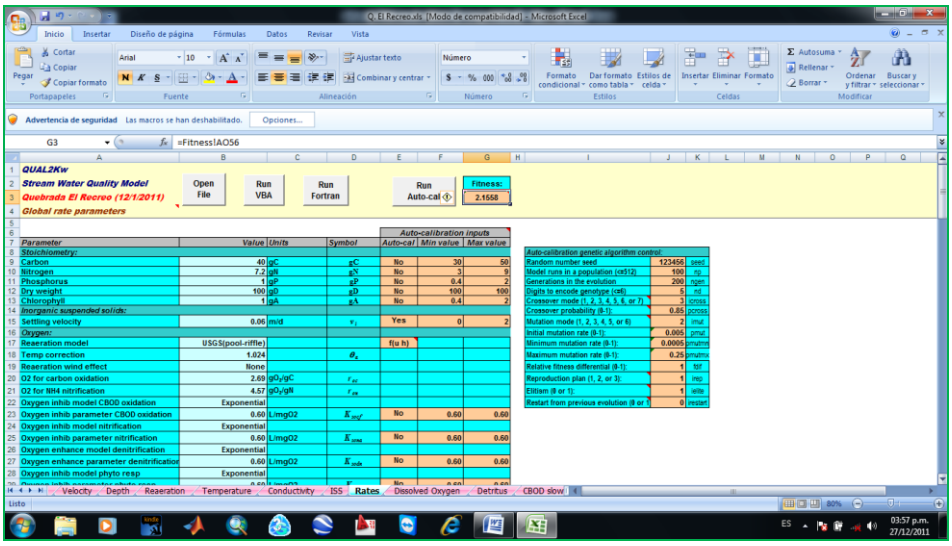
Figura 56. Ejemplo Hoja De Cálculo De Parámetros Hidráulicos De La Corriente



- *Constantes de reacción físicas y químicas:*

Como datos de entrada al modelo se incluye los valores correspondientes a las tasas de degradación o aparición de diferentes componentes, producto de las diferentes reacciones dadas en el proceso, lo cual es representado por medio de diferentes coeficientes tales como: reaireación, oxidación e hidrólisis de la materia orgánica, hidrólisis de Nitrógeno orgánico, oxidación de nitrógeno amoniacal, denitrificación, hidrólisis de Fósforo Orgánico, disolución de Detritus y decaimiento de patógenos principalmente.

Figura 57. Ejemplo Hoja De Cálculo De Constantes Cinéticas



- *Aporte y abstracción de fuentes:*

Los diferentes aportes o abstracciones sobre la corriente a simular pueden ser puntuales o difusos. En los aportes y abstracciones puntuales se especifica principalmente el sitio exacto donde esto ocurre y las características físico-químicas de dichas entradas o salidas, tales como: bocatomas, quebradas, entre otras.

Por otra parte las descargas o abstracciones difusas son las aportadas o abstraídas a lo largo de la corriente sin tener en cuenta un punto específico, esto puede ocurrir por que la entrada o salida se da naturalmente de esta forma o porque existe un gran cantidad de pequeñas descargas que no pueden caracterizarse una a una, siendo necesario representarlas como una fuente difusa a lo largo de un tramo en la corriente superficial. Para este tipo de descargas como dato de entrada debe especificarse la longitud en la cual ocurre y las características físico-químicas de las mismas, tal como se muestra en las figuras siguientes.

Figura 58. Ejemplo Hoja De Cálculo Descargas Puntuales

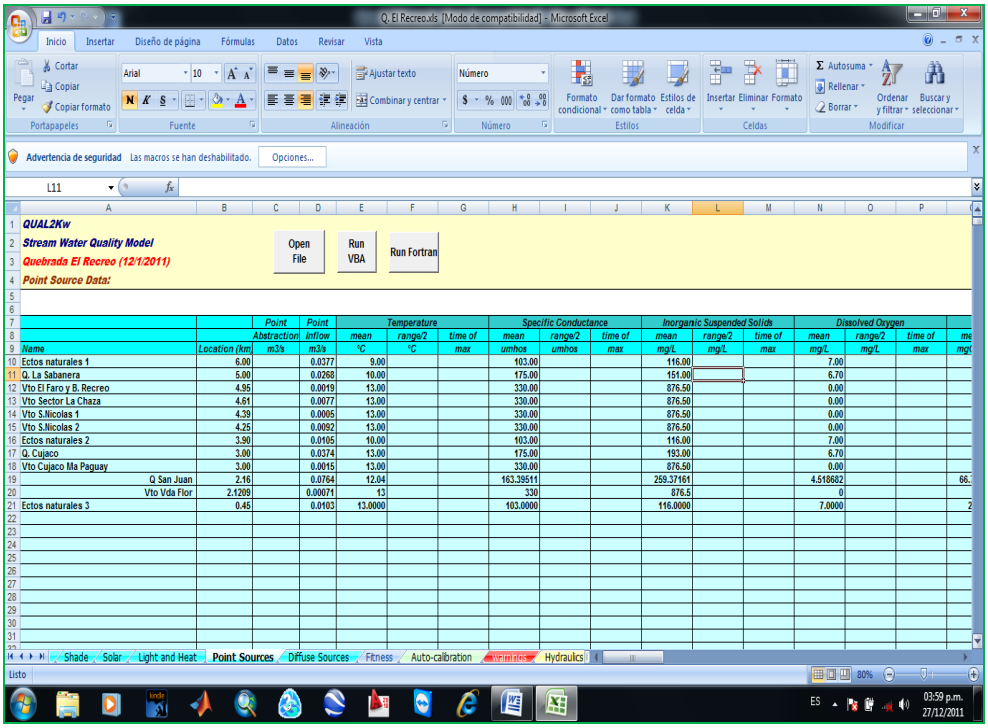
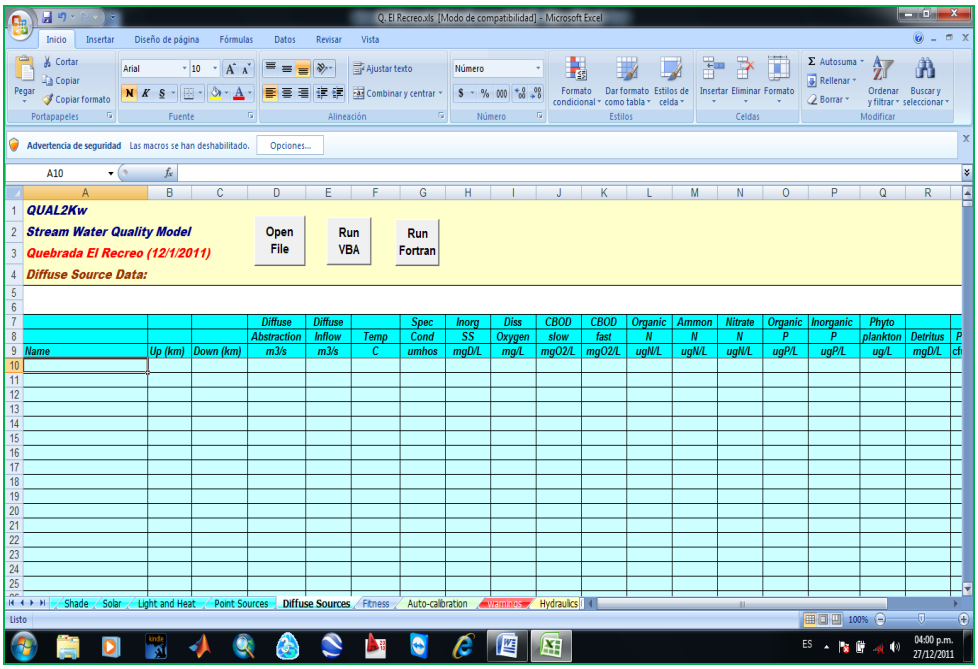


Figura 59. Ejemplo Hoja De Cálculo Descargas Difusas



7.9.4 Salidas del modelo

Una vez incorporada la información de entrada al modelo y realizado su respectivo procesamiento, el software reporta un registro de resultados, el cual se encuentra en forma gráfica y numérica. Para fines de visualización y comprensión de los fenómenos se utiliza con mayor frecuencia los reportes gráficos, los cuales especifican la concentración de los diferentes variables a lo largo de la corriente en cuestión.

7.9.5 Relaciones hidráulicas en los elementos computacionales

Como anteriormente se mencionó, el modelo unidimensional Qual2kw representa una corriente hídrica superficial como una serie de elementos computacionales, los cuales transfieren información relacionada con el flujo en forma consecutiva, lo cual es descrito por variables tales como la velocidad y el tirante, entre otros.

Para efectos de la implementación del modelo de calidad de agua en la corriente, las características o relaciones hidráulicas que definen dicho comportamiento son las curvas de relación, ya que el análisis a través de la corriente se lo hace sobre secciones irregulares y por medio de la selección de sitios representativos para posteriormente extrapolar estas condiciones a lo largo de toda la quebrada.

Dentro de las curvas de relación los parámetros a estimar corresponden a los coeficientes y exponentes de las relaciones profundidad media Vs. Caudal y de velocidad media Vs. Caudal, tal como se muestra en la ecuación 4 y ecuación 5 del presente informe. Los valores estimados para los diferentes sitios estudiados son mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 11. Coeficientes Hidráulicos Quebrada Honda

Sitio	H-Q		V-Q	
	A	**β**	**a**	**B**
Parte Alta-Bocatoma Asopangus	0.486	0.208	0.738	0.641
Parte Baja-Mina La Victoria	0.332	0.605	1.531	0.856

7.9.5 Calidad de agua de Afluentes

A continuación se presentan la información concerniente a la calidad de agua de los principales afluentes o tributarios de la corriente objeto de la simulación.

Tabla 12. Calidad de agua afluentes Quebrada Honda

	Caudal	Temp	pH	Conduct.	S. Totales	S. Disueltos	S. Suspend.	S. Suspend. Volátiles	Alcal Total	Nitratos	P Total	NTK	OD	DBO	DQO	Coli Total	E- Coli	Cobalto	Zinc	Plomo	Hierro
Afluentes	LPS	°C	unid	us/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg CaCO3/l	mg N-NO3/l	mg PO4/l	mg N/l	mg O2/l	mg O2/l	mg O2/l	UFC/100ml	UFC/100ml	Espectof	mg Zn/ l	mg Pb/ l	mg Fe/ l
QUEBRADA OSPINO	24.15	15	6.8	50	25	23	10	0.1	15	0.2	0.5	0.1	7.3	2	20	200	100	0.01	0.018	ND	0.2
QUEBRADA PEÑA	14.2	16	6.7	47	30	28	10	0.1	17	0.2	0.5	0.1	7.1	2	20	200	100	0.01	0.018	ND	0.2
QUEBRADA BOQUERON	12.11	16	6.7	55	30	28	10	0.1	17	0.2	0.5	0.1	7.5	2	20	200	100	0.01	0.018	ND	1.2
AFLUENTE NATURAL	9.5	17	6.7	55	30	28	10	0.1	17	0.2	0.5	0.1	7.5	2	20	200	100	0.01	0.018	ND	2.2
MINA LA GUALCONDA	0.6	18	6.6	40	32.63	30.5	15	10	18	0.2	0.5	0.1	7	2	20	0	0	0.04	0.02	0.06	3
MINA LA VICTORIA	0.6	18	6.6	40	32.63	30.5	15	10	18	0.2	0.5	0.1	7	2	20	0	0	0.04	0.02	0.06	3
MINA LA NUEVA ESPARTA	0.6	18	6.6	40	70.5	30.5	15	10	18	0.2	0.5	0.1	7	2	20	0	0	0.04	0.02	0.06	3
AFLUENTE NATURAL	17	17	6.7	55	30	28	10	0.1	17	0.2	0.5	0.1	7.5	2	20	200	100	0.01	0.018	ND	2.2
QUEBRADA NACEDERO	25	18	6.5	65	150	80	50	25	30	0.3	0.5	2	6.7	20	40	4000	2000	0.02	0.018	0.03	0.2

7.9.6 Calidad de agua de puntos sobre río (Datos de Calibración)

Para la calibración del modelo se utilizó información de calidad de agua de diferentes puntos distribuidos a lo largo de la corriente, ver la siguiente tabla.

Tabla 13. Calidad de agua en diferentes puntos de la quebrada Honda

	Caudal	Temp	pH	Conduct.	S. Totales	S. Disueltos	S. Suspend.	S. Suspend. Volátiles	Alcal Total	Nitratos	P Total	NTK	OD	DBO	DQO	Coli Total	E- Coli	Cobalto	Zinc	Plomo	Hierro
Sobre rio	LPS	°C	unid	us/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg CaCO3/l	mg N-NO3/l	mg PO4/l	mg N/l	mg O2/l	mg O2/l	mg O2/l	UFC/100ml	UFC/100ml	Espectof	mg Zn/ l	mg Pb/ l	mg Fe/ l
QUEBRADA HONDA ANTES BOCATOMA	144.327	15.7	6.72	49.6	48	47	10	0.67	19.6	0.2	0.28	2	7	2	20	3500	100	0.02	0.02	0.02	0.45
QUEBRADA HONDA DESPUES BOCATOMA PUENTE LA PLANADA	190.5	18	6.72	55.4	70	66.8	10	1.33	21.6	0.2	0.5	0.336	8.1	2	20	2500	100	0.01	0.018	ND	0.2
QUEBRADA HONDA ANTES MINA LA GUALCONDA	204.291	18.6	6.75	69.9	57	44	13	3	28.4	0.2	0.5	0.5	8.4	2	20	5000	200	0.01	0.018	ND	0.85
QUEBRADA HONDA DESPUES MINA LA VICTORIA	212.291	18.8	6.76	68.9	82	77.4	10	1	28.4	0.2	0.5	0.28	7.7	2	20	5200	100	0	0.018	ND	0.51
QUEBRADA HONDA DESPUES MINA LA NUEVA ESPARTA	223.365	18.1	6.74	74.3	82	80.3	10	1	28.4	0.2	0.5	0.22	8.05	2	20	7200	200	0.02	0.018	ND	1.12
QUEBRADA HONDA DESPUES QUEBRADA NACEDERO	248.981	18.2	6.73	88.8	105	67.4	37.6	5.2	34.4	0.2	0.5	0.17	8	2	20	9800	1700	0	0.018	ND	2.12

7.9.7 Constantes de Reacción

Los valores de las constantes de reacción fueron determinados mediante el proceso de ensayo y Error. En general el procedimiento consistió en hallar primero el valor de las constantes de reaireación y de degradación Carbonácea mediante comparación de las curvas establecidas por el modelo y los valores establecidos con los puntos de calibración. Posteriormente se determinó el valor de las constantes relacionadas con los diferentes estados del nitrógeno, lo cual involucra el paso del Nitrógeno Orgánico a Nitrógeno Amoniacal, este a su vez a Nitritos y Nitratos, entre otras. Los valores encontrados fueron:

Modelo de Reaireación: Owens & Gibbs
Constante de Hidrolisis de la DBO lenta: 0.2 d-1
Constante de Oxidación de la DBO lenta: 0.2 d-1
Constante de Oxidación de la DBO rápida: 2 d-1
Constante de Hidrólisis de Nitrógeno Orgánico a NH3: 0.1 d-1
Constante de Nitrificaciónl: 0.3 d-1
Constante de Denitrificación: 0.1 d-1
Constante de Hidrólisis de Fósforo Orgánico: 0.03 d-1
Constante de Disolución de Detritus: 0.01 d-1
Constante de Decaimiento de patógenos: 0.1 d-1

7.9.8 Resultados de Calibración

A continuación en las siguientes figuras se presentan los principales resultados del proceso de calibración del modelo. Las variables presentadas son: Caudal (m3/s), pH, temperatura, conductividad, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, materia orgánica de rápida degradación, materia orgánica de lenta degradación, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitratos, fosforo orgánico y coliformes totales.

Figura 60. Resultado de Calibración de Caudal quebrada Honda- modelo Qual2kw

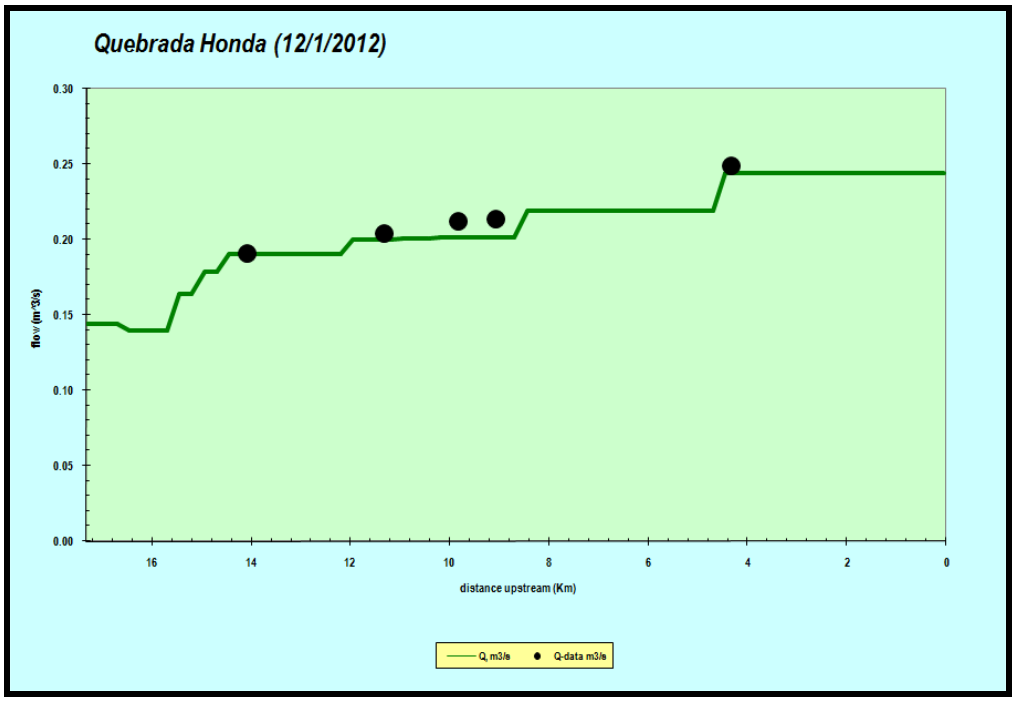


Figura 61. Resultado de Calibración de pH quebrada Honda- modelo Qual2kw.

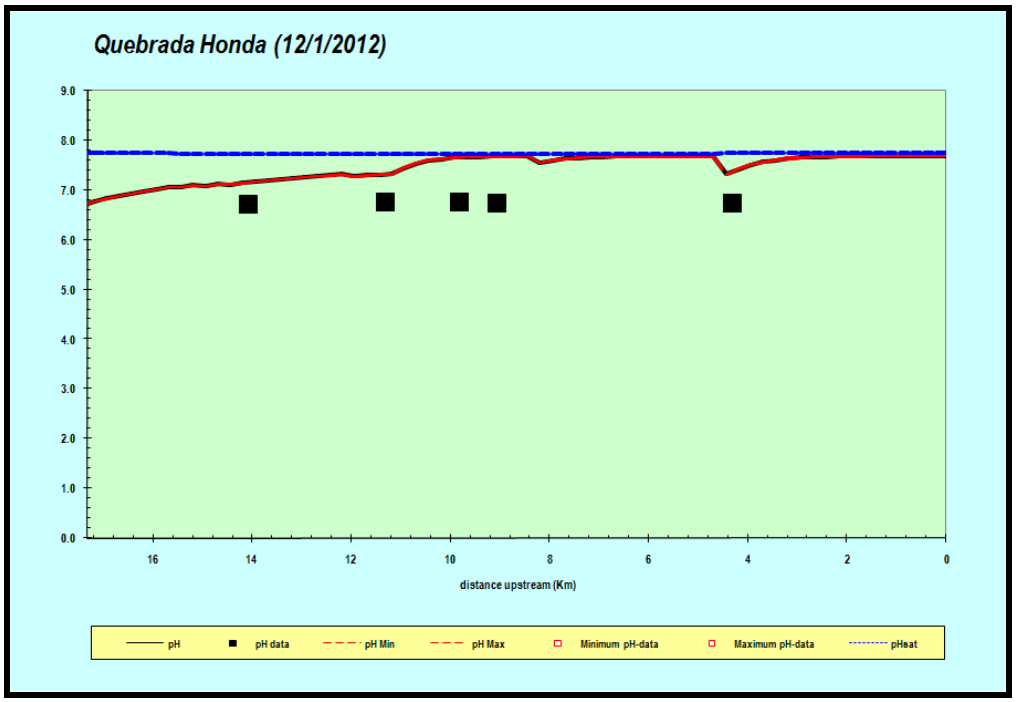


Figura 62. Resultado de Calibración de Temperatura quebrada Honda- modelo Qual2kw.

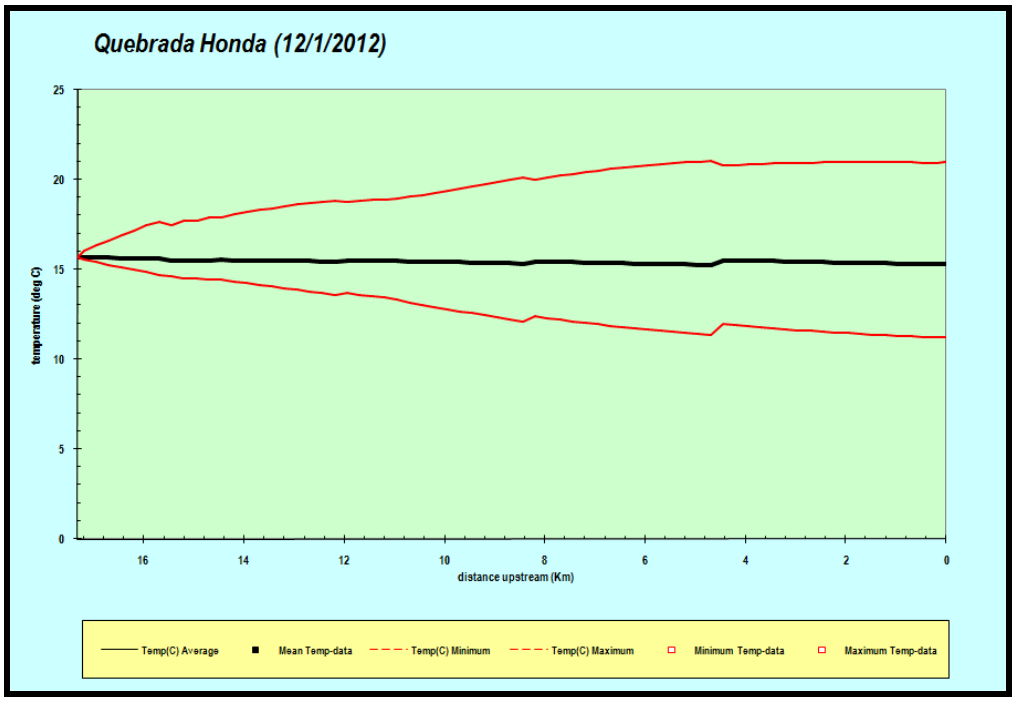


Figura 63. Resultado de Calibración de Conductividad quebrada Honda- modelo Qual2kw.

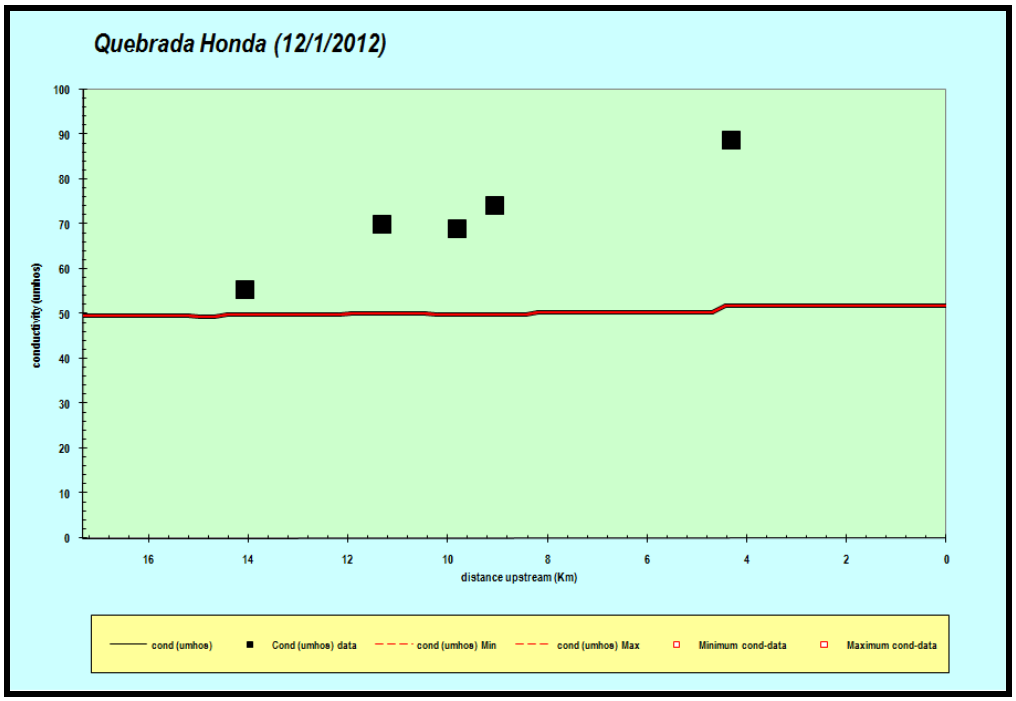


Figura 64. Resultado de Calibración de SST quebrada Honda- modelo Qual2kw.

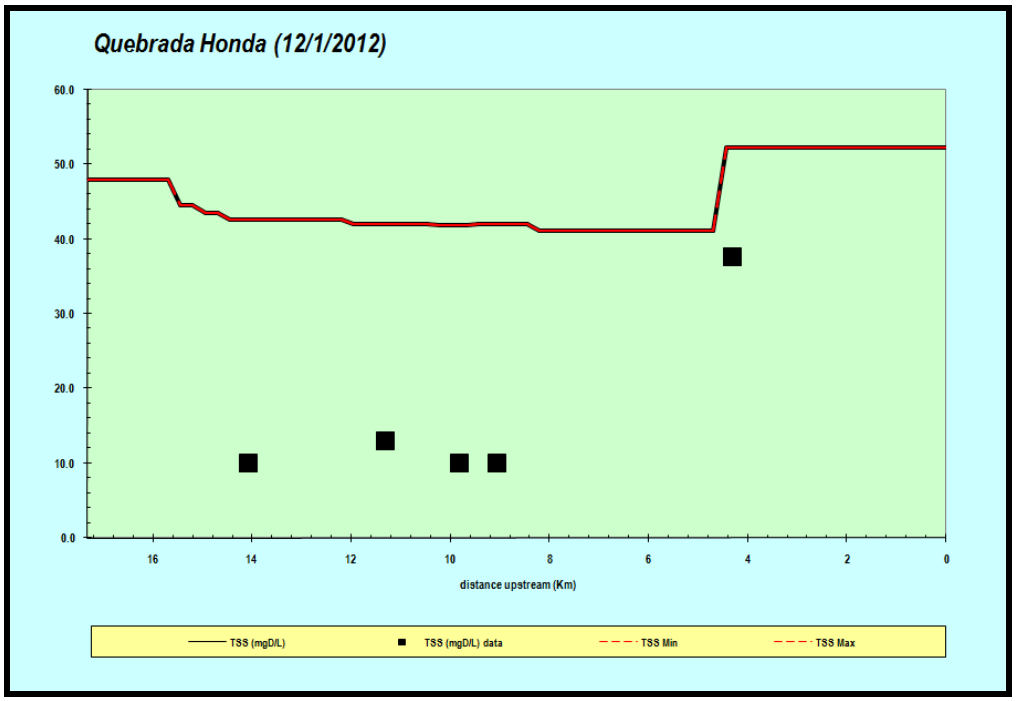


Figura 65. Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto quebrada Honda- modelo Qual2kw.

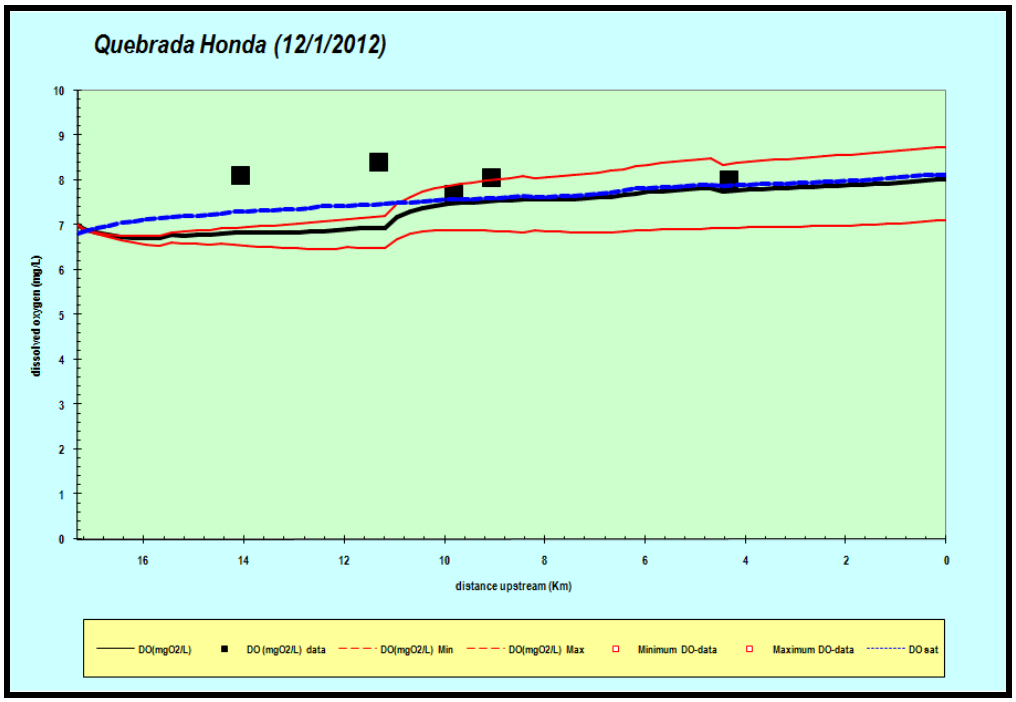


Figura 66. Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación quebrada Honda- modelo Qual2kw.

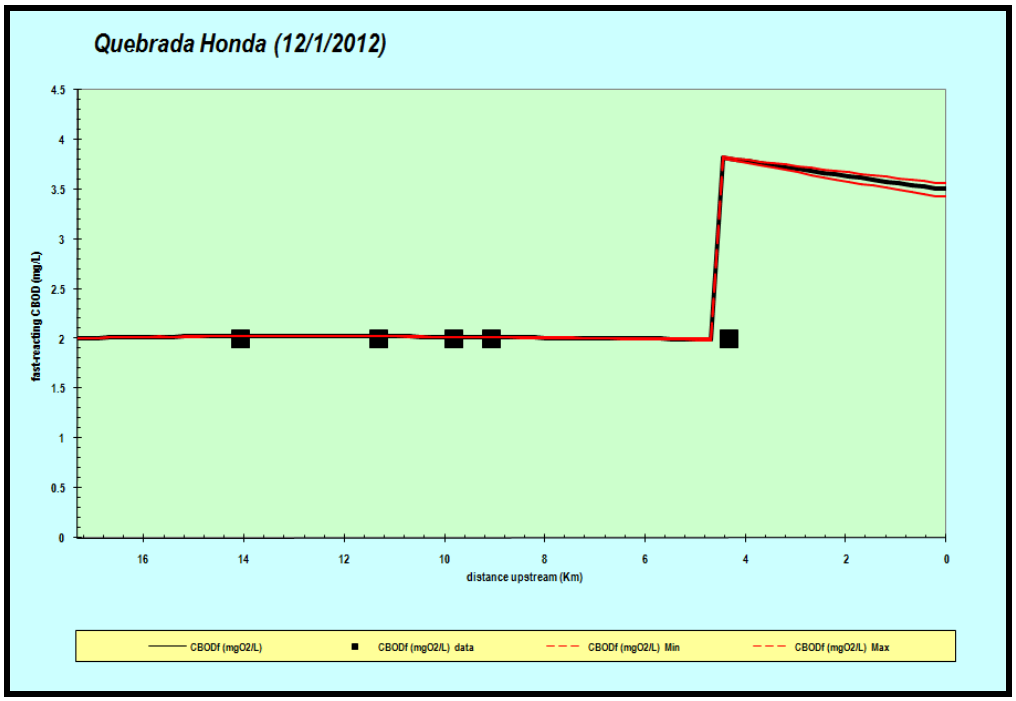


Figura 67. Resultado de Calibración de la materia orgánica de lenta degradación quebrada Honda- modelo Qual2kw.

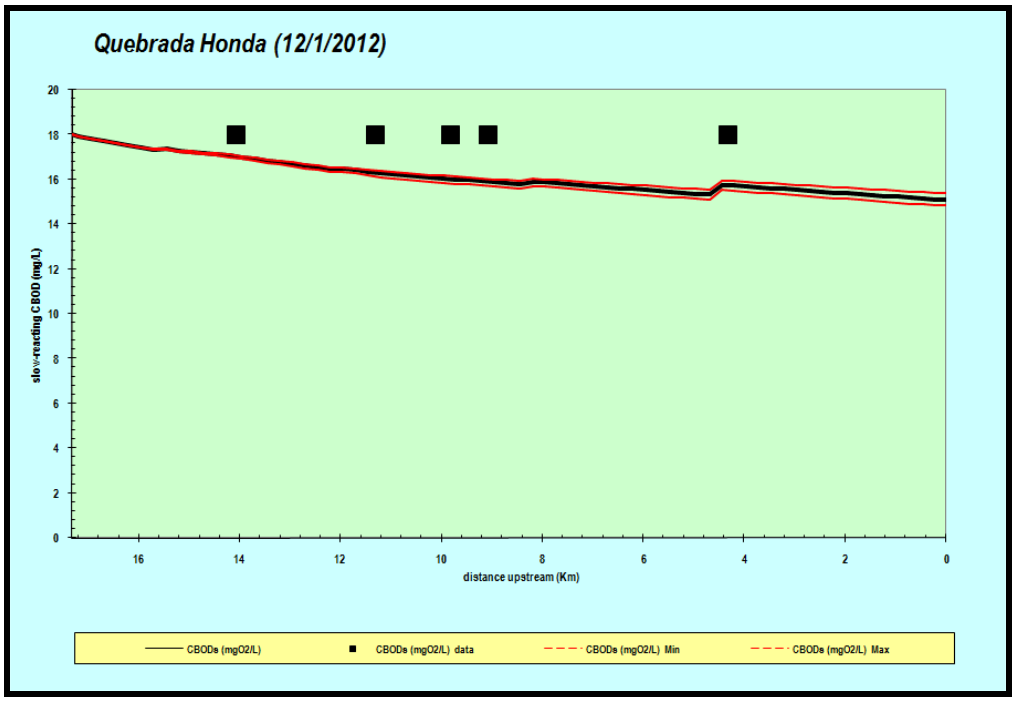


Figura 68. Resultado de Calibración de Nitrógeno Orgánico quebrada Honda- modelo Qual2kw.

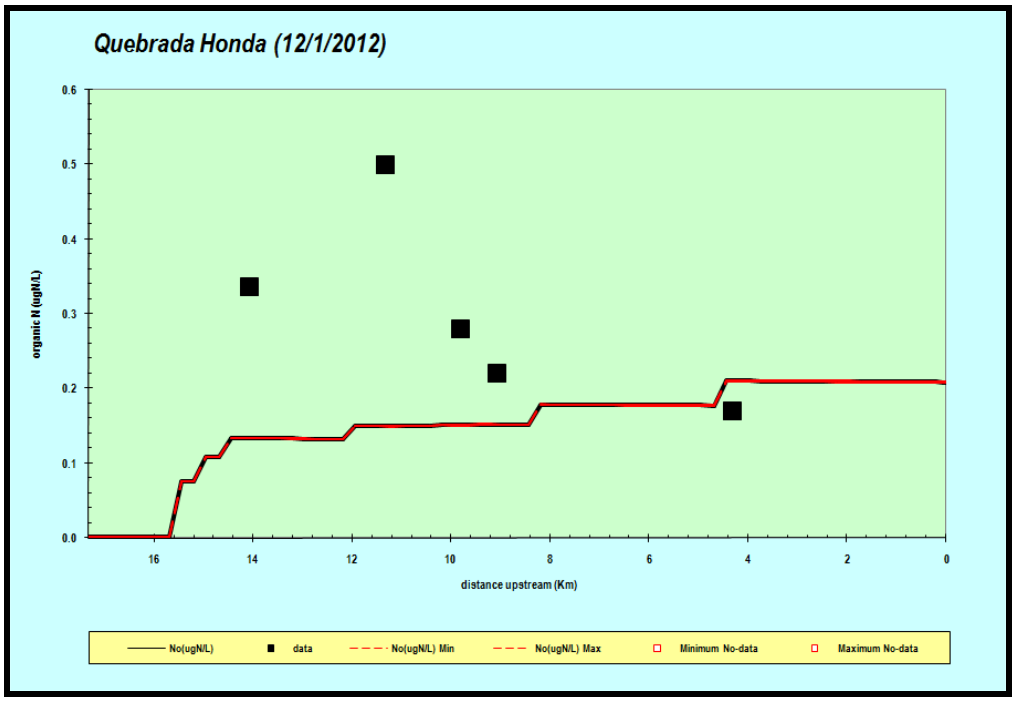


Figura 69. Resultado de Calibración de Nitrógeno Amoniacal quebrada Honda- modelo Qual2kw.

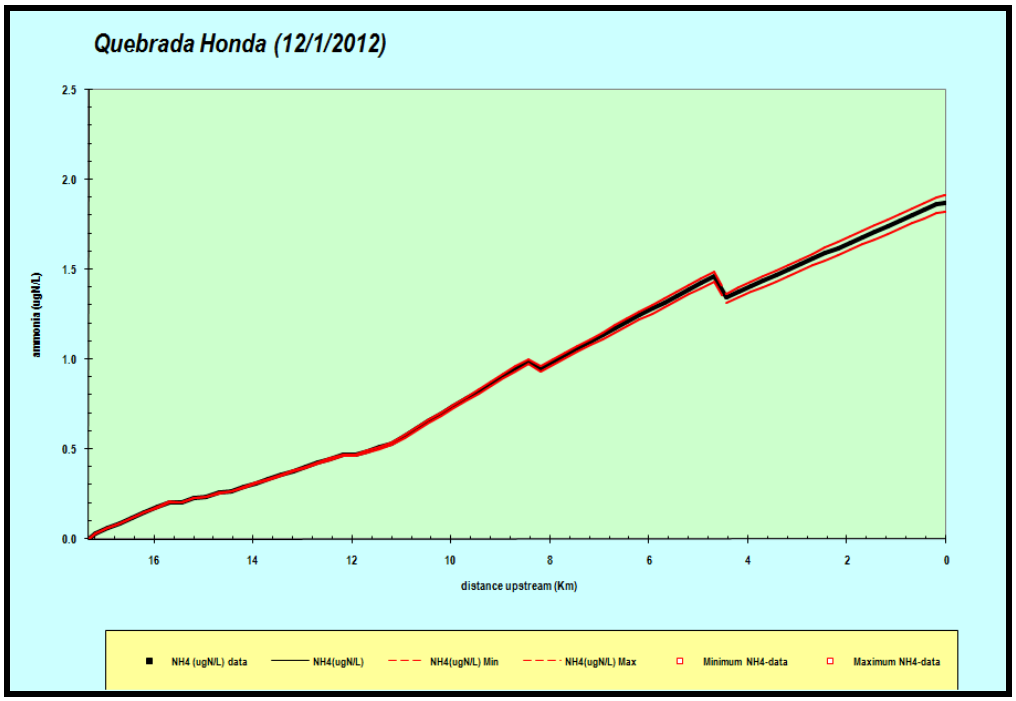


Figura 70. Resultado de Calibración de Nitratos quebrada Honda- modelo Qual2kw.

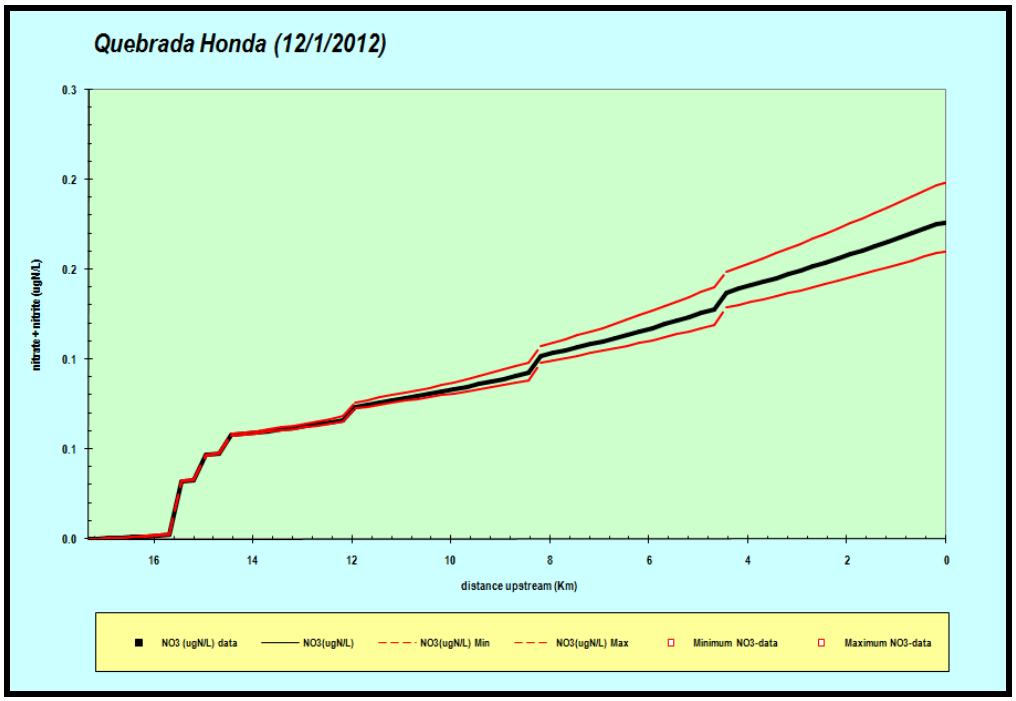


Figura 71. Resultado de Calibración de Hierro quebrada Honda- modelo Qual2kw

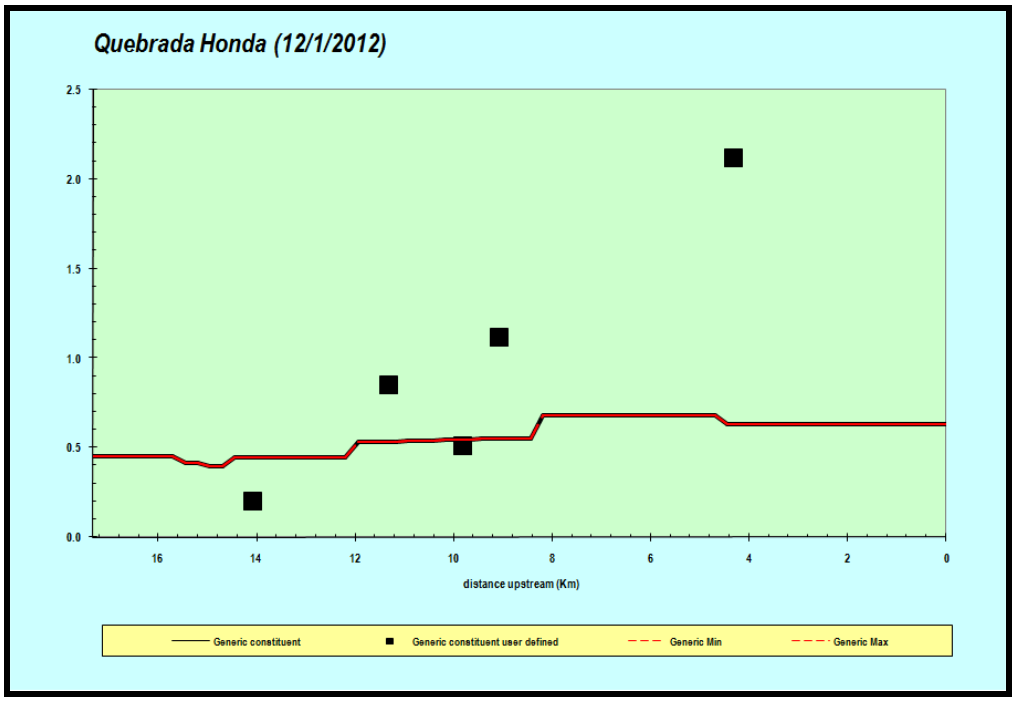
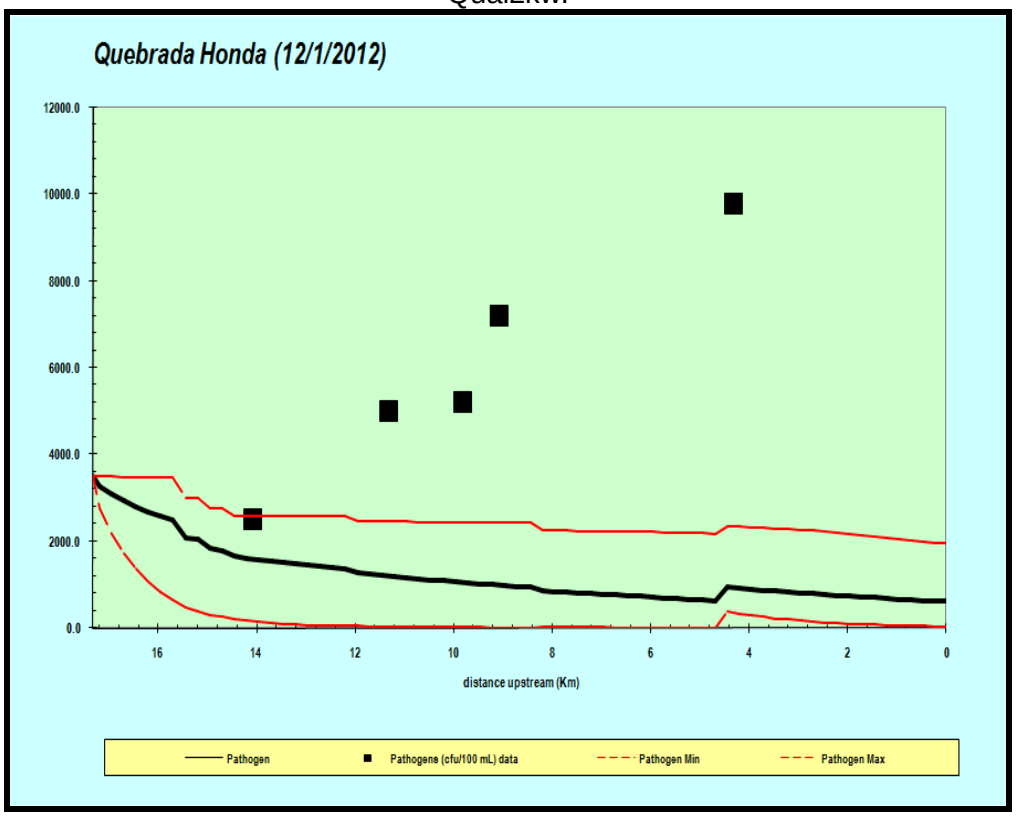


Figura 72. Resultado de Calibración de Coliformes Totales quebrada Honda- modelo Qual2kw.



7.10 USOS ACTUALES DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA HONDA

7.10.1 Usos actuales: De acuerdo a la clasificación estipulada en el Artículo 9 del Decreto 3930 de 2010, los usos actuales identificados en el cauce principal de la quebrada Honda se describen a continuación:

- **Zona Alta:** correspondiente al punto de nacimiento donde se involucra toda la parte de san Vicente y toda la parte alta, hasta la confluencia de la quebrada Ospino la cual se realiza entre las veredas san Vicente y san Francisco. Cabe aclarar que en la parte alta se está iniciando la etapa de exploración por parte de la multinacional ANGLO GOLD, la cual puede afectar las condiciones naturales de esta zona, por tal motivo se deberá tener en cuenta el plan de ordenamiento de la Quebrada Honda para mitigar los impactos negativos sobre los recursos naturales.

FIGURA 73. Usos Actuales Zona Alta Cauce Principal Quebrada Honda

USO PARA PRESERVACION DE FLORA Y FAUNA





- El Nacimiento de la Quebrada Honda ubicados dentro del área de cobertura de fauna natural y hasta el momento sin nungun tipo de intervención humana.

- Uso utilizado exclusivamente para mantener y preservar la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres existentes en dicha zona.

- En el área natural no se presenta ningún uso con destinación antrópica.

FIGURA 74. Usos Actuales Zona Alta Cauce Principal Quebrada Honda

USO PARA CONSUMO HUMANO Y DOMESTICO





- Bocatomas de los acueductos de las veredas San Vicente, Pangus y Campo Bello.

- Por la calidad el agua no se utiliza ningun tipo de tratamiento.

- Captaciones ubicadas en la parte alta de la Subcuenca donde no se evidencia ningun tipo de intervención humana

- El agua es utilizada por los consumidores para cocción de alimentos, bebida directa, higiene personal lavado de ropa y otros utensilios de uso sanitario.

- Ambas Captaciones cuentan con concesión de aguas vigentes.

FIGURA 75. Usos Actuales Zona Alta Cauce Principal Quebrada Honda

USO AGRICOLA Y PECUARIO





- Se identificarón varios predios de cultivos de platano sobre el Cauce Principal.

- El agua derivada recorre predios privados la cual es utilizada por campesinos para el riego de cultivos agrícolas, pastos y/o abrevaderos para consumo del ganado.

- existen captaciones ilegales las cuales carecen concesion y de estructuras que permitan controlar o garantizar únicamente la captación o derivación del caudal aprobado por la Autoridad Ambiental Competente.

- **Zona Media:** correspondiente al punto donde se encuentran asentadas tres de las mas grandes plantas de beneficio mineral, las cuales tienen captaciones directas sobre la corriente principal además estas presentan descargas de aguas residuales industriales, provenientes de los sedimentadores de dichas plantas.

FIGURA 76. Usos Actuales Zona Media Cauce Principal Quebrada Honda

USO INDUSTRIAL





- Captación artesanal individual de las mina la Gualconda , la Victoria y la Nueva Esparta sobre la Quebrada honda para uso industrial minero.

- Captación ubicada en la parte media de la Subcuenca en límites con las veredas san Francisco y la planada.

- El agua es utilizada para uso industrial por parte de los administradores de las plantas de beneficio mineral .

- **Zona Baja:** correspondiente al punto de ubicación de la confluencia de la quebrada Honda con el rio Patía.

Cabe aclarar y como se identificó en el trabajo de campo la quebrada Honda en su parte baja no tiene ningún tipo de usos debido a las condiciones topográficas, ya que se presenta un cañón que dificultaría destinar el recurso para otro tipo de uso, siendo esta la principal razón por la cual no existen usos actuales identificados.

FIGURA 77. Usos Actuales Zona baja Cauce Principal Quebrada Honda

USO PAISAJISTICO



7.10.2 Riesgos asociados a la disponibilidad del recurso hidrico

De acuerdo al diagnóstico del cauce principal de la quebrada Honda, los riesgos identificados corresponden a situaciones que se podrían presentar o acrecentar de manera que pongan en peligro la satisfacción de los usos actuales y potenciales caracterizados repercutiendo o incidiendo de manera directa sobre la calidad de vida de sus beneficiarios.

El riesgo en la gestión integral del recurso hídrico está relacionado con el manejo y gestión el déficit y del exceso de agua, asociado a la gestión de las cuencas hidrográficas deterioradas, a la pertinencia de los proyectos hidráulicos con el conocimiento de la variabilidad climática e hidrológica del país, al crecimiento no planificado de la demanda sobre una oferta neta limitada, a conflictos por el uso del agua y, a las deficientes e

inadecuadas acciones para la gestión del riesgo por eventos socio-naturales que aumentan la vulnerabilidad del recurso.[18]

El déficit de agua genera problemas de disponibilidad, desabastecimiento y racionamiento de agua con sus consecuentes efectos nocivos sobre la calidad de vida de la población y sus actividades económicas. Aunque el mayor uso de agua es para la actividad agropecuaria, los aspectos más críticos de disponibilidad tienen relación con el abastecimiento de agua potable para la población.

El exceso de agua puede genera inundaciones, deslizamientos que afectan la oferta hídrica al contaminar con sedimentos las fuentes de agua y pueden destruir los sistemas de abastecimiento y distribución; así mimo, genera, impactos directos a la disponibilidad, continuidad y calidad del agua a suministrar, además de los costos económicos que implican las pérdidas de agua, las obras de recuperación, rehabilitación y reconstrucción de los sistemas.

Los riesgos asociados en la corriente principal de la Quebrada Honda jurisdicción del municipio de los Andes Sotomayor se describen a continuación:

[18] POLITICA NACIONAL PARA LA GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO, Ministerio de Ambiente, COLOMBIA 2010.

Tabla 14. Riesgos Asociados a la Disponibilidad del Recurso Hídrico Sobre El Cauce Principal de la Quebrada Honda

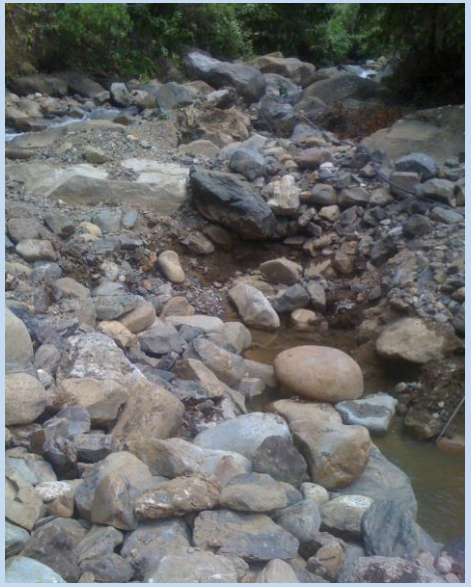
Tipo de Riesgo	Descripción del Riesgo	Actividades Generadoras del Riesgo	Población beneficiaria vulnerable	Intensidad del Riesgo	Registro Fotográfico
Riesgo por desabastecimiento de agua	Cantidad insuficiente de agua para satisfacción de las necesidades de todos los beneficiarios o usuarios existentes del recurso hídrico o potenciales.	- Cantidad de captaciones o derivaciones que superen la oferta hídrica y el caudal ecológico.	Habitantes de las veredas San Vicente, San Francisco, Pangus, Campo Bello entre otras y usuarios agrícolas y pecuarios.	Medio	
		- Uso Ineficiente y desperdicio del caudal de agua captado.	Ecosistemas sostenibles dentro de la zona de influencia de la Quebrada Honda.		
Riesgo por disminución del caudal natural de la corriente superficial	Acciones antrópicas que generen una disminución gradual del caudal principal de la Quebrada en el transcurso del tiempo.	Deforestación y desprotección de la ronda hídrica por ampliación de la frontera agrícola y ganadera.		Alto	
		captaciones ilegales por parte de usuarios del sector minero y agricola	Habitantes de las veredas San Vicente, San Francisco, Pangus, Campo Bello entre otras y usuarios agrícolas y pecuarios.		
	Acciones Climáticas que generen disminución del caudal de manera temporal en ciertas épocas del año.	Temporada de verano y eventos climáticos como el fenomeno del Niño que generan un déficit en la precipitación interanual.	Ecosistemas con influencia con la quebrada Honda		

Tabla 15. Riesgos Asociados a la Disponibilidad del Recurso Hídrico Sobre El Cauce Principal de la Quebrada Honda

Tipo de Riesgo	Descripción del Riesgo	Actividades Generadoras del Riesgo	Población beneficiaria vulnerable	Intensidad del Riesgo	Registro Fotográfico
Riesgo por contaminación de la corriente superficial	Alteración de la calidad fisicoquímica y bacteriológica natural del agua de la Quebrada Honda volviéndola no apta para la satisfacción de los usos estipulados.	Vertimientos puntuales de origen industrial minero y domesticos provenientes de usuarios individuales presentes en la zona de influencia de la Quebrada Honda.	Habitantes de las veredas San Vicente, San Francisco, Pangus, Campo Bello entre otras y usuarios agrícolas y pecuarios.	Alto	 
		Vertimientos difusos o esporádicos provenientes de arrastre de suelos con agroquímicos debido a la gran intervencion de cultivos que existe sobre la ronda hidrica.	Ecosistemas con influencia con la quebrada Honda		
		presencia de sustancias de interes sanitario en el cauce principal como Hg y cianuro, los cuales son adicionados durante el proceso de la extraccion del oro.			
		En cuanto al vertimiento minero estos cuentan con sistemas de tratamiento que no tienen una eficiencia aceptable antes de la descarga.			

Tabla 16. Riesgos Asociados a la Disponibilidad del Recurso Hídrico Sobre El Cauce Principal de la Quebrada Honda

Tipo de Riesgo	Descripción del Riesgo	Actividades Generadoras del Riesgo	Población beneficiaria vulnerable	Intensidad del Riesgo	Registro Fotográfico
Riesgo por inundaciones o desbordamientos	Crecimientos de caudal de la Corriente superficial que afecten a usuarios ubicadas en áreas no apropiadas.	Invasión de la Ronda Hídrica de la Quebrada Honda para construcción de sistemas de tratamiento, plantas de beneficio mineral y posibles viviendas.	Estructuras ubicadas en la ronda hídrica de la quebrada Honda	Alto	
			Vereda San Francisco		



PROSPECTIVA QUEBRADA HONDA

Tomando como referencia el Diagnóstico que permitió establecer la situación actual en cuanto a calidad y cantidad del Cauce Principal de la quebrada Honda con jurisdicción en del municipio de los Andes Sotomayor enfocada desde aspectos socioeconómicos, técnicos y ambientales, la Prospectiva está encaminada a la generación de escenarios factibles que accedan a recuperar las condiciones de calidad adecuadas e idóneas de la corriente superficial tanto para los usos actuales y potenciales demandados por la comunidad así como para la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies.

La generación de escenarios prospectivos (Ideal tendencial y Factible) consiste en la división o fragmentación del Cauce principal de la corriente hídrica objeto de ordenamiento en tramos que se definen de acuerdo a los usos actuales y potenciales determinados en la etapa diagnostica, los cuales están regidos por unos criterios de calidad del recurso hídrico estipulados por la Normatividad Ambiental Vigente de carácter Nacional. Una vez definidos los tramos, se corre el modelo de calidad simulando unas condiciones de tratamiento y remoción de cargas contaminantes sobre las entradas o descargas de aguas residuales, hasta niveles o porcentajes óptimos que permitan restablecer y mantener la calidad del agua del cauce principal de la quebrada Honda, para la satisfacción de los usos identificados y determinados.

Como resultados de estos procesos la Fase Prospectiva entrega como producto final el escenario elegido para la planificación del recurso, el cual esta soportado técnicamente en los resultados de la fase de diagnóstico y validado a través del desarrollo del componente social.

El número de escenarios prospectivos a determinar, depende entonces de la cantidad de veces que se corre el modelo de simulación con diferentes porcentajes de remoción de cargas contaminantes o eliminación de puntos de descarga, hasta obtener las condiciones de calidad acordes con los criterios definidos para cada tramo. El escenario escogido es proyectado a un horizonte de desarrollo de diez años, con metas periódicas de calidad a ser cumplidas en los años 2015, 2017 y 2022 siendo el ultimo año proyectado, el que reúne la materialización de todas las obras y actividades relacionadas con el tratamiento y eliminación de puntos de vertimiento, razón por la cual los Objetivos de Calidad del cauce principal de la quebrada Honda se plantearon para comenzar a regir a partir de dicha fecha.

7.11 ANALISIS SOCIAL

Basado en el Diagnostico Social Participativo desarrollado con los actores del proceso que fueron el sector minero, la comunidad y funcionarios de la alcaldía , a continuación se analizan cuáles son las necesidades e intereses, posibles soluciones y escenarios factibles para la recuperación en cuanto a calidad y cantidad de la quebrada Honda.

Necesidades de la comunidad:

- Agua potable en buena calidad y cantidad
- Construcción y ampliación del alcantarillado
- Agua para el uso exclusivo de la minería (reutilización del recurso)
- Reforestación para protección de los nacimientos de agua y ronda hídrica
- Generar conciencia del cuidado del agua
- Minimizar la utilización de sustancias de interés sanitario como el mercurio
- Gestión y mayor participación de las autoridades civiles, ambientales para el cuidado de los recursos naturales
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales eficientes para las plantas de beneficio mineral.
- Mayor control en las licencias y permisos ambientales
- Medidas de sanción a industrias mineras y personas que contaminen el agua.

Intereses de la comunidad:

- Descontaminación desde el sitio de nacimiento de la quebrada (bocatoma)
- Formular y ejecutar proyectos de saneamiento Básico
- Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales mineras.
- Crear actividades que generen empleo y al mismo tiempo proteger la quebrada Honda.

Acciones por parte de los actores involucrados:

- *Alcaldía Municipal de Los Andes Sotomayor:*

- Inversión para la recuperación del recurso hídrico
- Construcción de acueductos para las veredas que no tiene agua
- Inversión en sistemas de tratamiento, pozos sépticos.

- *Autoridad Ambiental CORPONARIÑO*:

- Implementar el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Honda.
- Contribuir al desarrollo sostenible de la región
- Contribuir al desarrollo sostenible minero de la zona
- Adelantar gestiones para la descontaminación de la quebrada y mejoramiento del medio ambiente.

- *Cooperativa de mineros de los Andes Sotomayor:*

- Elaborar y ejecutar proyectos para minimizar y controlar la minería ilegal en el municipio.
- Fomentar la educación ambiental a la comunidad presente en la zona.
- Llevar a cabo acciones que integren a la comunidad del corregimiento de San Vicente, San Francisco, La Planada, entre otros.
- Evaluar las condiciones actuales del sector minero en los Andes Sotomayor.

- *Comunidad:*

- Organización de la Comunidad en cada sector para el cuidado y mantenimiento de la quebrada.
- Participación comunitaria.
- Gestión para el desarrollo de actividades de educación ambiental ante las diferentes entidades como, como alcaldía, CORPONARIÑO, Policía Ambiental, otros organismos
- Lograr mejor calidad de vida, mayores ingresos con menos impacto a la naturaleza.
- Concientizar a través de líderes a la comunidad para que le den un buen uso al agua, y se gestionen proyectos para sostenibilidad social.

Posibles Soluciones planteadas por la comunidad:

- Formular y ejecutar proyectos de saneamiento Básico
- Construcción e implementación de plantas de tratamiento para el sector minero
- Optimizar los sistemas de tratamiento existentes.
- Reforestación de nacimientos y márgenes de la Quebrada, con el fin de proteger la ronda hídrica
- Construcción de Pozos sépticos Tecnificados
- Educación ambiental para la concientización, sensibilización de la importancia de la naturaleza
- Mayor Control de la Autoridad Ambiental
- Proyectos de sistemas de riego
- Gestión de proyectos sociales sostenibles.

Actores Involucrados:

- Autoridades Gubernamentales
- CORPONARIÑO
- Juntas de acción Comunales
- Juntas de Acueducto
- Sector minero

7.12 CRITERIOS DE CALIDAD PARA LOS USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HIDRICO

Usos Actuales y Potenciales del Cauce Principal de la Quebrada Honda:

Lo anterior, permite tener claridad de hacia dónde se puede avanzar para la recuperación ó mantenimiento de las características naturales tales que permitan relacionar todos los componentes sociales, culturales y ambientales en un escenario ambientalmente sostenible y socioeconómicamente aceptado.

De acuerdo a lo descrito y sustentado en la etapa de diagnóstico y teniendo en cuenta el análisis social de las comunidades que habitan dentro del área de influencia de la Microcuenca Honda, los usos actuales y potenciales definidos y priorizados para el Cauce Principal de la Quebrada en estudio se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 17. Usos Actuales y Potenciales Del Cauce Principal De La Quebrada Honda

USO	DESCRIPCIÓN
1. Preservación de Flora y Fauna	Uso actual presentado en el área ubicada en la parte alta de la quebrada Honda.
2. Consumo Humano y Domestico	Uso actual presentado en la parte alta y media de la quebrada Honda, veredas san Vicente, Campo Bello y Pangus.
3. Industrial Minero	Uso actual presentado en la parte Media de la quebrada Honda para la plantas de beneficio mineral presentes sobre la zona de influencia de la Quebrada Honda.
4. Pecuario	Uso actual presentado en la parte alta y media de la quebrada Honda.
5. Agrícola	Uso actual presentado en la parte alta, media y baja utilizado de la quebrada Honda.

7.12.1 Criterios de Calidad establecidos para los Usos Asignados:

Los criterios de calidad acorde con lo estipulado en el artículo 19 del Decreto 3930 de 2010 se entienden como el conjunto de parámetros con sus respectivos valores que son utilizados para la asignación de usos al recurso y como base de decisión para el Ordenamiento del Recurso Hídrico y el establecimiento de los objetivos de calidad.

Actualmente se encuentran vigentes los criterios de calidad estipulados en el Decreto 1594 de 1984, hasta tanto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expida y defina los nuevos criterios de calidad para el uso de las aguas superficiales, subterráneas y marinas.

Considerando que algunos de los parámetros fisicoquímicos y de interés sanitario de gran importancia para la definición de la calidad del agua para la satisfacción de los usos asignados, actualmente no son contemplados por la Normatividad Ambiental Vigente, se ha diseñado para el presente Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico un cuadro basado en criterios de calidad obtenidos algunos de la Norma Nacional y otros adaptados de Normas Ambientales de aplicación Internacional, utilizando fundamentos técnicos encaminados a satisfacer los usos definidos.

A continuación se presenta los criterios de calidad para cada uso:

Cabe resaltar que en el caso de la quebrada Honda predomina el uso industrial minero, que se respalda en el *Artículo 16. Uso industrial. Se entiende por uso industrial del agua, su utilización en actividades tales como:*

1. Procesos manufactureros de transformación o explotación, así como aquellos conexos y complementarios.

2. Generación de energía.

3. Minería.

4. Hidrocarburos.

5. Fabricación o procesamiento de drogas, medicamentos, cosméticos, aditivos y productos similares.

6. Elaboración de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución.

Por lo tanto y teniendo en cuenta dicha justificación es viable proponer un criterio de calidad exclusivo para este tipo uso del recurso hídrico.

Tabla 18. Criterios De Calidad Adaptados y Complementados Con Base En El Decreto 1594 de 1984 y Normas Internacionales Para Los Usos Planteados.

USOS	CRITERIOS DE CALIDAD
Preservación de Flora y Fauna en Aguas Frías	- Aguas Libres de sustancias que impartan olor o sabor a tejidos de organismos acuáticos y Libres de turbiedad o color que interfieran con la actividad fotosintética. - pH entre 6,5 y 8,5 -OD ≥ 6,0 mg/L. Siempre - DBO5 ≤ 3,0 mg/L - SST ≤ 5 mg/l. - Amonio (NH_3) ≤ 1,0 mg/L. - Nitratos NO_3 ≤ 5,0 - Nitrógeno total ≤ 1,0 mg/L - Fosfatos (PO_4) ≤ 0,1 mg/L - Coliformes Totales ≤ 1000 microorg. /100 ml. - Coliformes fecales ≤ 100 microorg. /100 ml. - Temperatura: 5 grados por encima o por debajo. - Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 45
Consumo Humano y Domestico **(Requiere Únicamente Desinfección)**	- Aguas libres de películas de grasas y aceites, materiales flotantes provenientes de actividad humana, radioisótopos y otros no removibles por desinfección, que puedan afectar la salud humana. - pH entre 6,5 y 8,5 - Turbiedad ≤ 10 UJT - OD ≥ 6 mg/L - DBO5 ≤ 3mg/L - SST ≤ 5 mg/l.

USOS	CRITERIOS DE CALIDAD
	- Nitratos ≤ 10 mg/l. - Nitritos ≤ 10 mg/l. - Coliformes Totales ≤ 1000 microorg. /100 ml. - Coliformes fecales ≤ 200 microorg. /100 ml. - Amoniaco ≤ 1,0 mg/l. - Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 39
Pecuario	- pH entre 5 y 9 - OD ≥ 3 mg/L - DBO5 ≤ 15 mg/L - Nitratos + Nitritos ≤ 100 mg/l. - Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. - Coliformes fecales ≤ 1000 microorg. /100 ml. - Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 41
USOS	**CRITERIOS DE CALIDAD**
Industrial Minero	Considerando que la actividad industrial minera es una de las principales actividades económicas del municipio, se adoptan como criterios de calidad los siguientes parámetros, cabe resaltar que se hace mención al borrador que expidió el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, "Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público, y se dictan otras disposiciones."

USOS	CRITERIOS DE CALIDAD

PARÁMETRO	UNIDADES	VALORES LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES	
		CUERPO DE AGUA SUPERFICIAL	ALCANTARILLADO PÚBLICO
GENERAL			
DQO	mg/L O2	400	600
SST	mg/L	200	300
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L	20	10
GRASAS Y ACEITES	mg/L	20	50
FENOLES	mg/L	0,2	0,2
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	5	8
HIDROCARBUROS			
Hidrocarburos	mg/L	5	8
IONES			
Cianuros (CN-)	mg/L	1	1
Cloruros (Cl-)	mg/L	800	1000
Sulfatos (SO42-)	mg/L	1000	1200
Sulfuros (S2-)	mg/L	2	5
METALES Y METALOIDES			
Aluminio	mg/L	3	3
Arsenico	mg/L	0,1	0,1
Cadmio	mg/L	0,05	0,05
Cinc	mg/L	0,5	0,5
Cobre	mg/L	0,3	0,3
Cromo	mg/L	0,5	0,5
Mercurio	mg/L	0,01	0,01
Niquel	mg/L	0,5	0,5
Plata	mg/L	0,2	0,2
Plomo	mg/L	0,2	0,2

7.12.2 Definición de tramos de calidad sobre el cauce principal

Considerando los múltiples usos del recurso hídrico asignados, el cauce principal de la quebrada Honda se ha divido en tres (3) tramos de calidad organizados desde el nacimiento aguas arriba de la bocatoma hasta su desembocadura al río Patía.

Tabla 16. Georeferenciación Tramos De Calidad I y II

TRAMO	USO	GEOREFERENCIACIÓN	
I	**Preservación de Flora y Fauna**	**Punto Inicial:** Parte alta de la Quebrada Honda (nacimiento)	**Norte:** 662392 **Este:** 949114 **Elevación:** 1470 m.s.n.m
I	**Consumo Humano y Doméstico**	**Punto Inicial:** Antes bocatoma ASOPANGUS	**Norte:** 662428 **Este:** 949029 **Elevación:** 1415 m.s.n.m
II	**USO INDUSTRIAL MINERO**	**Punto Inicial:** Antes mina la Victoria	**Norte:** 662302 **Este:** 952521 **Elevación:** 1168 m.s.n.m
II	**USO AGRICOLA Y PECUARIO**	**Punto Inicial:** Después de la bocatoma	**Norte:** 662790 **Este:** 949611 **Elevación:** 1354 m.s.n.m

TRAMO 1

El Tramo I corresponde al nacimiento de la Quebrada Honda donde no existe ningún tipo de afectación antrópica, por lo tanto el uso es destinado exclusivamente para mantener y preservar la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres existentes en este tramo.

El tramo I también se definió para consumo humano y domestico ya que además de existir una importante bocatoma para acueductos veredales y urbanos, es el que presenta los criterios de calidad más restrictivos; sin embargo en este tramo también se efectúan captaciones para uso Industrial, Agrícola y Pecuario, los cuales no afectan la calidad del recurso fuente de estudio.

Para garantizar la calidad del agua en este tramo deben adoptarse medidas de mitigación encaminadas a la eliminación o control de la calidad de los vertimientos difusos y esporádicos descritos en la Topología Detallada.

TRAMO 2

La Quebrada Honda después de la captación de la bocatoma hasta el sector minero después de la mina la Nueva Esparta.

En este tramo la Quebrada Honda ha recibido en su mayoría todos los vertimientos generados por el sector minero, alterando su calidad en este tramo aguas abajo.

TRAMO 3.

Quebrada Honda sector después de la quebrada nacedero hasta la desembocadura con el Rio Patía.

En este tramo la quebrada presenta unas condiciones paisajísticas, debido a la topografía del terreno ya que por su pendiente y la ausencia de vertimiento hace que el cauce principal inicie un proceso de asimilación de la carga contaminante y recupere en cierto grado su calidad.

7.13 GENERACIÓN DE ESCENARIOS DE CALIDAD SOBRE LA CORRIENTE PRINCIPAL

La fase de prospectiva busca proyectar escenarios que definan la situación futura de la corriente hídrica superficial priorizada, a partir de la información obtenida sobre el sistema hídrico en la fase de diagnóstico.

El propósito de esta investigación fue evaluar el impacto sobre la calidad del agua de diferentes escenarios de saneamiento para las principales descargas de aguas residuales industriales mineras localizadas en el tramo II y III de la Quebrada Honda y teniendo en cuenta los usos estipulados en el presente estudio para cada tramo de la corriente. Los resultados del ordenamiento apoyarán la gestión tecnológica de CORPONARIÑO, por medio de la cual se tomaran decisiones con respecto a la reglamentación del recurso.

En su construcción deben atenderse aspectos tales como:

_ Acciones requeridas para su logro

_ Alternativas de solución

_ Responsabilidades

_ Costos y Fuentes de Financiación

_ Secuencia de aplicación de las acciones propuestas.

Construcción de escenarios: para el planteamiento de los escenarios se empleó una modelo matemático de calidad llamado QUAL 2KW. Esta herramienta nos permitió definir una situación futura que puede presentarse con cierta probabilidad estimada y que además está influida por acciones tomadas o como resultado de la dinámica evolutiva de la corriente.

7.13.1 Escenario Tendencial de Calidad

Corresponde a una proyección del escenario de calidad actual - 2012 del cauce principal de la quebrada Honda, considerando un aumento en el sector minero y poblacional calculado para el año 2022.

EL escenario fue modelado para todos los parámetros contemplados en el diagnóstico y las sustancias de interés sanitario, simulando un crecimiento poblacional a diez (10) años de los núcleos poblados que descargan al cauce principal de la quebrada Honda, cabe aclarar que para nuestro caso el crecimiento se dará en producción, por medio de la extracción de estériles de casa frente de excavación para la extracción de oro además de los vertimientos provenientes de las plantas de beneficio mineral considerando que la mayor cantidad de vertimientos que recibe la fuente superficial son de origen industrial minero.

Para el cálculo de la población se utilizó el Método Geométrico, con una tasa de crecimiento poblacional (r) del 1,54% obtenida del último Censo Nacional realizado por el DANE en el año 2005.

$$Pf = P_0(1+r)^{Tf-T0}$$

Dónde:

N_0 : *Población al inicio del período*

N_t : *Población futura o proyectada*

r : *Tasa media anual de crecimiento poblacional*

Tf : *Tiempo o año final*

T0: *Tiempo o año inicial*

Con la proyección de población se calcularon los caudales y concentraciones tendenciales para cada una de las entradas o descargas domésticas, y se corrió nuevamente el modelo para obtener el comportamiento de todos lo parámetros en el año 2022.

En los siguientes cuadros se presentan los caudales, concentraciones y cargas calculadas para las descargas domésticas e industriales que mayor impacto generan sobre la calidad del agua del cauce principal de la quebrada Honda, reflejando su aumento gradual de contaminación en el Escenario Tendencial Modelado.

7.13.2 Escenarios- 5 Años – PML (Remociones 50 %)

Una de las metas propuestas en el ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada Honda entre el primero y el quinto año, es la implementación de alternativas de producción más limpia en el proceso de extracción de oro en cada una de las minas que se encuentran asentadas dentro de la zona de influencia de la quebrada en ordenamiento debido a que es en este punto donde se origina la mayor demanda de productos químicos, como el mercurio y cianuro y por ende hay una mayor producción de sustancias de interés sanitario en el agua además de la gran cantidad de solidos totales procedentes de los STAR que afectan significativamente el cauce principal. A continuación se presenta el comportamiento de la corriente principal si se llevara a cabo este tipo de situación la cual sería la más adecuada mientras se realiza la respectiva optimización de los sistemas de tratamiento presentes en los establecimientos dedicados a la extracción de metal.

Otro de los aspectos que se tienen en cuenta para este escenario es que todas la minas que tienen influencia con la quebrada Honda se encuentren legalizados y cada una con su respectivo plan de manejo ambiental y/o permisos de vertimientos evaluado y aprobado por la autoridad ambiental. A continuación se presentan las gráficas de los parámetros DBO, SST Y Oxígeno Disuelto debido a que son estos los parámetros son principales según la norma para medir calidad.

Figura 78. Oxígeno Disuelto quebrada Honda- modelo Qual2kw- 5 Años

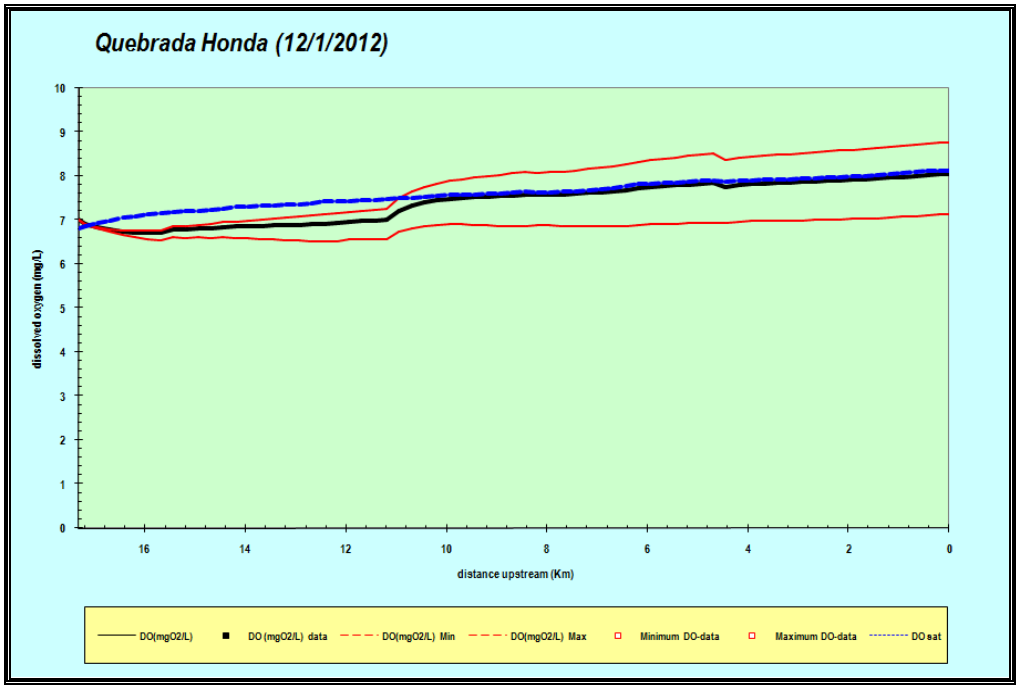


Figura 79. Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación quebrada Honda- modelo Qual2kw- 5 Años

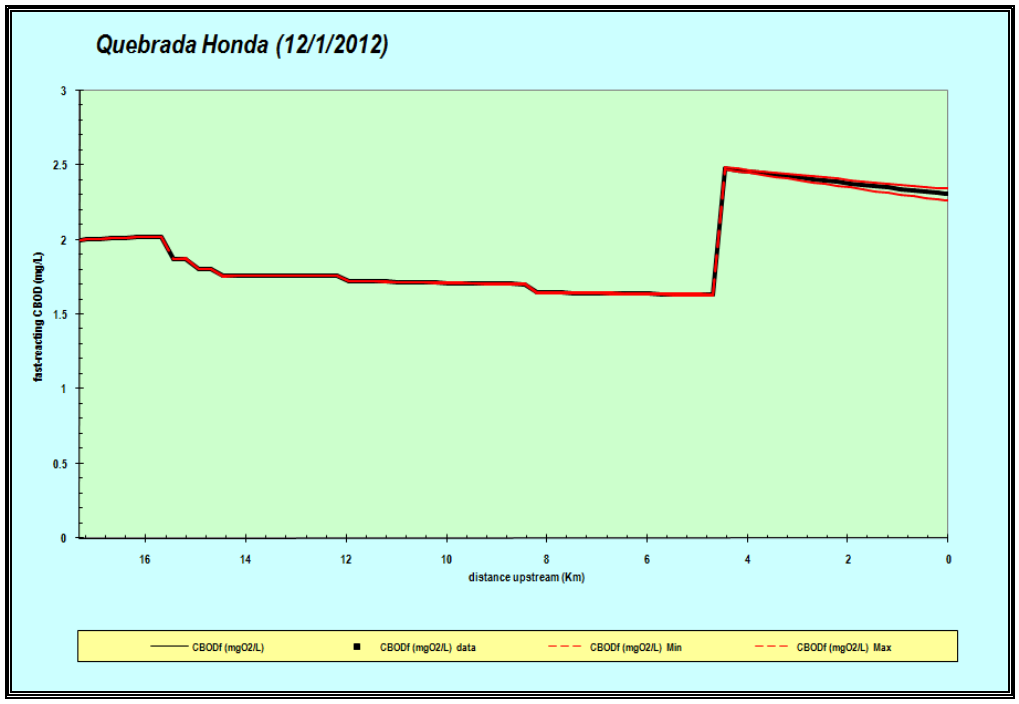
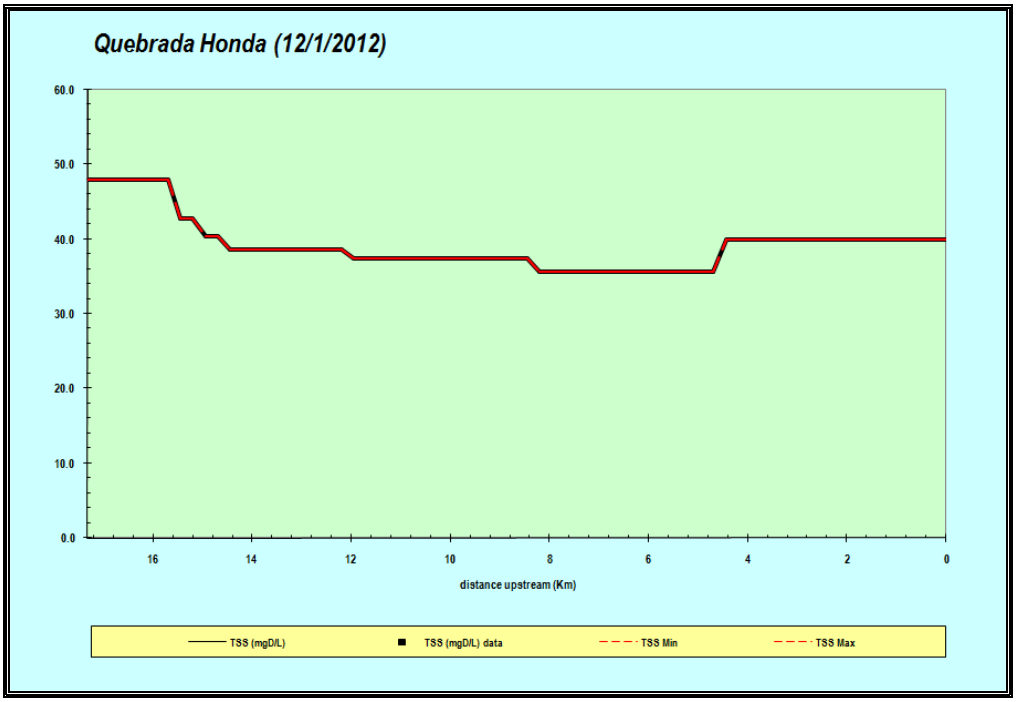


Figura 80. SST quebrada Honda- modelo Qual2kw-5 Años



7.13.3 Escenarios- 10 Años – PTAR (Remociones 80 %)

Otra de las metas propuestas en el ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada Honda a largo plazo entre 5 y 10 años después de haber implementado producción más limpia en el proceso de extracción de oro en primera instancia es la implementación de sistemas de tratamiento que ayude a minimizar en un 80% la carga que es vertida al cauce principal. A continuación se presenta el comportamiento de la corriente principal si se llevara a cabo este tipo de situación la cual sería la más adecuada tomando como referencia los objetivos de calidad contemplados en el plan de ordenamiento del recurso hídrico de dicha Quebrada.

Teniendo en cuenta que en la actualidad las condiciones más críticas en cuanto a contaminación se dan durante el transcurso de la parte alta y media, y donde las características son evidentes sobre el cauce principal, el escenario factible a largo plazo descrito anteriormente nos muestra los SST de 133 mg/l, y un oxígeno disuelto mínimo de 7 mg/l resultado que sería mucho más fácil de asimilar aguas abajo de cauce principal debido a las condiciones que esta corriente presenta, una de las ventajas que nos muestra el escenario factible con proyección de 5 a 10 años es que se recuperaría en su totalidad todo el tramo I y II, donde ya no existiría ningún tipo de afectación por vertimientos industriales provenientes del sector minero.

A continuación se presentan las gráficas las cuales nos indican el comportamiento de la quebrada si se cumplieran con las metas establecidas dentro del PORH.

Figura 81. Oxígeno Disuelto quebrada Honda- modelo Qual2kw- 10 Años

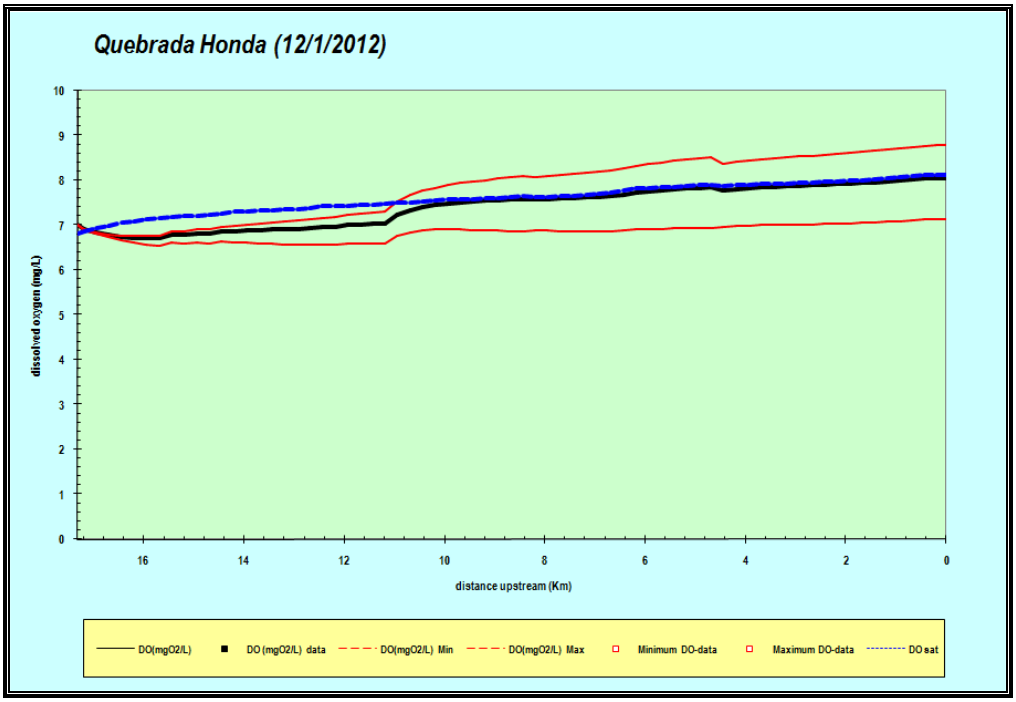


Figura 82. Materia orgánica de rápida degradación quebrada Honda- modelo Qual2kw- 10 Años

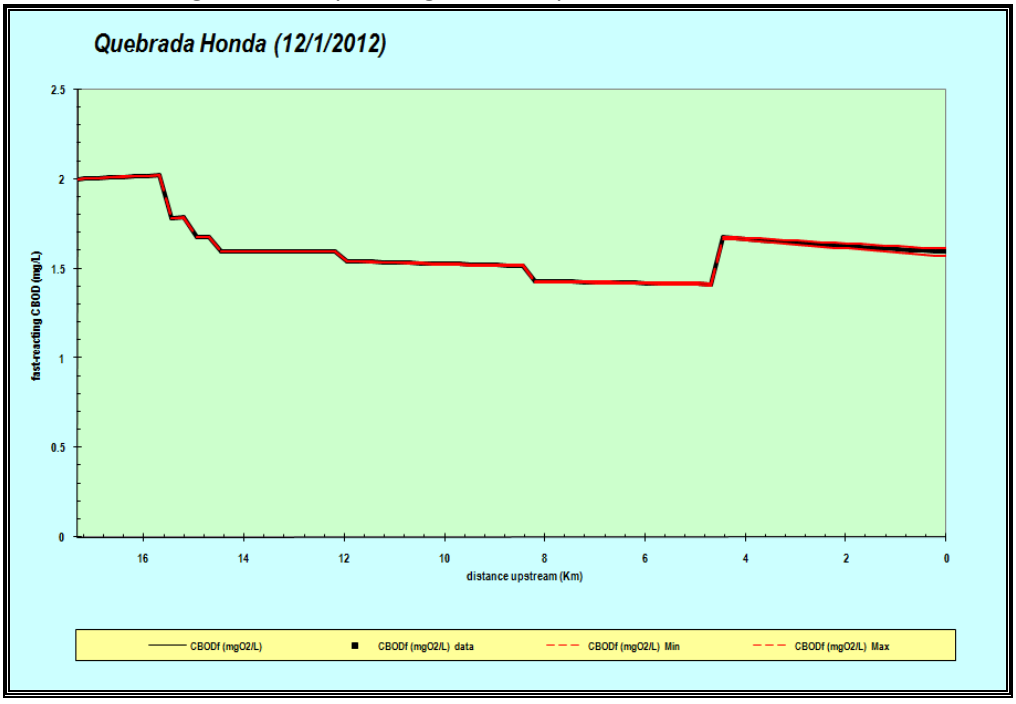


Figura 83. SST quebrada Honda- modelo Qual2kw- 10 Años

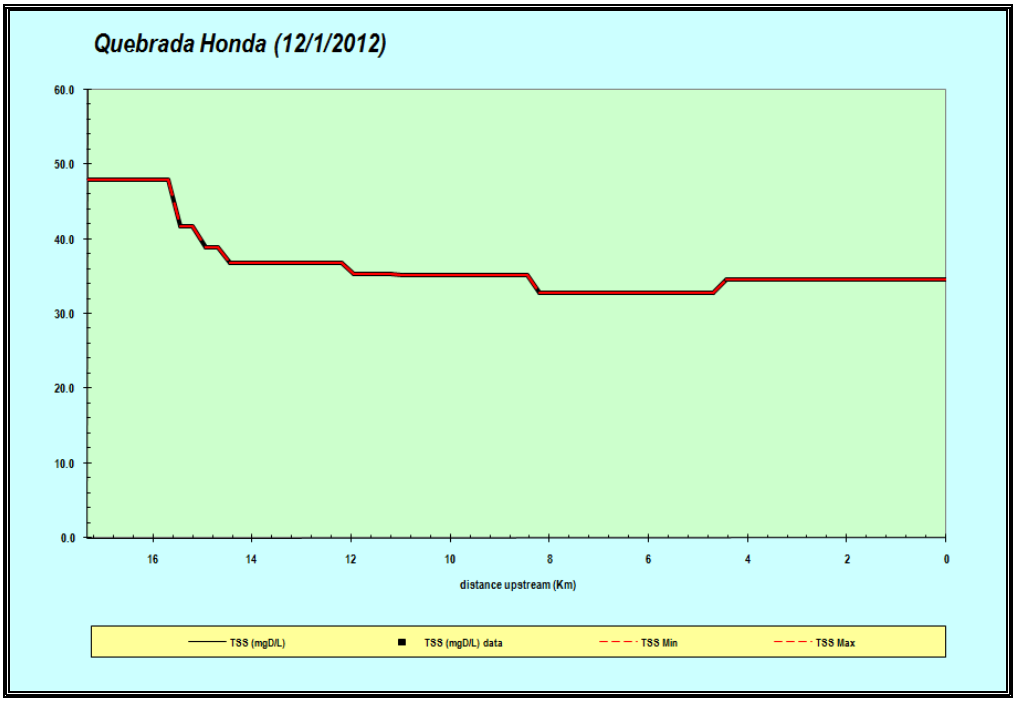


Figura 84. Escenarios 5 y 10 Años O.D quebrada Honda- modelo Qual2Kw

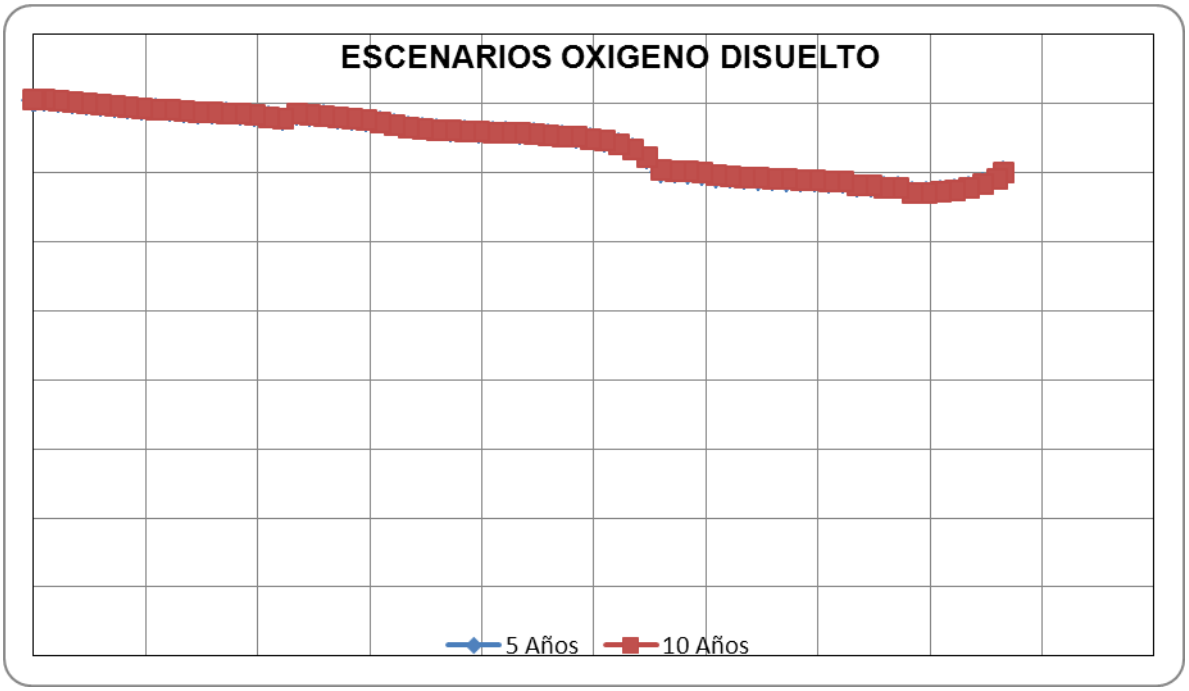


Figura 85. Escenarios 5 y 10 Años DBO5 quebrada Honda- modelo Qual2Kw

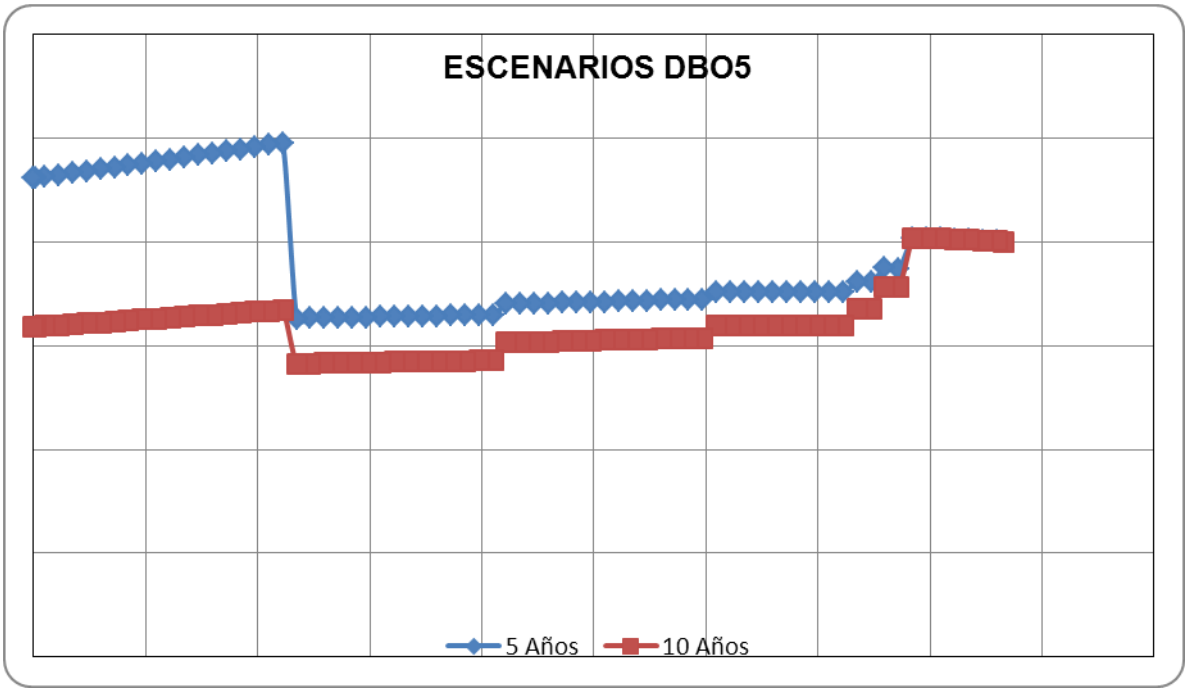
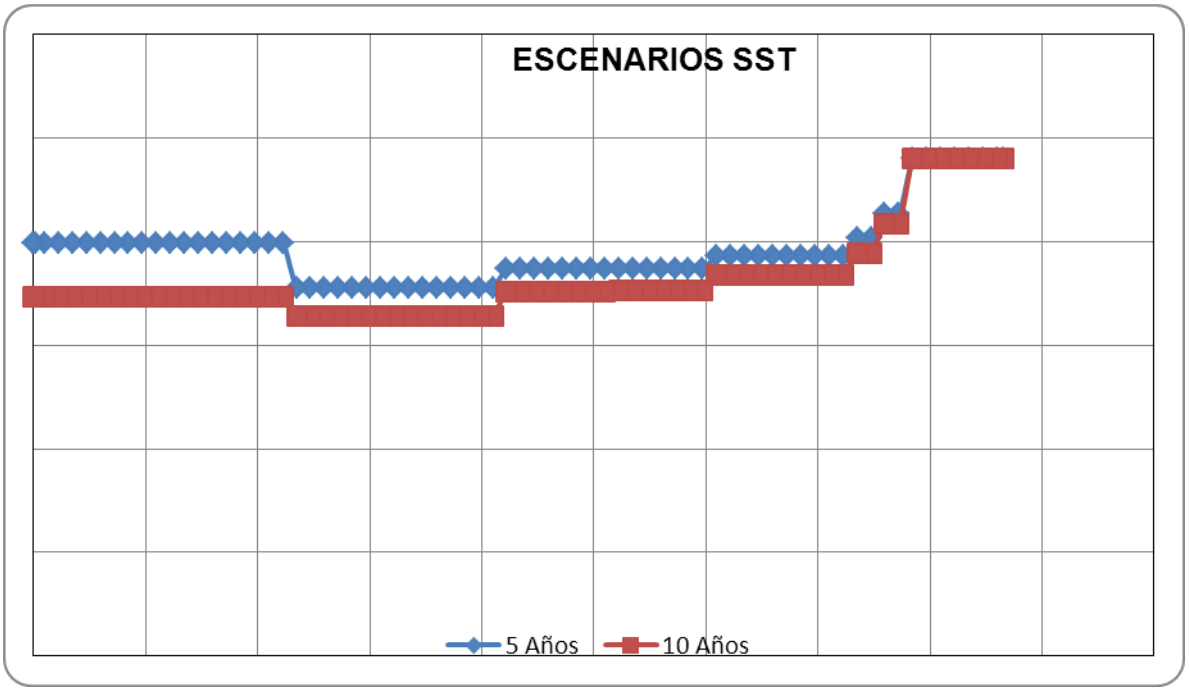


Figura 86. Escenarios 5 y 10 Años SST quebrada Honda- modelo Qual2Kw





FORMULACIÓN QUEBRADA HONDA

Tomando como referencia las fases de diagnóstico y prospectiva involucradas dentro del plan de ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada Honda, y una vez escogido el Escenario Factible, la Formulación está encaminada a la generación de los objetivos de calidad, que permitirán mantener, descontaminar y recuperar la calidad del cauce principal de la quebrada Honda, estableciendo las necesidades de tratamiento, optimización o eliminación de puntos de vertimiento sobre las descargas identificadas, cabe destacar que el sector minero es uno de los principales agentes involucrados para esta fase de formulación.

De igual manera en la Formulación se lista o enumera una serie de proyectos y fichas de indicadores determinados para la materialización y cumplimiento del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Honda.

Entre los proyectos propuestos se incluye la Gestión del Riesgo, la cual describe las acciones que se deben realizar y aspectos que se deben tener en cuenta para la mitigación de los riesgos asociados a cantidad y calidad del recurso hídrico del cauce principal de la quebrada Honda, identificados en la etapa de Diagnostico.

Una de las propuestas para el presente documento de ordenación del recurso hídrico es involucrar el sector minero dentro del programa de descontaminación, según lo establecido en el decreto 3100 del 2003, que menciona lo siguiente “eestán obligados al pago de la presente tasa todos los usuarios que realicen vertimientos puntuales y generen consecuencia nociva.

7.14 PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD

El establecimiento de Objetivos de Calidad es un tema ligado a la planeación, administración, control y vigilancia de los recursos hídricos, cuyo marco reglamentario ha sido definido en el decreto 1594 de 1984 y Decreto 3930 de 2010. Dicho marco se complementa con los alcances del decreto 3100 de 2003 y 3440 de 2004 y determina entonces que para la gestión eficaz de la calidad del recurso hídrico, se requiere realizar por lo menos las siguientes tareas:

- Estudiar y proponer el PORH incluyendo los objetivos a largo corto, mediano y plazo de calidad del recurso.
- Estudiar, evaluar y proponer las metas de reducción de cargas contaminantes para los distintos tramos del recurso de tal forma que correspondan con los Objetivos de Calidad del mismo que se definan a largo plazo. Esta tarea se vuelve más rigurosa y necesaria a raíz de la promulgación del decreto 3100 de 2003, por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, el cual reglamenta las tasas retributivas por vertimientos líquidos.

- Estudiar y proponer normas regionales y locales de vertimiento aplicables a tramos específicos del recurso, las cuales contribuyan al logro de los objetivos y al cumplimiento de los criterios de calidad preestablecidos para cada tramo.
- Estudiar y proponer el plan de control de vertimientos
- Estudiar y proponer el plan de monitoreo de la calidad del recurso hídrico

Los objetivos de calidad se propusieron sobre la evaluación de los escenarios de calidad que presentó el modelo implementado, los cuales contienen una serie de compromisos de descontaminación y metas de descontaminación por parte de los usuarios, que involucra a la vez el tratamiento de las aguas residuales hasta un nivel tal que permita la recuperación de la calidad y la satisfacción de los usos definidos por tramos sobre el cauce principal de la Quebrada objeto de ordenamiento.

En la siguiente tabla se presentan los Objetivos de Calidad propuestos para el Cauce Principal de la Quebrada Honda, además se presenta una tabla donde se especifican las condiciones de descarga con respecto a las sustancias de interés sanitario, cabe aclarar que el mercurio y cianuro se deben seguir vigilando mediante controles de seguimiento y monitoreo de la quebrada ordenada, y los límites permisibles serán los estipulados dentro de la norma vigente.

SUSTANCIAS DE INTERÉS SANITARIO Y LAS CONDICIONES DE DESCARGA

Sustancia de interés sanitario	**Expresada como**	**Concentración Máxima permitida (mg/l)**
Arsénico	As	0.5
Mercurio	Hg	0.02
Plata	Ag	0.5
Plomo	Pb	0.5
Cianuro	CN-	1.0
Cobre	Cu	3.0

Decreto 1594/84

Tabla 20. Objetivos De Calidad Propuestos Para El Cauce Principal De La Quebrada Honda

TRAMO	CLASIFICACION DE LAS AGUAS		Parámetro	MEDIDO	USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL AGUA	USO PREPONDERANTE	USO PREPONDERANTE DE LA FUENTE	CRITERIO DE CALIDAD SEGÚN NORMA	OBJETIVO DE CALIDAD 0 A 3 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 3 A 5 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 5 A 10 AÑOS	JUSTIFICACIÓN	ACTIVIDADADES
1	CLASE I	CLASE II	DBO5 (mg/L)	2	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA	2	2	2	2	TENIENDO EN CUENTA QUE NO HAY AFECTACIÓN TANTO DE CARÁCTER ANTROPICO Y/O MINERO, LOS NIVELES DE CALIDAD DE LA CORRIENTE PRINCIPAL SON ACEPTABLES PARA ESTE TIPO DE USO	IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS DE REFORESTACION DE ÁREAS PROTEGIDAS
		X	DQO (mg/L)	20				20	20	20	20		
			OD (mg/L)	7				7	7	7	7		
			SST (mg/l)	48				10	10	10	10		
			C.TOTALES	3500 UFC				3500 UFC	3500 UFC	3500 UFC	3500 UFC		
			C.FECALES	100 UFC				100 UFC	100 UFC	100 UFC	100 UFC		
			OLORES OFENSIVOS	NO				NO	NO	NO	NO		
			Sólidos flotantes	NO				NO	NO	NO	NO		
			PH	7				7	7	7	7		
			Sustancias de Interes Sanitario y otros					Sustancias de Interes Sanitario y otros, Cumplimiento Decreto 1594/84, decreto 3930 o Norma que lo sustituya, reglamente o modifique					
			COBALTO	0,02				≤ 0,02	≤ 0,02	≤ 0,02	≤ 0,02		
			ZINC	0,02				0,018	1,018	1,018	1,018		
			PLOMO	0,02				≤ 0,02	≤ 0,02	≤ 0,02	≤ 0,02		
			HIERRO	0,45				0,1	0,1	0,1	0,1		

TRAMO	CLASIFICACION DE LAS AGUAS		Parámetro	MEDIDO	USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL AGUA	USO PREPONDERANTE	USO PREPONDERANTE DE LA FUENTE	CRITERIO DE CALIDAD SEGÚN NORMA	OBJETIVO DE CALIDAD 0 A 3 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 3 A 5 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 5 A 10 AÑOS	JUSTIFICACIÓN	ACTIVIDADADES
1	CLASE I	CLASE II	DBO5 (mg/L)	2	CONSUMO HUMANO Y/O DOMESTICO	CONSUMO HUMANO	CONSUMO HUMANO Y/O DOMESTICO	≤ A 2	**2**	≤ A 2	≤ A 2	**TENIENDO EN CUENTA QUE NO HAY AFECTACIÓN TANTO DE CARÁCTER ANTROPICO Y/O MINERO, LOS NIVELES DE CALIDAD DE LA CORRIENTE PRINCIPAL SON ACEPTABLES PARA ESTE TIPO DE USO**	**IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS DE USO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO PARA USO HUMANO**
		X	DQO (mg/L)	20				20	**20**	20%	20		
			OD (mg/L)	7,4				≥ 7	≥ 7	≥ 7	≥ 7		
			SST (mg/l)	188				≤ 5 mg/l.	≤ 5 mg/l.	< 5 mg/l.	< 5 mg/l.		
			C.TOTALES	2000 UFC				< 1000	< 1000	< 1000	< 1000		
			C.FECALES	0 UFC				< 200	< 200	< 200	< 200		
			OLORES OFENSIVOS	NO				AUSENTES	**NO**	AUSENTES	AUSENTES		
			Sólidos flotantes	NO				AUSENTES	**NO**	AUSENTES	AUSENTES		
			PH	6,48				6,5 y 8,5	**7**	entre 6,5 y 8	entre 6,5 y 8		
			Sustancias de Interes Sanitario y otros					Sustancias de Interes Sanitario y otros, Cumplimiento Decreto 1594/84, decreto 3930 o Norma que lo sustituya, reglamente o modifique					
			COBALTO	0,02				**≤ 0,02**	**≤ 0,02**	**≤ 0,02**	**≤ 0,02**		
			ZINC	0,02				**0,018**	**1,018**	**0,018**	**1,018**		
			PLOMO	0,02				**≤ 0,02**	**≤ 0,02**	**≤ 0,02**	**≤ 0,02**		
			HIERRO	0,45				**0,1**	**0,1**	**0,1**	**0,1**		

TRAMO	CLASIFICACION DE LAS AGUAS		Parámetro	MEDIDO	USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL AGUA	USO PREPONDERANTE	USO PREPONDERANTE DE LA FUENTE	CRITERIO DE CALIDAD SEGÚN NORMA	OBJETIVO DE CALIDAD 0 A 3 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 3 A 5 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 5 A 10 AÑOS	JUSTIFICACIÓN	ACTIVIDADADES
2	CLASE I	CLASE II	DBO5 (mg/L)	2	INDUSTRIALES MINEROS	INDUSTRIAL MINERO	INDUSTRIAL	≤ A 2	≤ A 2	≤ A 2	≤ A 2	EL SECTOR MINERO ASENTADO EN ESTA ZONA DEBE ACLOPARCE A LA NORMATIVIDAD VIGENTE EN CUANTO A SUSTANCIAS DE INTERES SANITARIO, PARA TODOS LOS METALES PESADOS UTILIZADOS EN EL PROCESO	OPTIMIZACION DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO PROPUESTOS PARA MINIZAR EL IMPACTO GENERADO SOBRE EL RECURSO HIDRICO
		X	DQO (mg/L)	20				≤ A 20	≤ A 20	≤ A 20	≤ A 20		
			OD (mg/L)	8,05				≥ 7	≥ 7	≥ 7	≥ 7		
			SST (mg/l)	82				≤5 mg/l.	≤10mg/l.	< 10 mg/l.	<5 mg/l.		
			C.TOTALES	7200				≤1000 NMP	≤1000 NMP	≤1000 NMP	≤1000 NMP		
			C.FECALES	200				≤200 NMP	≤200 NMP	≤200 NMP	≤200 NMP		
			OLORES OFENSIVOS	N0				AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES		
			Sólidos flotantes	N0				AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES		
			PH	6,74				6,5 y 8,5	6,5 y 8,5	6,5 y 8,5	6,5 y 8,5		
			Sustancias de Interes Sanitario										
			COBALTO	0,02				**≤ 0,02**	**≤ 0,02**	**≤ 0,02**	**≤ 0,02**		IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCION MAS LIMPIA EN EL PROCESO DE EXTRACCION DE ORO
			ZINC	0,02				**0,018**	**1,018**	**0,018**	**1,018**		
			PLOMO	0,02				**≤ 0,02**	**≤ 0,02**	**≤ 0,02**	**≤ 0,02**		
			HIERRO	1,12				**0,1**	**0,1**	**0,1**	**0,1**		

TRAMO	CLASIFICACION DE LAS AGUAS		Parámetro	MEDIDO	USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL AGUA	USO PREPONDERANTE	USO PREPONDERANTE DE LA FUENTE	CRITERIO DE CALIDAD SEGÚN NORMA	OBJETIVO DE CALIDAD 0 A 3 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 3 A 5 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 5 A 10 AÑOS	JUSTIFICACIÓN	ACTIVIDADADES
3	CLASE I	CLASE II	DBO5 (mg/L)	2	AGRICOLA Y PECUARIO	AGRICOLA Y PECUARIO	AGROPECUARIO	≤ A 10		≤ A 10	≤ A 10		IMPLEMENTACIONDE PROGRAMAS AMBIENTALES
		X	DQO (mg/L)	20									
			OD (mg/L)	8				> 6		≥ 7	≥ 7		
			SST (mg/l)	105				≤ A 5		≤ A 5	≤ A 5		
			C.TOTALES	9800				< 5000		< 5000	< 5000		
			C.FECALES	1700				<1000		<1000	<1000		
			NITRATOS	0,5									
			OLORES OFENSIVOS	NO				AUSENTES		AUSENTES	AUSENTES	Olores Ofensivos y sustancias flotantes ausentes.	
			Sólidos flotantes	NO				AUSENTES		AUSENTES	AUSENTES		
			PH	7,04				4,5 y 9		4,5 y 9	4,5 y 9		
			Sustancias de Interes Sanitario					Sustancias de Interes Sanitario y otros, Cumplimiento Decreto 1594/84, decreto 3930 o Norma que lo sustituya, reglamente o modifique					
			COBALTO	0,02				**≤ 0,02**	**≤ 0,02**	**≤ 0,02**	**≤ 0,02**	SUSTANCIAS DE INTERES SANITARIO EN CUMPLIMIENTO CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE	SEGUIMIENTO AL SECTOR MINERO CON EL FIN DE TENER UN MAYOR CONTROL SOBRE LOS PROCESOS Y LA ADICION DE SUSTANCIAS DE INTERES SANITARIO
			ZINC	0,02				**0,018**	**1,018**	**0,018**	**1,018**		
			PLOMO	0,02				**≤ 0,02**	**≤ 0,02**	**≤ 0,02**	**≤ 0,02**		
			HIERRO	2,12				**0,1**	**0,1**	**0,1**	**0,1**		

Como se describió en la fase Prospectiva, para la recuperación y descontaminación del cauce principal de la quebrada Honda encaminada a la satisfacción de los usos potenciales preponderantes, es necesario la optimización y/o implementación de Sistemas o Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales al igual que la disminución de sustancias de interés sanitario los cuales requieren de recursos económicos, humanos y tiempos perentorios y graduales para la elaboración de los proyectos, diseños y ejecución de obras. Por lo tanto considerando que los Objetivos de Calidad están basados en los criterios normativos de calidad establecidos para cada uso preponderante, su cumplimiento y entrada en vigencia se definieron para el año 2022, tiempo para el cual se tiene proyectado el cumplimiento gradual de los escenarios de calidad establecidos.

En los tramos I y II de la quebrada Honda, los escenarios de calidad 2015, 2017 y 2022 establecen unos valores para los diferentes parámetros acordes con las obras de descontaminación proyectadas para cada periodo, volviéndose cada vez más restrictivos hasta llegar al Objetivo de Calidad requerido para la satisfacción de los usos preponderantes definidos.

Para el caso de los tramos I, II y III, los valores en cada escenario de calidad no difieren entre si y son muy similares al objetivo de calidad establecido, ya que las acciones a implementar para la satisfacción de los usos preponderantes es de preservación y mantenimiento de la calidad fisicoquímica y microbiológica determinada en el escenario actual modelado.

7.15 NECESIDADES DE IMPLEMENTACION U OPTIMIZACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRATAMIENTO

Para el cumplimiento y materialización del Escenario Factible, es necesario implementar u optimizar Sistemas o Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales que permitan remover los porcentajes de cargas contaminantes anteriormente justificados, además de cumplir con la normatividad vigente en cuanto a sustancias de interés sanitario cabe resaltar que en el tramo I el uso es más restrictivo debido a que se la más prioridad al consumo humano y a la preservación de áreas naturales.

Tabla 21. Cargas Contaminantes Sector Minero (Kilogramo/día y Tonelada/año)

INFORMACIÓN GENERAL SECTOR MINERO								AFLUENTE		% REMOCIÓN - SISTEMA DE TRATAMIENTO ACTUAL		EFLUENTE					
INFORMACIÓN GENERAL				PRODUCCIÓN	TIEMPO	CONCENTRACIÓN (mg/l)		CARGA CONTAMINANTE (Ton/Año)				CONCENTRACIONES		CARGA CONTAMINANTE (Ton/Año)		Carga Contaminante Removida	
No	USUARIO	MUNICIPIO	TRAMO	CAUDAL (m3/Dia)	(Dias/Mes)	DBO5	SST	DBO5	SST	DBO5	SST	DBO5	SST	DBO5	SST	DBO5	SST
1	MINA LA GOLONDRINA	LOS ANDES	QUEBRADA HONDA, Tramo II	259,2	30	2	65,2	0,187	6,084	90	50	0,2	32,6	0,0187	3,0420	0,168	3,042
2	MINA LA ESMERALDA	LOS ANDES	QUEBRADA HONDA, Tramo II	259,2	30	2	65,2	0,187	6,084	90	50	0,2	32,6	0,0187	3,0420	0,168	3,042
3	MINA LA REDENCION	LOS ANDES	QUEBRADA HONDA, Tramo II	259,2	30	2	65,2	0,187	6,084	90	50	0,2	32,6	0,0187	3,0420	0,168	3,042
4	MINA LA GUALCONDA	LOS ANDES	QUEBRADA HONDA, Tramo II	259,2	30	2	65,2	0,187	6,084	90	50	0,2	32,6	0,0187	3,0420	0,168	3,042
5	MINA LA VICTORIA	LOS ANDES	QUEBRADA HONDA, Tramo II	259,2	30	2	65,2	0,187	6,084	90	50	0,2	32,6	0,0187	3,0420	0,168	3,042
6	MINA LA NUEVA ESPARTA	LOS ANDES	QUEBRADA HONDA, Tramo II	345,6	30	2	141	0,249	17,543	90	50	0,2	70,5	0,0249	8,7713	0,224	8,771
7	MINA EL PITAL	LOS ANDES	QUEBRADA HONDA, Tramo II	259,2	30	2	65,2	0,187	6,084	90	50	0,2	32,6	0,0187	3,0420	0,168	3,042

Tabla 22. Cargas Contaminantes Sector Minero a Verter sobre el Cauce Principal de la Quebrada Honda - Escenario Factible 2017 (Kilogramo/día y Tonelada/año)

USUARIO	ESCENARIO TENDENCIAL SECTOR MINERO											
	REMOCION SISTEMA DE TRATAMIENTO ACTUAL (%)		PROYECCION AÑO 2013		PROYECCION AÑO 2014		PROYECCION AÑO 2015		PROYECCION AÑO 2016		PROYECCION AÑO 2017	
	DBO5	SST	DBO (Ton/Año)	SST (Ton/Año)	DBO (Ton/Año)	SST (Ton/Año)	DBO (Ton/Año)	SST (Ton/Año)	DBO (Ton/Año)	SST (Ton/Año)	DBO (Ton/Año)	SST (Ton/Año)
MINA LA GOLONDRINA	90	50	0,0189	3,088	0,0192	3,134	0,0195	3,181	0,0198	3,229	0,0201	3,2771
MINA LA ESMERALDA	90	50	0,0189	3,088	0,0192	3,134	0,0195	3,181	0,0198	3,229	0,0201	3,2771
MINA LA REDENCION	90	50	0,0189	3,088	0,0192	3,134	0,0195	3,181	0,0198	3,229	0,0201	3,2771
MINA LA GUALCONDA	90	50	0,0189	3,088	0,0192	3,134	0,0195	3,181	0,0198	3,229	0,0201	3,2771
MINA LA VICTORIA	90	50	0,0189	3,088	0,0192	3,134	0,0195	3,181	0,0198	3,229	0,0201	3,2771
MINA LA NUEVA ESPARTA	90	95	0,0253	8,903	0,0256	9,036	0,0260	9,172	0,0264	9,310	0,0268	9,4492
MINA EL PITAL	90	50	0,0189	3,088	0,0192	3,134	0,0195	3,181	0,0198	3,229	0,0201	3,2771

Tabla 23. Cargas Contaminantes a Verter Sector Minero sobre el Cauce Principal de la Quebrada Honda - Escenario Factible 2022 (Kilogramo/día y Tonelada/año)

USUARIO	ESCENARIO TENDENCIAL 2022 CON META DE OPTIMIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA SECTOR MINERO											
	REMOCION SISTEMA DE TRATAMIENTO EXIGIDO (%)		PROYECCION AÑO 2013		PROYECCION AÑO 2014		PROYECCION AÑO 2015		PROYECCION AÑO 2016		PROYECCION AÑO 2017	
	DBO_5	SST	DBO (Ton/Año)	SST (Ton/Año)	DBO (Ton/Año)	SST (Ton/Año)	DBO (Ton/Año)	SST (Ton/Año)	DBO (Ton/Año)	SST (Ton/Año)	DBO (Ton/Año)	SST (Ton/Año)
MINA LA GOLONDRINA	95	80	0,0095	1,2350	0,01	1,25	0,01	1,27	0,01	1,29	0,01	1,31
MINA LA ESMERALDA	95	80	0,0095	1,2350	0,01	1,25	0,01	1,27	0,01	1,29	0,01	1,31
MINA LA REDENCION	95	80	0,0095	1,2350	0,01	1,25	0,01	1,27	0,01	1,29	0,01	1,31
MINA LA GUALCONDA	95	80	0,0095	1,2350	0,01	1,25	0,01	1,27	0,01	1,29	0,01	1,31
MINA LA VICTORIA	95	80	0,0095	1,2350	0,01	1,25	0,01	1,27	0,01	1,29	0,01	1,31
MINA LA NUEVA ESPARTA	95	80	0,0126	3,5612	0,01	3,61	0,01	3,67	0,01	3,72	0,01	3,78
MINA EL PITAL	95	80	0,0095	1,2350	0,01	1,25	0,01	1,27	0,01	1,29	0,01	1,31

Tabla 24. Cargas Contaminantes sobre el Cauce Principal de la Quebrada Honda - (Kilogramo/día y Tonelada/año)

A continuación se presentan las cargas contaminantes de todas las entradas tanto de afluentes naturales como de afluentes con algún tipo de contaminación.

PARAMETROS	UNDS	QUEBRADA OSPINO			QUEBRADA PEÑA			QUEBRADA BOQUERON			AFLUENTE NATURAL		
		C	$q_{KG/D}$	TON/AÑO	C	$q_{KG/D}$	TON/AÑO	C	$q_{KG/D}$	TON/AÑO	C	$q_{KG/D}$	TON/AÑO
Q	LPS	24,15			14,2			12,11			9,5		
SST	mg/l	25	52,164	19,04	30	36,8064	13,434	30	31,38912	11,4570	30	24,624	8,98776
SD	mg/l	23	47,99088	17,52	28	34,35264	12,539	28	29,296512	10,6932	28	22,9824	8,388576
ALC.T	mg /l	15	31,2984	11,42	17	20,85696	7,613	17	17,787168	6,4923	17	13,9536	5,093064
NITRATO	mg /l	0,2	0,417312	0,15	0,2	0,245376	0,090	0,2	0,2092608	0,0764	0,2	0,16416	0,0599184
FOSF T	mg /l	0,5	1,04328	0,38	0,5	0,61344	0,224	0,5	0,523152	0,1910	0,5	0,4104	0,149796
N NTK	mg /l	0,1	0,208656	0,08	0,1	0,122688	0,045	0,1	0,1046304	0,0382	0,1	0,08208	0,0299592
DBO	mg /l	2	4,17312	1,52	2	2,45376	0,896	2	2,092608	0,7638	2	1,6416	0,599184
DQO	mg /l	20	41,7312	15,23	20	24,5376	8,956	20	20,92608	7,6380	20	16,416	5,99184

QUEBRADA HONDA LOS ANDES SOTOMAYOR							
	CALCULO DE CARGAS CAUCE PRINCIPAL QUEBRADA HONDA						
PARAMETROS	UNDS	AFLUENTE NATURAL			QUEBRADA NACEDERO		
		C	$q_{KG/D}$	TON/AÑO	C	$q_{KG/D}$	TON/AÑO
Q	LPS	17			25		
SST	mg/l	30	44,1	16,1	150	324,0	118,3
SD	mg/l	28	41,1	15,0	80	172,8	63,1
ALC.T	mg /l	17	25,0	9,1	30	64,8	23,7
NITRATO	mg /l	0,2	0,3	0,1	0,3	0,6	0,2
FOSF T	mg /l	0,5	0,7	0,3	0,5	1,1	0,4
N NTK	mg /l	0,1	0,1	0,1	2	4,3	1,6
DBO	mg /l	2	2,9	1,1	20	43,2	15,8
DQO	mg /l	20	29,4	10,7	40	86,4	31,5

Para el escenario factible 2017 se presenta una reducción de cargas contaminantes con respecto al escenario actual únicamente para los usuarios: del sector minero debido a que este es el principal agente contaminante de este zona, como son la mina la Golondrina, mina la Esmeralda, mina la Redención, mina la Gualconda, mina la Victoria, mina la Nueva Esparta y mina el Pital, ya que para el mencionado año se tiene contemplado el funcionamiento de los sistemas de tratamiento con las respectivas obras de optimización y estabilización. Además de esto se tiene contemplado la implementación de producción más limpia con el propósito de cumplir con los objetivos de calidad propuestos para este año.

Además Para el escenario factible 2017 se tiene contemplada disminución en concentración de sustancias de interés sanitario como mercurio cianuro entre otros, además de la adecuación e implementación de producción más limpia en el proceso de extracción de oro en cada una de las minas involucradas en el proceso de ordenación; por lo tanto las cargas contaminantes proyectadas para estas descargas son considerables ya que una de las metas para este año es la erradicación de las sustancias de interés sanitario dichas anteriormente en el proceso razón por la cual fueron incluidas en el respectivo cuadro.

Para el escenario factible 2022 se reducen las cargas contaminantes correspondientes a las descargas del sector minero con la adecuación de sistemas de tratamiento en cada mina que genere vertimientos con una remoción del 90% en dichos sistemas ya que para el mencionado año se contaría ya con la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales construida y estabilizada.

Como se describió y justificó en la etapa prospectiva, no se incluyeron obras para el tratamiento de aguas residuales domésticas vertidas a la quebrada Honda, debido a que los vertimientos domésticos que se ubican en la ribera de la quebrada en ordenamiento manejan pozos sépticos e infiltración por lo tanto las cargas contaminantes para estos establecimientos no son considerables, cabe resaltar que uno de los aspectos técnicos para el ordenamiento de esta corriente fue el sector minero asentado sobre la quebrada Honda.

De esta manera para el año 2022 se materializarían la totalidad de obras y proyectos, permitiendo poner en vigencia y aplicar el cumplimiento de los Objetivos de Calidad para el mantenimiento, recuperación y descontaminación del cauce principal de la quebrada Honda, haciendo que la calidad del recurso hídrico sea apta para la satisfacción de los usos preponderantes definidos.

7.16 PROPUESTA DE REGLAMENTACIÓN DE VERTIMIENTOS

De acuerdo a los escenarios factibles modelados, la reglamentación de vertimientos define las cargas máximas a verter en Sólidos Suspendidos Totales – SST y Demanda Bioquímica de Oxigeno - DBO por parte de cada usuario, con el fin de reducir las cargas contaminantes de manera gradual sobre el cauce principal de la quebrada Honda contribuyendo de esta manera al cumplimiento de los Objetivos de Calidad.

Cabe resaltar que el presente Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico se elaboró estando aún vigentes las Normas Mínimas de Vertimiento establecidas en el Decreto 1594 de 1984 y 3930 de 2010; por lo tanto una vez el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS establezca los nuevos criterios, de llegar a ser más restrictivos, deberán ser acatados e incluidos en la Reglamentación de Vertimientos.

Tabla 25. Reglamentación de Vertimientos para Usuarios del sector minero Cauce Principal de la Quebrada Honda

USUARIO	VERTIMIENTO ACTUAL			VERTIMIENTO 2015			VERTIMIENTO 2017			VERTIMIENTO 2022		
	CAUDAL LPS	CONCENTRACIÓN DBO mg/l	CARGA DBO TON/AÑO	CAUDAL LPS	CONCENTRACIÓN DBO mg/l	CARGA DBO TON/AÑO	CAUDAL LPS	CONCENTRACIÓN DBO mg/l	CARGA DBO TON/AÑO	CAUDAL LPS	CONCENTRACIÓN DBO mg/l	CARGA DBO TON/AÑO
MINA LA GOLONDRINA	3	**2**	0,189216	3	2	0,189216	3	2	0,189216	3	2	0,189216
MINA LA ESMERALDA	3	**2**	0,189216	3	2	0,189216	3	2	0,189216	3	2	0,189216
MINA LA REDENCION	3	**2**	0,189216	3	2	0,189216	3	2	0,189216	3	2	0,189216
MINA LA GUALCONDA	3	**2**	0,189216	3	2	0,189216	3	2	0,189216	3	2	0,189216
MINA LA VICTORIA	3	**2**	0,189216	3	2	0,189216	3	2	0,189216	3	2	0,189216
MINA LA NUEVA ESPARTA	4	**2**	0,252288	4	2	0,252288	4	2	0,252288	4	2	0,252288
MINA EL PITAL	3	**2**	0,189216	3	2	0,189216	3	2	0,189216	3	2	0,189216

Tabla 26. Reglamentación de Vertimientos para Usuarios del sector minero Cauce Principal de la Quebrada Honda

USUARIO	VERTIMIENTO ACTUAL			VERTIMIENTO 2015			VERTIMIENTO 2017			VERTIMIENTO 2022		
	CAUDAL LPS	CONCENTRACIÓN SST mg/l	CARGA SST TON/AÑO	CAUDAL LPS	CONCENTRACIÓN SST mg/l	CARGA SST TON/AÑO	CAUDAL LPS	CONCENTRACIÓN SST mg/l	CARGA SST TON/AÑO	CAUDAL LPS	CONCENTRACIÓN SST mg/l	CARGA SST TON/AÑO
MINA LA GOLONDRINA	3	**65,2**	6,1684416	3	32,6	3,0842208	3	32,6	3,0842208	3	6,52	0,61684416
MINA LA ESMERALDA	3	**65,2**	6,1684416	3	32,6	3,0842208	3	32,6	3,0842208	3	6,52	0,61684416
MINA LA REDENCION	3	**65,2**	6,1684416	3	32,6	3,0842208	3	32,6	3,0842208	3	6,52	0,61684416
MINA LA GUALCONDA	3	**65,2**	6,1684416	3	32,6	3,0842208	3	32,6	3,0842208	3	6,52	0,61684416
MINA LA VICTORIA	3	**65,2**	6,1684416	3	32,6	3,0842208	3	32,6	3,0842208	3	6,52	0,61684416
MINA LA NUEVA ESPARTA	4	**141**	17,786304	4	70,5	8,893152	4	70,5	8,893152	4	14,1	1,7786304
MINA EL PITAL	3	**65,2**	6,1684416	3	32,6	3,0842208	3	32,6	3,0842208	3	6,52	0,61684416

El escenario actual modelado en el presente documento evidencia claramente las condiciones de deterioro de la calidad de la quebrada Honda debido a las múltiples descargas de aguas residuales de origen industrial minero. La reglamentación de vertimientos está dirigida a la reducción de cargas contaminantes por parte de los usuarios actuales identificados en campo, con el fin de recuperar la calidad de la fuente hídrica para la satisfacción de los usos estipulados.

De acuerdo a lo anteriormente mencionado se sustenta el hecho que el cumplimiento de los objetivos de calidad no se logrará únicamente con la reducción de cargas contaminantes por parte de los usuarios existentes, sino también restringiendo o controlando la presencia de nuevas descargas por la ubicación de nuevas minas en la zona en la eventualidad que el Plan de Ordenamiento Territorial POT del municipio de los Andes Sotomayor defina esta situación.

7.17 VINCULACIÓN DE INSTRUMENTOS DE CONTROL Y PLANIFICACIÓN

Entre los Instrumentos de Control y Planificación existentes que se relacionan con el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH y que pueden aportar e influir para la materialización del Escenario Factible enfocado al mantenimiento y recuperación de la calidad del agua del cauce principal de la quebrada Honda así como la satisfacción de los usos definidos, se resaltan el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del municipio de los Andes Sotomayor, los Permisos de Vertimientos y Metas de Descontaminación concertadas con los usuarios industriales ubicados en el área de influencia de la Subcuenca Honda y las Concesiones de Agua y Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua para usuarios de la Subcuenca mencionada.

Programas y Proyectos 87 Plan de Acción para el Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua

Programa: CONCERVACION Y PROCTECION DE NACIMIENTOS Y AREAS PROTEGIDAS.
Número del proyecto: 002
Nombre del proyecto: Reforestación de las microcuencas abastecedoras
Componente al cual va dirigido: Reforestación
Relación Diagnostico-Proyecto (alto nivel de detalle: Cantidades, localización, etc., del problema y alcance del proyecto ante el mismo): reforestación de 35 has de la parte alta, media y baja de la microcuenca el cucho, quebrada Honda, Piscoyaco y el Limonál.
Problema: perdida del bosque por la deforestación e implementación del sector agrícola y ganadero
Justificación: la disminución excesiva de los caudales en temporada de verano.
Objetivos del proyecto: Objetivo General: reforestar 35 has entre las microcuencas el Cucho, Quebrada Honda, Piscoyaco y el Limonál.
Objetivos específicos: • Recuperar bosque del os sectores el cucho, quebrada Honda , Piscoyaco y el Limonál • Establecer los límites ante la comunidad establecidas en las microcuencas, de las zonas protegidas y la frontera agrícola • Reforestar con árboles nativos de cada sector
Lugar donde se va ejecutar: la parte alta, media y baja de las microcuencas el Cucho, Quebrada Honda, Piscoyaco y el Limonál
Obras y actividades a desarrollar: actividades: • Creación de viveros para cada microcuenca • Encerramiento de los sectores a reforestar • Trabajo con la comunidad
Tiempo necesario para su ejecución: cinco años
Recursos necesarios: • Humanos: Ingeniero agroforestal y ambiental, mano de obra no calificada • Logísticos: computador, GPS, papelería • Económicos: $54530350
Responsables de su ejecución: • Administración Municipal • Secretaria de agricultura

Permisos de Vertimientos y Metas de Descontaminación:

En la Quebrada Honda se encuentran ubicadas varias empresas del sector industrial Minero generadoras de vertimientos que son dispuestos al suelo y/o fuentes superficiales. De acuerdo a la Normatividad Ambiental Vigente todo usuario generador de aguas residuales debe cumplir con las Normas de Vertimiento vigentes antes de su disposición final, para lo cual debe tramitar el respectivo Permiso de Vertimientos o ser usuario adscrito a un Prestador de Servicio Público de Alcantarillado, pero que debido a que en esta zona aún no se ha construido ningún sistema de alcantarillado todos los usuarios realizan sus descargas directamente a la fuente principal.

De igual manera CORPONARIÑO por medio del Programa de Tasas Retributivas pretende incluirlo al sector minero tomando como referencia el decreto 3100 de 2003 hace mención que todos los usuarios que realicen vertimientos puntuales son considerados como sujetos pasivos que están generando de alguna manera algún tipo de impacto negativo sobre el recurso hídrico por lo tanto cada uno de estos establecimientos deben retribuir de alguna forma la afectación que están causando.

Este instrumento de control articulado al PORH permitirá regular las cargas contaminantes vertidas por los usuarios incidiendo en el mejoramiento de la calidad de los afluentes naturales receptores que desembocan en la quebrada Honda, favoreciendo el cumplimiento de los Objetivos de Calidad trazados para el Cauce Principal.

En la siguiente tabla se enumeran los usuarios industriales y de servicios que vierten al suelo y/o afluentes naturales que confluyen en la quebrada Honda, identificando la acción de control a desarrollar por parte de la Autoridad Ambiental Competente respecto al cumplimiento de las Normas de Vertimiento Temporalmente Vigentes (Decreto 1594/84 Artic. 72 a 79) hasta tanto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS expida el respectivo Acto Administrativo con los nuevos criterios y valores admisibles.

TABLA 24.CONDICIONES ACTUALES DE USUARIOS QUE GENERAN VERTIMIENTOS Y DESCARGAN A LA CORRIENTE HÍDRICA EN ORDENAMIENTO

EMPRESA	TIPO DE VERTIMIENTO	DISPOSICION FINAL	CUENTA CON STAR	ESTADO ACTUAL	ACCION DE CONTROL
MINA LA GOLONDRINA	INDUSTRIAL MINERO	SUELO Y POTREROS	EL ESTABLECIMIENTO CUENTA CON STAR PERO NO ESTA EN FUNCIONAMIENTO	LA MINA LA GOLONDRINA SOLO ESTA EXTRAYENDO MATERIAL PERO ESTE SE LO LLEVA A PROCESAR A LA PLANTA UBICADA EN EL CASCO URBANO DE LOS ANDES SOTOMAYOR	VERIFICACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS TECNICOS PROPUESTOS POR LA AUTORIDAD AMBIENTAL
MINA LA ESMERALDA	INDUSTRIAL MINERO	SUELO Y POTREROS	EL ESTABLECIMIENTO CUENTA CON STAR PERO HAY LA NECESIDAD DE OPTIMIZARLA	LA MINA LA ESMERALDA ESTA EXTRAYENDO MATERIAL Y TAMBIEN ESTA REALIZANDO PROCESO DE EXTRACCION DE ORO POR LO TANTO EL VERTIMIENTO DESPUES DE PASAR SOBRE EL SISTEMA ES DISPUESTO FINALMENTE SOBRE EL SUELO POR MEDIO DE INFILTRACIÓN	VERIFICACION DE NORMAS DE VERTIMIENTO
MINA LA REDENCION	INDUSTRIAL MINERO	SUELO Y POTREROS	EL ESTABLECIMIENTO NO CUENTA CON STAR	LA MINA LA REDENCION SOLO ESTA EXTRAYENDO MATERIALPOR LO TANTO ESTE NO GENERA NINGUN TIPO DE VERTIMIENTO	VERIFICACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS TECNICOS PROPUESTOS POR LA AUTORIDAD AMBIENTAL CON RESPECTO A LAS CONDICIONES DE EXTRACCION DE ORO.
MINA LA GUALCONDA	INDUSTRIAL MINERO	QUEBRADA HONDA	EL ESTABLECIMIENTO CUENTA CON STAR	LA MINA LA GUALCONDA ESTA EXTRAYENDO MATERIAL Y TAMBIEN ESTA REALIZANDO PROCESO DE EXTRACCION DE ORO POR LO TANTO ES GENERADOR DE VERTIMIENTO CABE ACLARAR QUE ESTE SE REALIZA DESPUES DE PASAR POR EL SISTEMA PARA FINALMENTE DE DISPUESTO SOBRE LA CORRIENTE HIDRICA PRINCIPAL	VERIFICACION DE NORMAS DE VERTIMIENTO

MINA LA VICTORIA	INDUSTRIAL MINERO	QUEBRADA HONDA	EL ESTABLECIMIENTO CUENTA CON STAR PERO SE ENCUENTRA EN MALAS CONDICIONES	LA MINA LA VICTORIA ESTA EXTRAYENDO MATERIAL Y TAMBIEN ESTA REALIZANDO PROCESO DE EXTRACCION DE ORO POR LO TANTO ES GENERADOR DE VERTIMIENTO CABE ACLARAR QUE ESTE SE REALIZA DESPUES DE PASAR POR EL SISTEMA PARA FINALMENTE DE DISPUESTO SOBRE LA CORRIENTE HIDRICA PRINCIPAL	VERIFICACION DE NORMAS DE VERTIMIENTO
MINA LA NUEVA ESPARTA	INDUSTRIAL MINERO	QUEBRADA HONDA	EL ESTABLECIMIENTO CUENTA CON STAR	LA MINA LA NUEVA ESPARTA ESTA EXTRAYENDO MATERIAL Y TAMBIEN ESTA REALIZANDO PROCESO DE EXTRACCION DE ORO POR LO TANTO ES GENERADOR DE VERTIMIENTO CABE ACLARAR QUE DURANTE EL TRABAJO DE CAMPO ESTA MINA NO SE ENCONTRABA EN FUNCIONAMIENTO POR QUE ESTABA EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.	VERIFICACION DE NORMAS DE VERTIMIENTO Y VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS TECNICOS PROPUESTOS POR LA AUTORIDAD AMBIENTAL CON RESPECTO A LAS CONDICIONES DE EXTRACCION DE ORO.
MINA EL PITAL	INDUSTRIAL MINERO	SUELO Y POTREROS	EL ESTABLECIMIENTO CUENTA CON STAR PERO NO ESTA EN FUNCIONAMIENTO	LA MINA LA REDENCION SOLO ESTA EXTRAYENDO MATERIALPOR LO TANTO ESTE NO GENERA NINGUN TIPO DE VERTIMIENTO	VERIFICACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS TECNICOS PROPUESTOS POR LA AUTORIDAD AMBIENTAL CON RESPECTO A LAS CONDICIONES DE EXTRACCION DE ORO.

Concesiones de Agua y Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua PRUEAA:

Como instrumentos de control y administración del recurso hídrico en lo que respecta al aprovechamiento de agua para la satisfacción de los distintos usos estipulados por la normatividad vigente, se encuentran las Concesiones de Agua y los Planes o Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua.

En el recorrido de campo por los predios y campos aledaños al cauce principal de la quebrada Honda se identificaron captaciones tanto de corrientes superficiales como de afloramientos para los diferentes usos principalmente uso doméstico y uso industrial.

La articulación de estos Instrumentos con el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH permitirá levantar una línea base de las captaciones de agua que se efectúan principalmente de la quebrada Honda, estableciendo un programa o red de monitoreo para la verificación del cumplimiento de los aspectos relacionados con caudal, destinación o usos, cantidad de usuarios y ejecución de obras civiles para la regulación de caudales, estipulados en cada una de las Resoluciones de aprobación de Concesiones de Aguas.

Este instrumento como material de apoyo respalda significativamente el proceso de ordenamiento debido a que se cuenta con un trabajo de usuarios ya identificados que hacen uso del caudal del cauce principal en mención. Con base en lo anterior se pretende aumentar las acciones de control a desarrollar por parte de la Autoridad Ambiental Competente respecto al cumplimiento de los compromisos estipulados en el Acto Administrativo de aprobación, a la legalización de captaciones y a la implementación de los PUEAA. El cumplimiento de las acciones de control contribuirá a la resolución de conflictos entre los usuarios y permitirá establecer la capacidad de abastecimiento de la corriente hídrica para la aprobación o prohibición de nuevas concesiones de agua.

7.18. METAS DE DESCONTAMINACIÓN

Fundamentado en el Decreto 3440 del 21 de octubre de 2004, para el cumplimiento de los Objetivos de Calidad trazados para el cauce principal de la quebrada Honda, CORPONARIÑO estableció unas metas de reducción de cargas

contaminantes para cada uno de los usuarios existentes identificados en campo y descritos en la Topología, esto se realizará en un periodo a corto, mediano y largo plazo.

Las cargas a reducir expresadas en toneladas/año, corresponden a la diferencia de los valores de cargas contaminantes establecidas en la reglamentación de vertimientos para cada escenario factible (2015, 2017 y 2022). La meta de descontaminación podrá cumplirse o llevarse a cabo siempre y cuando se solvente la necesidad de optimización, y/o tratamiento determinada para cada usuario que descarga al cauce principal de la quebrada Honda.

Tabla 28: Reducción de Cargas de DBO y SST a Usuarios que Descargan al Cauce Principal de la Quebrada Honda

USUARIO	REDUCCIÓN DE CARGA ANTES DE 2015		REDUCCIÓN DE CARGA ANTES DE 2022		NECESIDAD O CONDICIONES PARA CUMPLIR CON LA REDUCCIÓN DE CARGAS
	CARGA DBO TON/AÑO	CARGA SST TON/AÑO	CARGA DBO TON/AÑO	CARGA SST TON/AÑO	
MINA LA GOLONDRINA	0,189216	6,1684416	0,189216	0,61684416	OPTIMIZACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL STAR POR ENCIMA DE 80% DE REMOCION EN UN PERIODO DE 2013 A 2016 SI ESTUBIERA EN FUNCIONAMIENTO
MINA LA ESMERALDA	0,189216	6,1684416	0,189216	0,61684416	OPTIMIZACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL STAR POR ENCIMA DE 80% DE REMOCION EN UN PERIODO DE 2013 A 2016
MINA LA REDENCION	0,189216	6,1684416	0,189216	0,61684416	CONSTRUCCIÓN DEL STAR Y REMOCIÓN POR ENCIMA DE 80% EN UN PERIODO DE 2013 A 2016 SI REALIZÁRA PROCESO EN EL MISMO LUGAR
MINA LA GUALCONDA	0,189216	6,1684416	0,189216	0,61684416	OPTIMIZACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL STAR POR ENCIMA DE 80% DE REMOCION EN UN PERIODO DE 2013 A 2016
MINA LA VICTORIA	0,189216	6,1684416	0,189216	0,61684416	OPTIMIZACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL STAR POR ENCIMA DE 80% DE REMOCION EN UN PERIODO DE 2013 A 2016
MINA LA NUEVA ESPARTA	0,252288	17,786304	0,252288	1,7786304	CONSTRUCCIÓN ESTABILIZACIÓN DEL STAR POR ENCIMA DE 80% DE REMOCION EN UN PERIODO DE 2013 A 2022
MINA EL PITAL	0,189216	6,1684416	0,189216	0,61684416	OPTIMIZACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL STAR POR ENCIMA DE 80% DE REMOCION EN UN PERIODO DE 2013 A 2016

7.19 TASA RETRIBUTIVA

Acorde con la Normatividad Ambiental vigente (Decretos 3100/03 y 3440/04), la Tasa Retributiva es el cobro que efectúa la Autoridad Ambiental Competente a las personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado por la utilización del recurso hídrico como receptor de vertimientos puntuales.

El cobro anual se efectúa con base en los parámetros fisicoquímicos de Sólidos Suspendidos Totales – SST y Demanda Bioquímica de Oxigeno – DBO y su costo varía o fluctúa dependiendo de la cantidad de carga contaminante que se vierta a la fuente hídrica, del cumplimiento de las Normas de Vertimiento y del cumplimiento de las metas de descontaminación.

Para el caso de los usuarios que vierten al cauce principal de la quebrada Honda, se calculó y estimó el valor de la Tasa Retributiva considerando tres proyecciones o escenarios de cobro en las cuales se evidencia claramente las consecuencias económicas que traería para cada usuario continuar descargando las aguas residuales industriales de tipo minero en las condiciones actuales descritas en la fase de Diagnóstico:

7.19.1. Escenario con Cobro de Tarifa Mínima: Corresponde a la proyección anual de la Tasa Retributiva hasta el 2022 considerando unas cargas contaminantes de SST y DBO en Kilogramo/año vertidas acorde con el Escenario Tendencial modelado.

El escenario de cobro se presentaría en el caso de que no se implementara el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Honda y continúen efectuándose las descargas en las mismas condiciones evidenciadas en el escenario actual considerando el aumento gradual de la contaminación debido al aumento en producción de extracción de oro.

El valor total de la Tasa Retributiva con Tarifa Mínima para el cauce principal de la quebrada Honda en el año 2021 seria de: TREINTA Y CINCO MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y UN MIL CUARENTA Y TRES pesos $ 35.561.043

7.19.2. Escenario de Cobro Sin Cumplimiento de las Metas de Descontaminación: Corresponde a la proyección anual de la Tasa Retributiva hasta el 2022 considerando unas cargas contaminantes de SST y DBO en

Kilogramo/año vertidas sin cumplir con los valores reglamentados en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

El escenario de cobro se presentaría en el caso que esté en aplicación el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Honda y que los usuarios estén incumpliendo con la Reglamentación de Vertimientos y Metas de Descontaminación ahí aprobadas.

Considerando la aplicación de un factor regional por el incumplimiento anual de las Metas de Descontaminación, el valor total de la Tasa Retributiva para el cauce principal de la quebrada Honda en el año 2022 seria de: CIENTO CUARENTA Y TRES MILLONES SEISCIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS PESOS $ 143.698.356

7.19.3. Escenario de Cobro Con Cumplimiento de las Metas de Descontaminación: Corresponde a la proyección anual de la Tasa Retributiva hasta el 2022 considerando unas cargas contaminantes de SST y DBO en Kilogramo/año vertidas cumpliendo con los valores reglamentados en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

El escenario de cobro se presentaría en el caso que este en aplicación el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Honda y que los usuarios estén cumpliendo con la Reglamentación de Vertimientos y Metas de Descontaminación ahí aprobadas, debido a la materialización de los proyectos de optimización, implementación de sistemas o plantas de tratamiento del sector minero asentado sobre la quebrada Honda.

El valor total de la Tasa Retributiva con Cumplimiento de Metas de Descontaminación para el cauce principal de la quebrada Honda en el año 2022 seria de: QUINCE MILLONES SETENTA Y CUATRO MIL DOCIENTOS CINCUENTA PESOS $ 15.074.250,5

Por lo tanto desde el punto de vista económico, la aplicación y cumplimiento del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Honda reduce notablemente el valor de la Tasa Retributiva a pagar por parte de cada uno de los usuarios de vertimientos identificados.

A continuación se presentan las tablas y un gráfico comparativo en donde se evidencia el comportamiento de la Tasa Retributiva desde el año 2013 hasta el año 2022 para cada uno de los escenarios de cobro descritos.

Tabla 29. Tasa Retributiva – Escenario con Cobro de Tarifa Mínima 2013 a 2017

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA HONDA															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MINIMA															
USUARIO	2013			2014			2015			2016			2017		
	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA
	DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST	
MINA LA GOLONDRINA	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 337.549,20	193,784431	6317,37245	$ 354.580,58	196,11	6393,18	$ 372.471,30	198,463	6469,90	$ 391.264,71
MINA LA ESMERALDA	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 337.549,20	193,784431	6317,37245	$ 354.580,58	196,11	6393,18	$ 372.471,30	198,463	6469,90	$ 391.264,71
MINA LA REDENCION	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 337.549,20	193,784431	6317,37245	$ 354.580,58	196,11	6393,18	$ 372.471,30	198,463	6469,90	$ 391.264,71
MINA LA GUALCONDA	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 337.549,20	193,784431	6317,37245	$ 354.580,58	196,11	6393,18	$ 372.471,30	198,463	6469,90	$ 391.264,71
MINA LA VICTORIA	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 337.549,20	193,784431	6317,37245	$ 354.580,58	196,11	6393,18	$ 372.471,30	198,463	6469,90	$ 391.264,71
MINA LA NUEVA ESPARTA	252,288	17786,304	$ 893.238,4	255,315456	17999,7396	$ 938.307,65	258,379241	18215,7365	$ 985.650,90	261,48	18434,33	$ 1.035.382,90	264,618	18655,54	$ 1.087.624,18
MINA EL PITAL	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 337.549,20	193,784431	6317,37245	$ 354.580,58	196,11	6393,18	$ 372.471,30	198,463	6469,90	$ 391.264,71
			$ 2.821.253,7			$ 2.963.602,84			$ 3.113.134,39			$ 3.270.210,70			$ 3.435.212,45

Tabla 30. Tasa Retributiva – Escenario con Cobro de Tarifa Mínima 2018 a 2022

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA HONDA															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MINIMA															
USUARIO	2018			2019			2020			2021			2022		
	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA
	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA
MINA LA GOLONDRINA	200,84	6547,54	$ 411.006,36	203,25	6626,11	$ 431.744,10	205,69	6705,62	$ 453.528,18	208,16	6786,09	476411,40	210,66	6867,52	$ 500.449,21
MINA LA ESMERALDA	200,84	6547,54	$ 411.006,36	203,25	6626,11	$ 431.744,10	205,69	6705,62	$ 453.528,18	208,16	6786,09	476411,40	210,66	6867,52	$ 500.449,21
MINA LA REDENCION	200,84	6547,54	$ 411.006,36	203,25	6626,11	$ 431.744,10	205,69	6705,62	$ 453.528,18	208,16	6786,09	476411,40	210,66	6867,52	$ 500.449,21
MINA LA GUALCONDA	200,84	6547,54	$ 411.006,36	203,25	6626,11	$ 431.744,10	205,69	6705,62	$ 453.528,18	208,16	6786,09	476411,40	210,66	6867,52	$ 500.449,21
MINA LA VICTORIA	200,84	6547,54	$ 411.006,36	203,25	6626,11	$ 431.744,10	205,69	6705,62	$ 453.528,18	208,16	6786,09	476411,40	210,66	6867,52	$ 500.449,21
MINA LA NUEVA ESPARTA	267,79	18879,40	$ 1.142.501,35	271,01	19105,96	$ 1.200.147,40	274,26	19335,23	$ 1.260.702,03	277,55	19567,25	1324312,01	280,88	19802,06	$ 1.391.131,50
MINA EL PITAL	200,84	6547,54	$ 411.006,36	203,25	6626,11	$ 431.744,10	205,69	6705,62	$ 453.528,18	208,16	6786,09	476411,40	210,66	6867,52	$ 500.449,21
			$ 3.608.539,53			$ 3.790.612,00			$ 3.981.871,12			$ 4.182.780,41			$ 4.393.826,77

Tabla 31. Tasa Retributiva – Escenario de Cobro Sin Cumplimiento de Metas 2013 a 2017

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA HONDA															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2013			2014			2015			2016			2017		
	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA
	DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST	
MINA LA GOLONDRINA	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 463.538,84	193,784431	6317,37245	$ 784.706,94	196,11	6393,18	$ 1.206.616,79	198,463	6469,90	$ 1.705.614,42
MINA LA ESMERALDA	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 463.538,84	193,784431	6317,37245	$ 784.706,94	196,11	6393,18	$ 1.206.616,79	198,463	6469,90	$ 1.705.614,42
MINA LA REDENCION	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 463.538,84	193,784431	6317,37245	$ 784.706,94	196,11	6393,18	$ 1.206.616,79	198,463	6469,90	$ 1.705.614,42
MINA LA GUALCONDA	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 463.538,84	193,784431	6317,37245	$ 784.706,94	196,11	6393,18	$ 1.206.616,79	198,463	6469,90	$ 1.705.614,42
MINA LA VICTORIA	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 463.538,84	193,784431	6317,37245	$ 784.706,94	196,11	6393,18	$ 1.206.616,79	198,463	6469,90	$ 1.705.614,42
MINA LA NUEVA ESPARTA	252,288	17786,304	$ 893.238,4	255,315456	17999,7396	$ 1.301.590,65	258,379241	18215,7365	$ 2.225.892,54	261,48	18434,33	$ 3.440.587,70	264,618	18655,54	$ 4.877.466,90
MINA EL PITAL	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 463.538,84	193,784431	6317,37245	$ 784.706,94	196,11	6393,18	$ 1.206.616,79	198,463	6469,90	$ 1.705.614,42
			$ 2.821.253,7			$ 4.082.823,67			$ 6.934.134,15			$ 10.680.288,47			$ 15.111.153,43

Tabla 32. Tasa Retributiva – Escenario de Cobro Sin Cumplimiento de Metas 2018 a 2022

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA HONDA															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2018			2019			2020			2021			2022		
	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA
	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA
MINA LA GOLONDRINA	200,84	6547,54	$ 2.060.135,84	203,25	6626,11	$ 2.244.655,91	205,69	6705,62	$ 2.357.912,27	208,16	6786,09	2476883,09	210,66	6867,52	$ 2.601.856,71
MINA LA ESMERALDA	200,84	6547,54	$ 2.060.135,84	203,25	6626,11	$ 2.244.655,91	205,69	6705,62	$ 2.357.912,27	208,16	6786,09	2476883,09	210,66	6867,52	$ 2.601.856,71
MINA LA REDENCION	200,84	6547,54	$ 2.060.135,84	203,25	6626,11	$ 2.244.655,91	205,69	6705,62	$ 2.357.912,27	208,16	6786,09	2476883,09	210,66	6867,52	$ 2.601.856,71
MINA LA GUALCONDA	200,84	6547,54	$ 2.060.135,84	203,25	6626,11	$ 2.244.655,91	205,69	6705,62	$ 2.357.912,27	208,16	6786,09	2476883,09	210,66	6867,52	$ 2.601.856,71
MINA LA VICTORIA	200,84	6547,54	$ 2.060.135,84	203,25	6626,11	$ 2.244.655,91	205,69	6705,62	$ 2.357.912,27	208,16	6786,09	2476883,09	210,66	6867,52	$ 2.601.856,71
MINA LA NUEVA ESPARTA	267,79	18879,40	$ 5.897.659,96	271,01	19105,96	$ 6.427.561,82	274,26	19335,23	$ 6.751.870,88	277,55	19567,25	7092543,28	280,88	19802,06	$ 7.450.404,64
MINA EL PITAL	200,84	6547,54	$ 2.060.135,84	203,25	6626,11	$ 2.244.655,91	205,69	6705,62	$ 2.357.912,27	208,16	6786,09	2476883,09	210,66	6867,52	$ 2.601.856,71
			$ 18.258.475,00			$ 19.895.497,29			$ 20.899.344,51			$ 21.953.841,83			$ 23.061.544,88

Tabla 33. Tasa Retributiva – Escenario de Cobro Con Cumplimiento de Metas 2013 a 2017

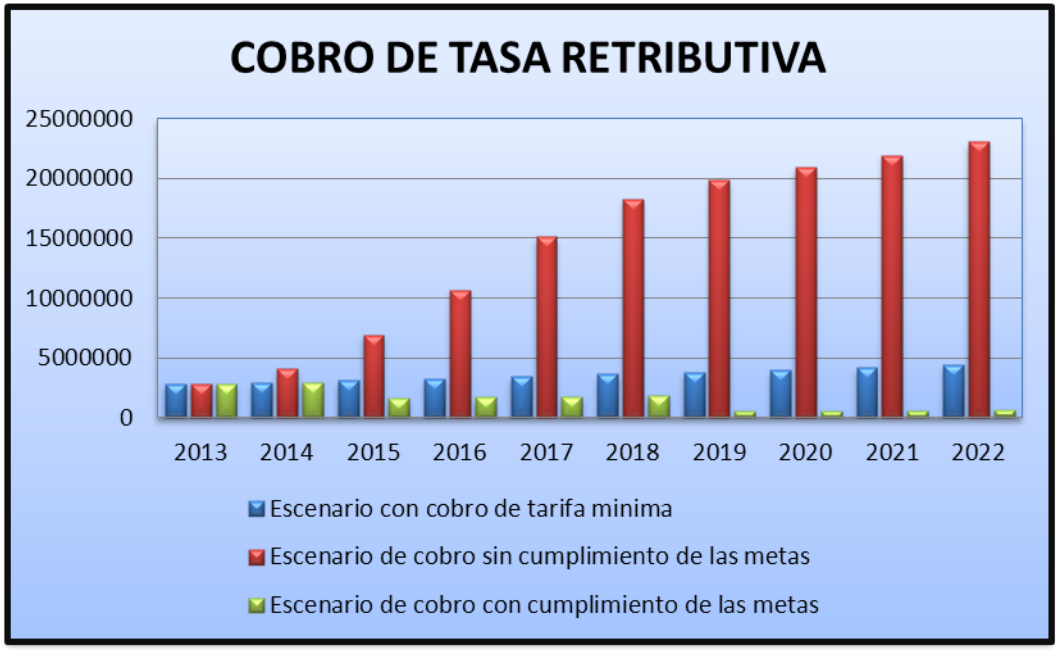
PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA HONDA															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2013			2014			2015			2016			2017		
	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA
	DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST	
MINA LA GOLONDRINA	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 337.549,20	193,784431	3084,2208	$ 185.247,31	196,11	3121,23	$ 194.594,15	198,463	3158,69	$ 204.412,59
MINA LA ESMERALDA	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 337.549,20	193,784431	3084,2208	$ 185.247,31	196,11	3121,23	$ 194.594,15	198,463	3158,69	$ 204.412,59
MINA LA REDENCION	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 337.549,20	193,784431	3084,2208	$ 185.247,31	196,11	3121,23	$ 194.594,15	198,463	3158,69	$ 204.412,59
MINA LA GUALCONDA	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 337.549,20	193,784431	3084,2208	$ 185.247,31	196,11	3121,23	$ 194.594,15	198,463	3158,69	$ 204.412,59
MINA LA VICTORIA	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 337.549,20	193,784431	3084,2208	$ 185.247,31	196,11	3121,23	$ 194.594,15	198,463	3158,69	$ 204.412,59
MINA LA NUEVA ESPARTA	252,288	17786,304	$ 893.238,4	255,315456	17999,7396	$ 938.307,65	258,379241	8893,152	$ 497.389,32	261,48	8999,87	$ 522.485,60	264,618	9107,87	$ 548.848,13
MINA EL PITAL	189,216	6168,4416	$ 321.335,9	191,486592	6242,4629	$ 337.549,20	193,784431	3084,2208	$ 185.247,31	196,11	3121,23	$ 194.594,15	198,463	3158,69	$ 204.412,59
			$ 2.821.253,7			$ 2.963.602,84			$ 1.608.873,19			$ 1.690.050,50			$ 1.775.323,69

Tabla 34. Tasa Retributiva – Escenario de Cobro Con Cumplimiento de Metas 2018 a 2022

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA HONDA															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2018			2019			2020			2021			2022		
	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA
	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA
MINA LA GOLONDRINA	200,84	3196,59	$ 214.726,43	203,25	616,84	$ 66.379,11	205,69	624,25	$ 69.728,34	208,16	631,74	73246,55	210,66	639,32	$ 76.942,28
MINA LA ESMERALDA	200,84	3196,59	$ 214.726,43	203,25	616,84	$ 66.379,11	205,69	624,25	$ 69.728,34	208,16	631,74	73246,55	210,66	639,32	$ 76.942,28
MINA LA REDENCION	200,84	3196,59	$ 214.726,43	203,25	616,84	$ 66.379,11	205,69	624,25	$ 69.728,34	208,16	631,74	73246,55	210,66	639,32	$ 76.942,28
MINA LA GUALCONDA	200,84	3196,59	$ 214.726,43	203,25	616,84	$ 66.379,11	205,69	624,25	$ 69.728,34	208,16	631,74	73246,55	210,66	639,32	$ 76.942,28
MINA LA VICTORIA	200,84	3196,59	$ 214.726,43	203,25	616,84	$ 66.379,11	205,69	624,25	$ 69.728,34	208,16	631,74	73246,55	210,66	639,32	$ 76.942,28
MINA LA NUEVA ESPARTA	267,79	9217,16	$ 576.540,82	271,01	1778,63	$ 146.640,98	274,26	1799,97	$ 154.039,90	277,55	1821,57	161812,14	280,88	1843,43	$ 169.976,53
MINA EL PITAL	200,84	3196,59	$ 214.726,43	203,25	616,84	$ 66.379,11	205,69	624,25	$ 69.728,34	208,16	631,74	73246,55	210,66	639,32	$ 76.942,28
			$ 1.864.899,42			$ 544.915,65			$ 572.409,91			$ 601.291,43			$ 631.630,19

Tabla. 35 y Grafica 31: Comparativo Escenarios de Cobro de la Tasa Retributiva – Valores Totales

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Escenario con cobro de tarifa minima	2821253,67	2963602,84	3113134,39	3270210,7	3435212,45	3608539,53	3790612	3981871,12	4182780,41	4393826,77
Escenario de cobro sin cumplimiento de las metas	2821253,67	4082823,67	6934134,15	10680288,5	15111153,4	18258475	19895497,3	20899344,5	21953841,8	23061544,9
Escenario de cobro con cumplimiento de las metas	2821253,67	2963602,84	1608873,19	1690050,5	1775323,69	1864899,42	544915,651	572409,915	601291,43	631630,19



7.19.4 PROGRAMAS Y PROYECTOS

Para la materialización del Plan de Ordenamiento se requiere de la aplicación de unos proyectos, los cuales se han agrupado en cuatro líneas o programas de desarrollo:

- Programa 1. Descontaminación y Recuperación de la Calidad de la Quebrada Honda: agrupa proyectos encaminados a la optimización de sistemas de tratamiento, construcción de Plantas de Tratamiento, mejoramiento de la infraestructura y eliminación de puntos de vertimiento lo que permitirá recuperar la calidad fisicoquímica y bacteriológica de la quebrada Honda además del cumplimiento de los Objetivos de Calidad trazados para la satisfacción de los usos definidos.

- Programa 2. Protección y Conservación de la Calidad y Cantidad de la Quebrada Honda: agrupa proyectos dirigidos al mantenimiento de la calidad del agua en los tramos I y parte del tramo II de la quebrada Honda que cumplen con los criterios de calidad para la satisfacción de los usos definidos. Incluye también los proyectos encaminados a la protección y restauración de la ronda hídrica de la Quebrada así como también las acciones para regular y controlar las captaciones de agua sobre el Cauce Principal.

- Programa 3. Gestión Integral del Riesgo: agrupa las acciones que deben tenerse en cuenta para la mitigación de los riesgos asociados a cantidad y calidad del recurso hídrico del cauce principal de la quebrada Honda, identificados en la etapa de Diagnostico.

- Programa 4. Seguimiento y Monitoreo al Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada Honda: agrupa las acciones de control y monitoreo que deben efectuarse por parte de los actores involucrados para verificar el cumplimiento de los compromisos de descontaminación y de reducción de cargas contaminantes así como de las condiciones de la Quebrada para el cumplimiento de los Objetivos de Calidad. Incluye también los proyectos de fortalecimiento institucional.

Otro aspecto a mencionar es que la ejecución de los proyectos propuestos en los programas 1 y 2 contribuirán también a la mitigación y prevención de los riesgos asociados con el desabastecimiento de agua, con la disminución del caudal natural y con la contaminación de la quebrada Honda. Por lo tanto en el programa de Gestión Integral del Riesgo se incluyen únicamente los proyectos que están

dirigidos a la prevención de inundaciones y desbordamientos que podrían afectar el sector minero.

7.19.5 MATRIZ DE PROGRAMAS Y PROYECTOS:

Los programas y proyectos del Plan Ordenamiento del Recurso hídrico de la quebrada Honda se describen de manera detallada en la siguiente matriz:

Tabla 36. Matriz de Programas y Proyectos - PORH Quebrada Honda

PROGRAMA	PROYECTOS	ACTIVIDADES	METAS	INDICADOR	COSTOS	RESPONSABLE	PERIODO DE EJECUCIÓN
DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA HONDA	Optimización del Sistema de Tratamiento STAR de cada una de plantas de extracción de oro que cuenten con sistema.	- Caracterización previa del STAR - Mantenimiento de unidades - Uso eficiente y ahorro del agua - Implementación de unidades para el manejo de lodos - Caracterización posterior del STAR - Tramite de legalización y actualización del Permiso de Vertimientos	- STAR optimizado al 90% de remoción	- Porcentaje de remoción de cargas contaminantes - Cargas a verter - Meta de Descontaminación	$6.000.000	Laboratorio acreditado por el IDEAM en parámetros según el decreto 1594/84 y 3930 de 2010	2013 a 2015
PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LA QUEBRADA HONDA	Restauración y Recuperación de la Ronda Hídrica	- Concertación con propietarios - Delimitación de la Ronda Hídrica - Jornadas de reforestación - Mantenimiento y preservación de las áreas reforestadas y recuperadas	69 hectáreas reforestadas por encima de la cota 2400 mts	Numero de Has reforestadas frente al total proyectado	$151.800.000	ALCALDIA DE LOS ANDES SOTOMAYOR CORPONARIÑO, PROPIETARIOS DE PREDIOS	2013 a 2020

PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LA QUEBRADA HONDA	Protección y reforestación de las áreas de captación de agua	- Concertación con propietarios - Adquisición de Predios - Jornadas de reforestación - Mantenimiento y preservación de las áreas reforestadas y recuperadas	Total de áreas de captación de agua reforestadas	Número de hectáreas reforestadas frente al total proyectado	$200.000.000	ALCALDIA DE LOS ANDES SOTOMAYOR, CORPONARIÑO, PROPIETARIOS DE PREDIOS, USUARIOS DE CONCESIONES DE AGUAS	2013 a 2018
	Campañas de sensibilización de uso eficiente y ahorro del agua	- Elaboración de talleres, jornadas lúdicas, vallas, carteles, incentivos, etc.	Mínimo 1 campaña efectuada anualmente	Número de personas sensibilizadas y capacitadas al año	$20.000.000	CORPONARIÑO, ALCALDIA DE LOS ANDES SOTOMAYOR INSTITUCIONES EDUCATIVAS	2013 a 2021
	Campañas de sensibilización para la protección y reforestación de la ronda hídrica	- Elaboración de talleres, jornadas lúdicas, vallas, carteles, incentivos, etc.	Mínimo 1 campaña efectuada anualmente	Número de personas sensibilizadas y capacitadas al año	$20.000.000	CORPONARIÑO, ALCALDIA DE LOS ANDES SOTOMAYOR INSTITUCIONES EDUCATIVAS	2013 a 2021

SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA QUEBRADA HONDA	Monitoreo y Evaluación semestral de la calidad de la Quebrada Honda para verificar el cumplimiento de los escenarios factibles y de los objetivos de calidad	- Jornada de muestreo sobre el cauce principal de la quebrada Honda en los dos tramos de la parte alta y media definidos en los Objetivos de Calidad - Análisis de Parámetros acordes con la Normatividad Vigente - Elaboración del Perfil de Calidad e ICA	- 2 jornadas de muestreo efectuadas en el año	Perfil de Calidad e ICA de la Quebrada por cada jornada de muestreo efectuada	$20.000.000	CORPONARIÑO, ALCALDIA DE LOS ANDES SOTOMAYOR	2012 a 2021
	Monitoreo y Evaluación semestral de los vertimientos puntuales para verificar el cumplimiento de la reglamentación y metas de descontaminación	- Jornada de muestreo a los STAR - Análisis de Parámetros acordes con la Normatividad Vigente	Monitoreo semestral de los usuarios que viertan a la quebrada Honda	Número de usuarios que presenten la caracterización de aguas residuales frente al total de usuarios que descargan a la quebrada Honda	$128.000.000	CORPONARIÑO, USUARIOS DE VERTIMIENTOS	2013 a 2022
	Socialización de avances y compromisos adquiridos en el PORH	- Reuniones periódicas entre los actores involucrados - Levantamiento de Actas	Mínimo 2 reuniones anuales	Cumplimiento de compromisos frente a los programados en el año según el PORH		CORPONARIÑO, ALCALDIA DE LOS ANDES SOTOMAYOR GREMIO DE MINEROS, USUARIOS DE CONCESIONES Y VERTIMIENTOS	2013 a 2022

7.19.6. Matriz de fuentes de financiación

Las fuentes de financiación contempladas para la materialización de los programas y proyectos del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada Honda, son las siguientes:

- Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO: los recursos a destinar, provendrán del recaudo de la Tasa Retributiva de los usuarios de vertimientos de la Subcuenca Honda, cabe aclarar que dichos recursos se destinaran después de involucrar al sector minero en el programa según los establecido en el Decreto 3100 de 2003 y Decreto 3440 de 2004.

- Alcaldía Municipal de Los Andes Sotomayor: los recursos a destinar provendrán del Sistema General de Participaciones en los campos de Agua Potable y Saneamiento Básico, y regalías.

- Gobernación de Nariño - DEPARTAMENTO: la Gobernación del Departamento podría destinar recursos por medio del presupuesto destinado a proyectos Municipales dirigidos por las Secretarías Departamentales según el campo de acción.

Otra fuente de financiación contemplada es el Plan Departamental de Aguas. Aunque aún no tiene contemplado proyectos destinados al tratamiento de aguas residuales, se podría proponer un redireccionamiento de los recursos considerando la importancia del PORH para la comunidad y el medio ambiente.

- NACIÓN: los recursos a portar por parte del estado pueden provenir principalmente del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- Usuarios de Vertimientos y Concesiones de Aguas: cada usuario, sea de Permiso de Vertimientos o Concesión de Aguas deberá efectuar e invertir los recursos necesarios para cumplir con los requerimientos de la Autoridad Ambiental enfocados al cumplimiento de la Normatividad Ambiental vigente.

PROGRAMA	FUENTES DE FINANCIACIÓN						
	PROYECTOS	CORPONARIÑO	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	NACION	USUARIO VTOS. O CONCESION	TOTAL
Descontaminación Y Recuperación De La Calidad De La Quebrada Honda	Optimización Sistema de Tratamiento STAR de la de las minas que tienen influencia de la quebrada Honda	-	-	-	-	$100,000.000 (Usuario Vtos.)	
	COSTO PROYECTO						**$100.000.000**
COSTO PROGRAMA		**$100,000.000**					
Protección Y Conservación De La Calidad Y Cantidad De La Quebrada Honda	Restauración y Recuperación de la Ronda Hídrica	$80.000.000	$41.800.000 (Municipio de los Andes Sotomayor	$20.000.000	$10.000.000	-	-
	COSTO PROYECTO						**$151.800.000**
	Construcción e Implementación de estructuras reguladoras de caudal en las bocatomas o captaciones.	$1.000.000	-	-	-	$7.000.000 (Usuarios Concesiones)	-
	COSTO PROYECTO						**$8.000.000**
	Protección y reforestación de las áreas de	$80.000.000	$40.000.000 (Municipio de los Andes	$10.000.000	$10.000.000	$20.000.000 (Usuarios Concesiones)	-

	captación de agua		Sotomayor				
	COSTO PROYECTO					**$160.000.000**	
	Campañas de sensibilización de uso eficiente y ahorro del agua	$3.000.000	$4.000.000 (Municipio de los Andes Sotomayor	$6.000.000	$2.000.000	-	
	COSTO PROYECTO					**$15.000.000**	
	Campañas de sensibilización para la protección y reforestación de la ronda hídrica	$3.000.000	$4.000.000 (Municipio los de Andes Sotomayor	$6.000.000	$2.000.000	-	
	COSTO PROYECTO					**$15.000.000**	
Seguimiento Y Monitoreo Al Plan De Ordenamiento Del Recurso Hídrico De La Quebrada Honda	Fortalecimiento institucional en la Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH	-	$50.000.000 (Municipio de los Andes Sotomayor	-	-	-	
	COSTO PROYECTO					**$50.000.000**	
	Monitoreo y Evaluación semestral de la calidad de la Quebrada Honda para verificar el cumplimiento	$20.000.000	-	-	-	-	-

	de los escenarios factibles y de los objetivos de calidad						
	COSTO PROYECTO	**$20.000.000**					
	Monitoreo y Evaluación semestral de los vertimientos puntuales para verificar el cumplimiento de la reglamentación y metas de descontaminación	$28.000.000	-	-	-	$50.000.000 (Usuarios Vtos.)	-
	COSTO PROYECTO	**$78.000.000**					

8. CONCLUSIONES

- ✓ La mayor afectación y deterioro de la calidad fisicoquímica y microbiológica del cauce principal de la quebrada Honda se presenta a partir de las descargas del sector minero, cabe resaltar que la afectación antrópica por vertimientos domésticos no generan mayor impacto lo cual se soporta con los reportes de laboratorio.

- ✓ Los vertimientos industriales a pesar de poseer Sistemas de Tratamiento, estos no se encuentran en condiciones óptimas que permitan generar efluentes con porcentajes de remoción de cargas contaminantes óptimos o suficientes para la descontaminación de la quebrada Honda y satisfacción de los usos demandados.

- ✓ Las cargas contaminantes aportadas al cauce principal de la quebrada Honda son principalmente de tipo industrial proveniente de la extracción de mineral para extracción de oro.

- ✓ Los tramos I, II y III de la quebrada Honda correspondientes a los usos potenciales preponderantes de preservación de flora y fauna, consumo humano, industrial y agrícola definidos en los Objetivos de Calidad, presentan una alteración minima de la calidad del agua que impidan o vulneren los criterios establecidos para la satisfacción de los usos definidos; por lo tanto los proyectos a desarrollarse e implementarse en dichos tramos deben estar dirigidos a la protección y conservación de la calidad del recurso hídrico.

- ✓ Teniendo en cuenta que se está realizando un seguimiento constante al recurso hídrico por parte de la autoridad ambiental CORPONARIÑO debido a la influencia que tiene el sector industrial minero con la utilización de sustancias de interés sanitario como el mercurio y cianuro principalmente, hay que seguir controlando y limitando la utilización de dichas sustancias para minimizar los impactos generados a los recursos naturales.

- ✓ De no implementarse y aplicarse el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Honda, las condiciones de calidad y cantidad de la corriente superficial continuaran deteriorándose hasta niveles de afectación que abarcaran la totalidad de su cauce volviéndola no apta para la satisfacción de los usos potenciales demandados.

- ✓ Los Objetivos de Calidad se propusieron teniendo en cuenta las necesidades y condiciones de tipo social, económico, técnico, ambiental y normativo evidenciadas en el diagnóstico de la quebrada Honda.

- ✓ La implementación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Honda permitirá el mantenimiento, preservación, descontaminación y recuperación en términos de calidad y cantidad de la corriente superficial para la satisfacción de los usos potenciales definidos. Además desde el aspecto económico, su beneficio se verá reflejado con la articulación entre Corponariño y los actores involucrados especialmente el sector minero dentro del programa de Tasa Retributiva, y así materializar los proyectos establecidos para alcanzar las metas del PORH.

- ✓ Los usos más restrictivos y de mayor relevancia definidos para el cauce principal de la quebrada Honda son los de conservación de flora y fauna y el de consumo humano y domestico destinado al mantenimiento de la calidad y cantidad del recurso hídrico para la satisfacción de los habitantes de las veredas Pangus y Campo Bello.

- ✓ Existe un alto índice de ilegalidad minera y ambiental debida en la mayoría de los casos a factores económicos, sociales, culturales y básicamente a la falta de interés de los mineros.

- ✓ La calidad de agua se afecta principalmente por aporte de sedimentos en la etapa de molienda, vertimientos mineros, y compuestos químicos como Cianuro y Mercurio.

9. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda efectuar un monitoreo de sustancias de interés sanitario en la quebrada Honda y en cada una de las minas que generen vertimiento para evaluar la presencia o ausencia de sustancias provenientes del proceso de extracción de oro.

- ✓ Se sugiere a la administración municipal y al gremio de los mineros del municipio de los Andes Sotomayor contemplar limitantes al desarrollo de más minas ilegales en el área de influencia de la quebrada Honda; de lo contrario los valores o límites de vertimiento a aplicar con el fin de cumplir con los objetivos de calidad, se volverían mucho más restrictivos y exigentes para cada usuario generador de vertimientos.

- ✓ Considerando que los proyectos de descontaminación basados en la optimización de los sistemas de tratamiento de aguas residuales requiere de una considerable inversión económica, se recomienda a la administración y gremio de mineros la búsqueda de recursos con nuevas fuentes de financiación sean de carácter nacional con el programa de regalías o internacional.

BIBLIOGRAFIA

APHA – AWWA – WPCF. Standard Methods for the examination of water an wastewater. 15 th edition. 1980. 1532 p.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO – CORPONARIÑO, EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE LOS ANDES SOTOMAYOR

_____, SUBCEA. Índice de escasez de agua superficial cuenca del río GUAITARA.

CHAPRA., S. C (1997). Surface Water Quality Modeling. Mc Graw Hill. New York, United State.

CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

DANE. Censo nacional de Colombia. Bogotá, 2005.

EMPOSOTOMAYOR. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.

IDEAM. Estudio Nacional del agua, Bogotá, 2010. 417 p.

_____. Guía técnico científica de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, 2004.

FISCHER H.,IMBERGER J.,LIST.,KOH E., BROOKS (1979). Mixing in Inland and Coastal Waters. Academic Press, Inc. New York.

KILPATRICK F.A.,WILSON JR. (1982). Measurement of Time Of Travel In Streams By Dye Tracing. USGS, Denver, United State.

LOZANO G.,ZAPATA, M.A. y PEÑA, L.E (2003). Selección del Modelo de Simulación de Calidad de Agua en el Proyecto "Modelación de Corrientes hídricas Superficiales en el Departamento del Quindío". CIDERA Grupo de Investigación, desarrollo y estudio del recurso hídrico y el ambiente, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

METCALF Y EDDY, INC. Ingeniería de Aguas Residuales Tratamiento, Vertido y Reutilización. España: Mc Graw Hill, 1995. 1459 p.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE DESARROLLO SOSTENIBLE, COLOMBIA. Decreto 3930 de 2010.

_____. Decreto – Ley 2811 de 1974. Código Nacional de los Recursos Naturales.

_____. Decreto 1449 de 1977 (Art. 1,3 y 7)

_____. Guía para el manejo, tratamiento y disposición de las aguas residuales municipales. 2002. 64 p.

_____. Ley 99 de 1993. Creación del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y del

SINA

_____. Decreto 1729 de 2002

_____. Ley 388 de 1997

_____. Guía técnico Científica de Ordenación de Cuencas Hidrográficas “Caja de

Herramientas”. Bogotá, 2008.

PEREIRA R., (2004). Modelos de Qualidade de Água. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO. Titulo E. Tratamiento de aguas residuales. Bogotá: RAS, 2000. 98 p.

ROLDÁN G., (1992). Fundamentos de Limnología. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

TUCCI C. (1993). Hidrología Ciência e Aplicacao. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.