CORPONARIÑO
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO

SUBDIRECCIÓN DE CONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO - PORH DEL RIO BERMUDEZ



San Juan de Pasto 2011

CUERPO DIRECTIVO

ROBERT MAURICIO RAMOS RAMOS
Director General

GLADYS GUERRERO FAJARDO
Subdirectora Administrativa y Financiera

YOLANDA BENAVIDES ROSADA
Subdirectora de Conocimiento y Evaluación Ambiental

JUAN CARLOS ARTEAGA LAGOS
Subdirector de Intervenciones para la Sostenibilidad Ambiental

TERESA ENRIQUEZ ROSERO
Jefe Oficina Jurídica

HUMBERTO ENRIQUE MARTINEZ LOPEZ
Jefe Oficina de Control Interno

GLORIA AMPARO GARCIA BURBANO
Jefe Oficina de Planeación y Direccionamiento Estratégico

EQUIPO TÉCNICO

DIANA RAQUEL AGUIRRE ORDOÑEZ
Elaboración del PORH
Ingeniera Ambiental

MAURICIO BASTIDAS BEDOYA
Coordinador PORH
Ingeniero Químico

FABIAN SUAREZ
Cartografía y Sistemas de Información Geográfica
Geógrafo

EQUIPO DE APOYO

EQUIPO PROFESIONAL DE CONTRATISTAS AÑO 2011
ORDENAMIENTO RECURSO HÍDRICO CORPONARIÑO

MARIA FERNANADA FOLLECO VILLARREAL
Interventora
Profesional Universitario SUBCEA

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

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

FRANCISCO RICARDO MAFFLA CHAMORRO
Modelo de Simulación Matemático QUAL2K
Ingeniero Sanitario

LORENA MUÑOZ
Diagnóstico Social Participativo
Trabajadora Social

FUNDACION NUESTRA SEÑORA DEL PILAR
Actividades de Promoción, Divulgación y Sensibilización

COMUNIDAD SUBCUENCA RIO BERMUDEZ

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION 13
2. OBJETIVOS 14
2.1 OBJETIVO GENERAL 14
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 14
3. GLOSARIO 15
4. MARCO LEGAL 18
5. MARCO CONCEPTUAL 25
6. APRESTAMIENTO 29
6.1 PRIORIZACIÓN DE LA FUENTE HÍDRICA SUPERFICIAL 30
6.2 DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO 30
6.3 APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL 31
7. DIAGNOSTICO 32
7.1 ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO 33
7.1.1 CLIMA 36
7.1.2 GEOMORFOLOGIA 41
7.1.3 COBERTURA DEL SUELO 44
7.1.4 USOS DEL SUELO 46
7.2 DIAGNOSTICO SOCIAL 55
7.2.1 ASPECTOS GENERALES 55
7.2.2 DIAGNÓSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO 56
7.2.3 ANALISIS DE RESULTADOS 61
7.3 DIAGNOSTICO CORRIENTE HÍDRICA 65
7.3.1 CENSO DE USUSARIOS: 65
7.3.2 OFERTA Y DEMANDA HIDRICA 98
7.4 PERFILES DE MODELACION O TOPOLOGIA 107
7.5 DETERMINACION DE LINEA BASE DE CARGAS CONTAMINANTES 110
7.5.1 METODOLOGÍA 111
7.5.2 EVALUACION DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL 117
7.5.3 EVALUACION CALIDAD AFLUENTES NATURALES 133
7.5.4 EVALUACION DE CALIDAD EN VERTIMIENTOS 135
7.6 MODELO DE SIMULACION DE CALIDAD DEL RIO BERMUDEZ 138
7.6.1 INSUMOS 138
7.6.2 APLICACIÓN MODELO DE CALIDAD 146
7.6.3 ESCENARIO ACTUAL DE CALIDAD DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RIO BERMUDEZ 158
7.7 USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HIDRICO 165
7.8 RIESGOS ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO 168

8. PROSPECTIVA 171
8.1 ANALISIS SOCIAL 172
8.1.1 NECESIDADES E INTERESES DE LOS ACTORES 172
8.1.2 ACCIONES 172
8.1.3 ESCENARIOS 173
8.1.4 POSIBLES SOLUCIONES PLANTADAS POR LA COMUNIDAD: 174
8.2 USOS ACTUALES Y POTENCIALES 176
8.3 CRITERIOS DE CALIDAD 176
8.4 DEFINICION DE TRAMOS SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL 178
8.5 GENERACION DE ESCENARIOS DE CALIDAD 181
8.5.1 ESCENARIO TENDENCIAL 181
8.5.2 ESCENARIO FACTIBLE 183
9FORMULACION 190
9.1 PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD 191
9.2 NECESIDADES DE TRATAMIENTO Y OPTIMIZACION 194
9.3 CARGAS CONTAMINANTES A VERTER SOBRE EL ESCENARIO FACTIBLE .. 195
9.4 REGLAMENTACION DE VERTIMIENTOS 198
9.5PROYECTO DE DISTRIBUCION DE CAUDALES 198
9.6 VINCULACION DE INSTRUMENTOS DE CONTROL Y PLANIFICACION 201
9.7 METAS DE DESCONTAMINACION 203
9.8 TASA RETRIBUTIVA 204
9.9 PROGRAMAS PROYECTOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO 212
9.9.1 PROGRAMA: DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO 216
9.9.2 PROGRAMA: PROGRAMA DE PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO BERMUDEZ 226
9.9.3 GESTION DEL RIESGO 235
9.9.4 PROGRAMA: SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO. 237
BIBLIOGRAFIA 245

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Marco legal..... 21
Cuadro 2. Perfiles del comité técnico de Ordenación..... 31
Cuadro 3. Coordenadas Inicio – Fin cauce principal Rio Bermúdez..... 33
Cuadro 4. Veredas en la zona de influencia Rio Bermúdez 35
Cuadro 5. Valores de Precipitación..... 36
Cuadro 6. Valores de días mensuales de precipitación..... 37
Cuadro 7. Valores medios mensulaes de temperatura..... 37
Cuadro 8. Valores medios mensuales de humedad relativa..... 38
Cuadro 9. Valores mensuales de evaporación..... 39
Cuadro 10. Valores mensuales de brillo solar..... 40
Cuadro 11. Uso y cobertura del suelo Subcuenca Rio Bermúdez..... 46
Cuadro 12. Vertimiento 1 Vereda Daza 68
Cuadro 13. Vertimiento 2 Escurrimientos varios Vereda La Josefina..... 69
Cuadro 14. Vertimiento 3 Quebrada Yuyas..... 69
Cuadro 15. Vertimiento 4 Construcción Túnel de Daza..... 70
Cuadro 16. Vertimiento 5 POFRESCOL LTDA 71
Cuadro 17. Vertimiento 6 Hacienda Hospital San Rafael..... 72
Cuadro 18. Vertimiento 7 cultivo de fique..... 72
Cuadro 19. Captación 1 Bocatoma POFRESCOL LTDA 74
Cuadro 20. Quebrada Túnel – Pofrescol 1..... 75
Cuadro 21. Quebrada Daza 2..... 75
Cuadro 22. Quebrada Yuyas 3 76
Cuadro 23. Quebrada Reserva morar 4..... 76
Cuadro 24. Captación 2 Acueducto Vereda Daza..... 77
Cuadro 25. Captación 3 Acueducto Juanoy..... 77
Cuadro 26. Captación 4 Hospital San Rafael..... 77
Cuadro 27. Captación 5 EMAS S.A E.S.P 78
Cuadro 28. Captación 6 Acueducto Vereda La Josefina..... 79
Cuadro 29. Captación 7 Restaurante La Macarena 79
Cuadro 30. Vertimiento 8 Lavado de Fique..... 81
Cuadro 31. Vertimientos 9 Varios 82
Cuadro 32. Vertimiento 10 Vereda Palmas Bajo..... 82
Cuadro 33. Acueducto Municipio de Chachagüi..... 83
Cuadro 34. Quebrada 5 La Cristalina..... 84
Cuadro 35. Quebrada 6 Los Turcos..... 84
Cuadro 36. Quebrada 7 La Cañada..... 85
Cuadro 37. . Quebrada 8 La Avalancha..... 85
Cuadro 38. Quebrada 9 El Lindero 86
Cuadro 39. Captación 9 Montaña Aguas Claras 86
Cuadro 40. Captación 10 Vereda Palmas Alto..... 87
Cuadro 41. Captación 11..... 87
Cuadro 42. Captación 12 Acueducto Privado Palmas Bajo..... 88
Cuadro 43. Captación 13 Bocatoma COMFAMILIAR..... 88
Cuadro 44. Captación 14 Acueducto Vereda Palmas Bajo 89
Cuadro 45. Captación 15 Acueducto Hato Viejo I 89
Cuadro 46. Captación 16 Acueducto Hato Viejo II 90
Cuadro 47. Vertimiento 11 Lixiviados Relleno Sanitario Antanas..... 93

Cuadro 48. Vertimiento 12 Granja Avícola I 94
Cuadro 49. Vertimiento 13 Granja Avícola II 94
Cuadro 50. Captación 17 Acueducto El Hatillo..... 95
Cuadro 51. Captación 18 Acueducto Vereda Robles 96
Cuadro 52. Captación 19 Acueducto Vereda Pradera..... 96
Cuadro 53. Captación 20 Acueducto Avicola 97
Cuadro 54. Quebrada Robles 10 97
Cuadro 55. Procedimiento calculo precipitacion..... 98
Cuadro 56. Coeficiente de consumo de agua por cultivo 105
Cuadro 57. Interpretación Índice de escasez 106
Cuadro 58. Convenciones topología 107
Cuadro 59. Descripción Puntos de muestreo cauce principal Rio Bermúdez 112
Cuadro 60. Puntos de muestreo Cauce principal Rio Bermúdez..... 113
Cuadro 61. Descripción Puntos de muestreo Afluentes al cauce principal Rio Bermúdez 114
Cuadro 62. Puntos de Muestreo Afluentes al cauce principal Rio Bermúdez 115
Cuadro 63. Resultados muestreo 2 de Agosto de 2011 Cauce Principal Rio Bermúdez 117
Cuadro 64. Resultados muestreo 13 de Septiembre de 2011 Cauce Principal Rio Bermúdez 118
Cuadro 65. Clasificación de la calidad del agua según ICA 130
Cuadro 66. Pesos Relativos por Cada Parámetro “ICA” 130
Cuadro 67. ICA Cauce Principal Rio Bermúdez 131
Cuadro 68. Resultados Muestreo 2 de Agosto de 2011 Afluentes al cauce Principal..... 133
Cuadro 69. Resultados Muestreo 13 de Septiembre de 2011 Afluentes al cauce Principal 134
Cuadro 70. Calculo de cargas contaminantes Afluentes Naturales 135
Cuadro 71. Resultados muestreos Vertimiento de Lixiviados..... 136
Cuadro 72. Reportes mensuales EMAS Pasto S.A E.S.P 137
Cuadro 73. Cargas contaminantes de Vertimientos 137
Cuadro 74. Resultados prueba de trazadores Zona Alta..... 142
Cuadro 75. Resultados Prueba de Trazadores Zona Media..... 142
Cuadro 76. Coeficientes Hidráulicos Río Bermúdez..... 157
Cuadro 77. Usos Actuales Recurso Hídrico 166
Cuadro 78. Usos Potenciales Recurso Hídrico 167
Cuadro 79. Riesgos Asociados a la Disponibilidad del Recurso Hídrico 169
Cuadro 80. Usos Actuales y potenciales Preponderantes..... 176
Cuadro 81. Criterios de Calidad Para Uso Agrícola 177
Cuadro 82. Criterio de calidad para Consumo Humano 177
Cuadro 83. Criterio de Calidad Para Uso Agrícola - Recreativo 178
Cuadro 84. Criterios de Calidad para Uso Preservación Flora y Fauna 178
Cuadro 85. Tramos sobre el Cauce principal del rio Bermúdez 179
Cuadro 86. Concentraciones Escenario Factible 3 años..... 185
Cuadro 87. Concentraciones escenario factible 5 años 187
Cuadro 88. Concentraciones Escenario Factible 10 Años 189
Cuadro 89. Objetivos de Calidad Tramo I Cauce Principal Rio Bermúdez 191
Cuadro 90. Objetivos de Calidad Tramo II Cauce Principal Rio Bermúdez 192
Cuadro 91. Objetivos de Calidad Tramo III Cauce Principal Rio Bermúdez 193
Cuadro 92. Objetivos de Calidad Tramo IV Cauce Principal Rio Bermúdez..... 193
Cuadro 93. Proyecciones de carga contaminante a verter..... 195
Cuadro 94. Cargas Contaminantes a Verter escenario factible 0 y 3 años..... 196
Cuadro 95. Cargas Contaminantes a Verter Escenario Factible Entre 3 y 5 Años 196

Cuadro 96. Cargas Contaminantes a Verter Escenario Factible entre 5 y 10 años 197
Cuadro 97. Reglamentación de Vertimientos 198
Cuadro 98. Usuarios concesiones cauce principal rio Bermudez 199
Cuadro 99. Metas de Reduccion de Carga Contaminante Vertida. Primer Quinquenio .. 203
Cuadro 100. Metas de Reduccion de Carga Contaminante Vertida. Segundo Quinquenio 204
Cuadro 101. Proyección tasa retributiva con tarifa mínima 206
Cuadro 102. Proyección tasa retributiva con tarifa mínima 206
Cuadro 103. Proyección tasa retributiva con cumplimiento de metas de reducción 207
Cuadro 104. Proyección tasa retributiva con cumplimiento de metas de reducción 207
Cuadro 105. Proyección tasa retributiva sin cumplimiento de metas..... 208
Cuadro 106. Proyección tasa retributiva sin cumplimiento de metas..... 208
Cuadro 107. Matriz de proyectos. 213
Cuadro 108. Fuentes de financiación proyecto Saneamiento Básico Rural 216
Cuadro 109. Cronograma ejecución de actividades. 217
Cuadro 110. Cronograma ejecución de Costos..... 217
Cuadro 111. Instalacion sistemas septicos individuales sector rural Municipio de Pasto 218
Cuadro 112. Fuentes de financiacion saneamiento basico rural 219
Cuadro 113. Cronograma de ejecucion de actividades 219
Cuadro 114. Cronograma ejecucion de costos 220
Cuadro 115. Ficha de proyecto instalacion sistemas septicos en el Municipio de Chachagüi 220
Cuadro 116. Fuentes de financiación Optimizacion sistema de tratamiento Pofrescol Ltda 221
Cuadro 117. Ejecucion de actividades 221
Cuadro 118. Ficha de proyecto Optimizacion sistema de tratamiento Pofrescol Ltda 222
Cuadro 119. Fuentes de financiacion Optimizacion sistema de tratamiento DEVINAR S.A 223
Cuadro 120. Cronograma de ejecucion de actividades 223
Cuadro 121. Fuente de financiacion Mantenimiento y Optimizacion sistema de tratamiento lixiviados EMAS Pasto S.A E.S.P 224
Cuadro 122. Cronograma de ejecucion de actividades 224
Cuadro 123. Ficha de proyecto Mantenimiento y optimizacion sistema de tratamiento de lixiviados 225
Cuadro 124. Fuentes de financiacion Recuperacion ronda hidrica..... 226
Cuadro 125. Cronograma ejecucion de actividades 226
Cuadro 126. Cronograma de ejecucion de costos 227
Cuadro 127. Ficha de proyecto Recuperacion capa vegetal ronda hidrica..... 228
Cuadro 128. Fuentes de financiacion Proyecto proteccion y recuperacion fuentes abastecedoras de acueductos 229
Cuadro 129. Cronograma de ejecucion de actividades 230
Cuadro 130. Cronograma de ejecucion de costos 230
Cuadro 131. Ficha de proyecto proteccion y recuperacion fuentes abastecedoras de acueductos 231
Cuadro 132. Fuentes de financiacion proyecto plan de desarrollo ecoturistico 232
Cuadro 133. Ficha de proyecto Formulacion plan de desarrollo ecoturistico..... 233
Cuadro 134. Ficha de proyecto educacion ambiental 234
Cuadro 135. Gestion del riesgo 235
Cuadro 136. Seguimiento a programas y proyectos del PORH..... 237
Cuadro 137. Seguimiento a programas institucionales CORPONARIÑO..... 240

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Marco legal 20
Figura 2. Fases del plan de Ordenamiento 26
Figura 3. Mapa de Localización general subuenca Rio Bermúdez 34
Figura 4. Mapa de veredas Subcuenca Rio Bermúdez 35
Figura 5. Comportamiento mensual de precipitación 36
Figura 6. Comportamiento días mensuales de precipitación 37
Figura 7. Comportamiento mensual de temperatura 38
Figura 8. Comportamiento mensual de humedad relativa 39
Figura 9. Comportamiento mensual de evaporación 39
Figura 10. Comportamiento mensual de brillo solar 40
Figura 11. Mapa de cobertura del suelo Subcuenca Rio Bermúdez 45
Figura 12. Proceso beneficio del fique 48
Figura 13. Mapa de Usuarios de Calidad y cantidad Zona Alta 66
Figura 14. Mapa Usuarios de calidad y cantidad Zona Media 80
Figura 15. Mapa Usuarios de calidad y cantidad Zona Baja 91
Figura 16. Mapa de precipitación. 99
Figura 17. Mapa de isotermas. 100
Figura 18. Mapa de Evapotranspiración real. 101
Figura 19. Mapa Escurrimiento superficial total 102
Figura 20. Distribución sectorial de la demanda de agua Subcuenca Río Bermúdez 106
Figura 21. Topología detallada cauce principal Rio Bermúdez 108
Figura 22. Metodología de muestreo 111
Figura 23. Mapa de Ubicación puntos de muestreo 116
Figura 24. Caudal Cauce principal Rio Bermudez 119
Figura 25. pH Cauce Principal Rio Bermúdez 120
Figura 26. Conductividad Cauce Principal Rio Bermúdez 121
Figura 27. Solidos Totales Cauce Principal Rio Bermúdez 121
Figura 28. Acidez Cauce Principal Rio Bermúdez 122
Figura 29. Alcalinidad Cauce Principal Rio Bermúdez 123
Figura 30. Nitratos Cauce Principal Rio Bermúdez 124
Figura 31. Nitrógeno NTK Cauce Principal Rio Bermúdez 125
Figura 32. Oxígeno Disuelto Cauce Principal Rio Bermúdez 126
Figura 33. Demanda Bioquímica de Oxigeno DBO5 Cauce Principal Rio Bermúdez 127
Figura 34. Demanda Química de Oxigeno DQO Cauce Principal Rio Bermúdez 128
Figura 35. Coliformes Totales Cauce Principales Rio Bermúdez 129
Figura 36. Mapa Índice de Calidad ICA Cauce Principal Rio Bermúdez 132
Figura 37. Curva de permanencia estación centenario 140
Figura 38. Resultado prueba de trazadores Zona alta Río Bermúdez 142
Figura 39. Resultado prueba de trazadores sector Zona Media Río Bermúdez 143
Figura 40. Perfil Longitudinal Cauce Principal Rio Bermúdez 143
Figura 41. Corte Trasversal Cauce Principal 144
Figura 42. Topología Simplificada Rio Bermúdez 145
Figura 43. Esquema de Balance de Flujo 150
Figura 44. Esquema de Variables de la ecuación de Manning 151
Figura 45. Esquema de Balance de Masa 151
Figura 46. Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos 152
Figura 47. Hoja de cálculo condiciones fisicoquímicas y microbiológicas iniciales. 153

Figura 48. Hoja de cálculo de Posición y elevación de elementos computacionales. ... 154
Figura 49. Hoja de cálculo de Parámetros Hidráulicos de la corriente 154
Figura 50. Hoja de cálculo de Constantes Cinéticas 155
Figura 51. Hoja de cálculo Descargas Puntuales..... 155
Figura 52. Hoja de cálculo Descargas Difusas..... 156
Figura 53. Resultado Caudal río Bermúdez- modelo Qual2kw. 158
Figura 54. Resultado pH río Bermúdez- modelo Qual2kw 159
Figura 55. Resultado de Calibración de Temperatura río Bermúdez- modelo Qual2kw. 159
Figura 56. Resultado Conductividad río Bermúdez- modelo Qual2kw..... 160
Figura 57. Resultado SST río Bermúdez- modelo Qual2kw. 160
Figura 58. Resultado Oxígeno Disuelto río Bermúdez- modelo Qual2 161
Figura 59. Resultado materia orgánica de rápida degradación río Bermúdez- modelo Qual2kw..... 161
Figura 60. Resultado materia orgánica de lenta degradación río Bermúdez- modelo Qual2kw..... 162
Figura 61. Resultado Nitrógeno Orgánico río Bermúdez- modelo Qual2kw 162
Figura 62. Resultado Nitrógeno Amoniacal río Bermúdez- modelo Qual2kw. 163
Figura 63. Resultado Nitratos río Bermúdez- modelo Qual2kw. 163
Figura 64. Resultado Fósforo Total río Bermúdez- modelo Qual2kw 164
Figura 65. Resultado Coliformes Totales río Bermúdez- modelo Qual2kw..... 164
Figura 66. Mapa Tramos y Usos Corriente Principal Rio Bermudez..... 180
Figura 67. Escenario Tendencial Comportamiento DBO5..... 182
Figura 68. Escenario Tendencial Comportamiento Oxígeno Disuelto 182
Figura 69. Escenario Factible 3 años Comportamiento de la DBO5..... 184
Figura 70. Escenario Factible 3 años Comportamiento del Oxígeno Disuelto 184
Figura 71. Escenario Factible 5 años Comportamiento DBO5 186
Figura 72. Escenario Factible 5 años Comportamiento Oxígeno Disuelto..... 186
Figura 73. Escenario Factible 10 Años Comportamiento DBO5..... 188
Figura 74. Escenario Factible 10 Años Comportamiento Oxígeno Disuelto 188
Figura 75. Caudal medido y Disponible Cauce Principal Rio Bermúdez..... 199
Figura 76. Distribucion de caudales cauce principal rio Bermudez..... 200
Figura 77. Cobro Tasa Retributiva Pofrescol Ltda..... 209
Figura 78. Cobro Tasa Retributiva Relleno Sanitario Antanas. 210
Figura 79. Cobro Tasa Retributiva DEVINAR S.A..... 211

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Geomorfología rio Bermúdez 41
Imagen 2. Geomorfología Rio Bermúdez 42
Imagen 3. Geomorfología Rio Bermúdez 43
Imagen 4. Geomorfología Rio Bermúdez 44
Imagen 5. Corregimiento de Morasurco 47
Imagen 6. Cultivos Zona Alta 47
Imagen 7. Cultivo y aprovechamiento de fique zona Alta 48
Imagen 8. Uso servicios Zona Alta 49
Imagen 9. Construcción Túnel de Daza Portal Norte 50
Imagen 10. Pofrescol Ltda 50
Imagen 11. Relleno Sanitario Antanas 51
Imagen 12. Sendero ecológico- puente Casabuy 52
Imagen 13. Uso agrícola Zona Media 53
Imagen 14. Estanque para trucha zona Media 53
Imagen 15. Uso agrícola Zona Baja 55
Imagen 16. Vereda La Josefina 56
Imagen 17. Socialización vereda la Josefina 57
Imagen 18. Socialización Corregimiento Hato Viejo 59
Imagen 19. Socialización Corregimiento Casabuy 60
Imagen 20. Talleres participativos 62
Imagen 21. Mural Educativo PORH Rio Bermúdez 64
Imagen 22. Morfología Zona alta 139
Imagen 24. Morfología Zona Baja 139
Imagen 25. Talleres Participativos 175

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Resolucion No. 313 del 9 de Mayo del 2011 declaracion de inicio PORH Rio Bermudez.

ANEXO B. Datos hidroclimatologicos IDEAM estación Antonio Nariño.

ANEXO C. Mural educativo PORH Rio Bermudez.

ANEXO D. Formato registro de aforo.

ANEXO E. Reporte de resultados del laboratorio especializado Universidad de Nariño.

ANEXO F. Complemento diagnostico y prospectivaa social

ANEXO G. Escenarios modelo QUAL2K fase prospectiva

ANEXO H. Modelo Streeter and Phelps.

ANEXO I. Objetivos de calidad cauce principal Rio Bermudez.

ANEXO J. Cartografia PORH Rio Bermudez

1. INTRODUCCION

Nuestros recursos hídricos están sometidos a una gran presión, debido a la creen errónea de que son un recurso ilimitado. El impacto de la contaminación, está conectada inherentemente a las actividades humanas. Además de servir para los requerimientos clásicos de los seres vivos y los procesos industriales, el agua también actúa como un vertedero y un mecanismo de transporte de desechos domésticos, agrícolas e industriales causando contaminación. 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.En Colombia con la Promulgación del decreto 3930 de 2010, se establece un concepto más amplio y una estructura sobre la Planificación de la calidad del agua.

El Plan de ordenación del recurso hídrico del Rio Bermúdez corresponde a la aplicación de esta política por parte de la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO, el cualpresenta una visión clara sobre la situación de esta corriente, su estado de calidad para posteriormente plantear escenarios alcanzables estructurado sobre la base de las necesidades del ecosistema y de las comunidades, mediante la planificación y aprovechamiento sostenible con visión regional, eficiencia económica y equidad social.

El documento de formulación del plan, como meta no puede plantearse como un logro pleno, es apenas un avance importante y un logro parcial, que deja a las instituciones y demás usuarios del Rio Bermúdez, el reto de llevar a la realidad lo que aquí se ha planteado, no solo como un compromiso institucional o personal, sino como un reto ético planteado sobre el verdadero valor del agua.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar, formular y elaborar el pan de ordenamiento del recurso hídricoque permita reglamentar y ordenar las aguas superficiales en función de la calidad, mediante la aplicación de los instrumentos legales vigentes en el marco de procesos participativos en el Rio Bermúdez.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Adelantar la caracterización y analizar la calidad de la corriente principal del Río Bermúdez para mejorar el potencial de los usos actuales.

- Identificar los usuarios y cuantificar cargas contaminantes de los usuarios de vertimientos en el cauce principal del Río Bermúdez.

- Definir los criterios de calidad y normas de vertimientos puntuales sobre la corriente principal del Río Bermúdez.

- Fijar la destinación del recurso hídrico en la corriente principal del Río Bermúdez, para destinar los usos a las necesidades propias de la comunidad y la región.

- Establecer el escenario factible a través de una metodología participativa a corto, mediano y largo plazo con la participación de los actores involucrados en el proceso de ordenamiento del recurso hídrico del cauce principal del Río Bermúdez.

- Definir los objetivos de calidad para alcanzar sus metas a corto, mediano y largo plazo en la corriente principal del Río Bermúdez jurisdicción de los municipios de Pasto y Chachagüi.

- Proponer las metas de descontaminación quinquenales que trata el Decreto 3930 del 2010, en el marco de tasa retributiva en la corriente principal del Río Bermúdez.

- Determinar parámetros para el control de la contaminación que permitan la preservación y conservación de las características naturales del recurso y la calidad para el consumo humano en la corriente principal del Río Bermúdez.

- Fortalecer la capacidad institucional de las Autoridades Ambientales como Administradoras del Recurso, mediante la definición de criterios técnicos, ambientales y legales que contribuyan a mejorar el uso y manejo del recurso hídrico en el cauce principal del Río Bermúdez.

3. 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 RESIDUAL. Agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser utilizada por una comunidad o industria. El gasto o agua usadapor una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánicadisuelta 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 RESIDUAL INDUSTRIAL.Conjunto de las aguas que son contaminadas durante su empleo en actividades realizadas dentro de los procesos de una industria.

AGUAS GRISES. Aguas domésticas residuales compuestas por agua de lavar procedente dela cocina, lavamos, aguas de los fregaderos, y lavaderos.

AGUAS RECEPTORAS. Un río, un lago, un océano, una corriente de agua u otro curso deagua, dentro del cual se descargan aguas residuales o efluentes tratados.

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.

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 aguaen una unidad de tiempo. (volumen / tiempo).

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.

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).

CUERPO RECEPTOR. Curso de agua donde se descargan las aguas residuales.

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. Estees el agua producto dada por el sistema.

ESCASEZ HÍDRICA. Situación de déficit crónico de recursos hídricos producida por causasmeteorológicas.

MUESTRA COMPUESTA. Mezcla de varias muestras alícuotas instantáneas recolectadas en el mismo punto de muestreo en diferente tiempo. La mezcla se hace sin tener en cuenta el caudal en el momento de la toma.

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

MUESTREO ALEATORIO. Ocurre cuando cada unidad de la población tiene una probabilidad igual de ser seleccionada, y cuando esta probabilidad es independiente (no le afecta la selección de cualquier otra unidad).

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.

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. Aplicación continua 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.

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.

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

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.

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 QUÍMICO.Aplicación de compuestos químicos en las aguas residuales para obtener un resultado deseado. Cumpliendo los procesos de precipitación, coagulación, floculación, acondicionamiento de lodos, desinfección entre otros.

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

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.

4. 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 del medio ambiente así como de los recursos naturales existentes en él.

Siendo el medio ambiente, un patrimonio común en el Territorio Nacional, es el Estado o el Gobierno de turno 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)

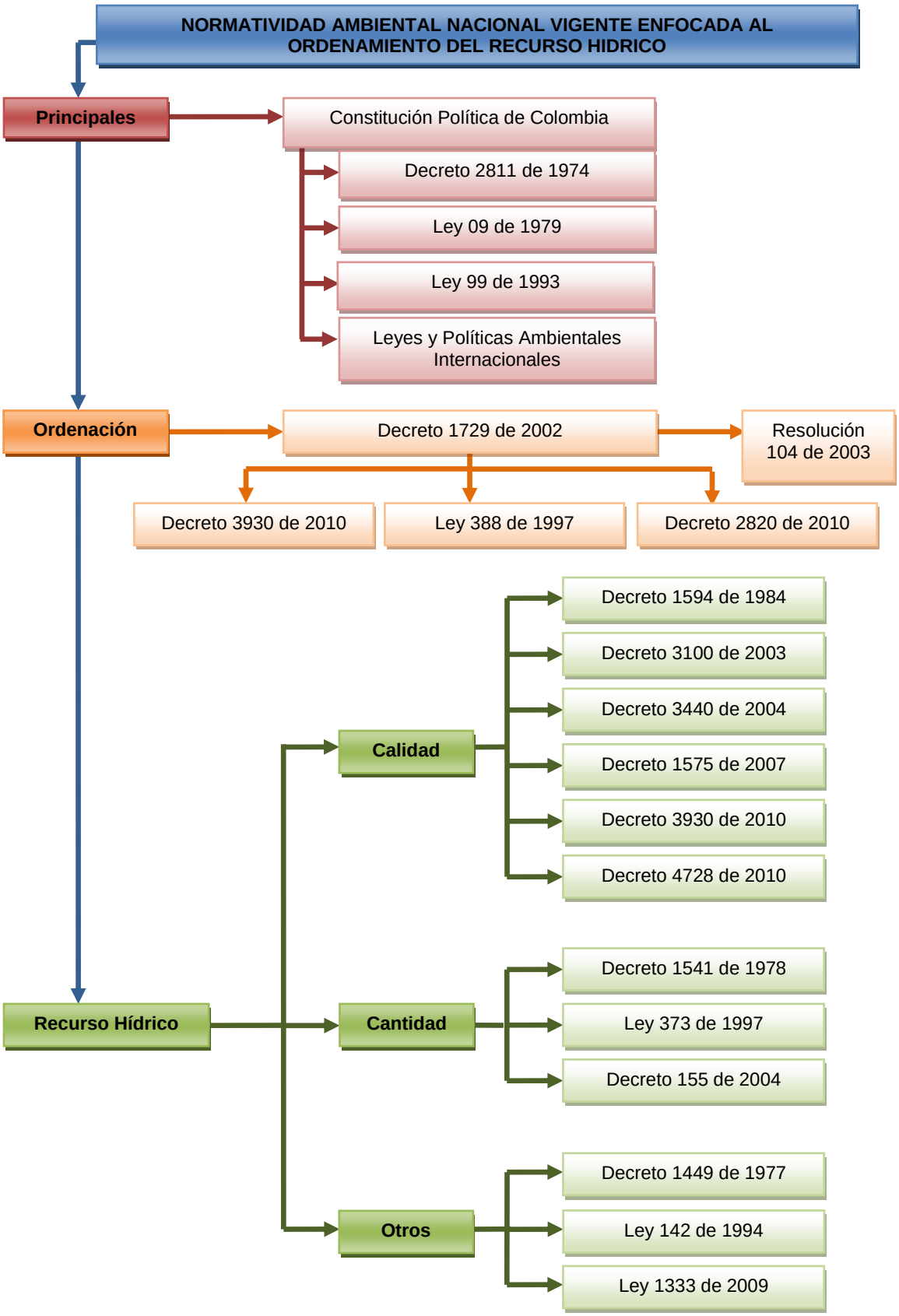
El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible delega la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre el medio ambiente y recursos renovables a las Autoridades Ambientales Regionales existentes en el País.

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

Figura 1 Marco legal



Cuadro 1. Marco legal

	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	Enfocadas a cuerpos hídricos objeto de ordenamiento cuya jurisdicción sea compartida con Naciones

	Internacionales	Limítrofes o aguas marítimas internacionales.
ORDENACIÓN	**NORMA**	**ALCANCE**
	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.

RECURSO HÍDRICO		**NORMA**	**ALCANCE**
	CALIDAD	Decreto 1594 de 1984	Aunque el Decreto en la actualidad es reemplazado 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

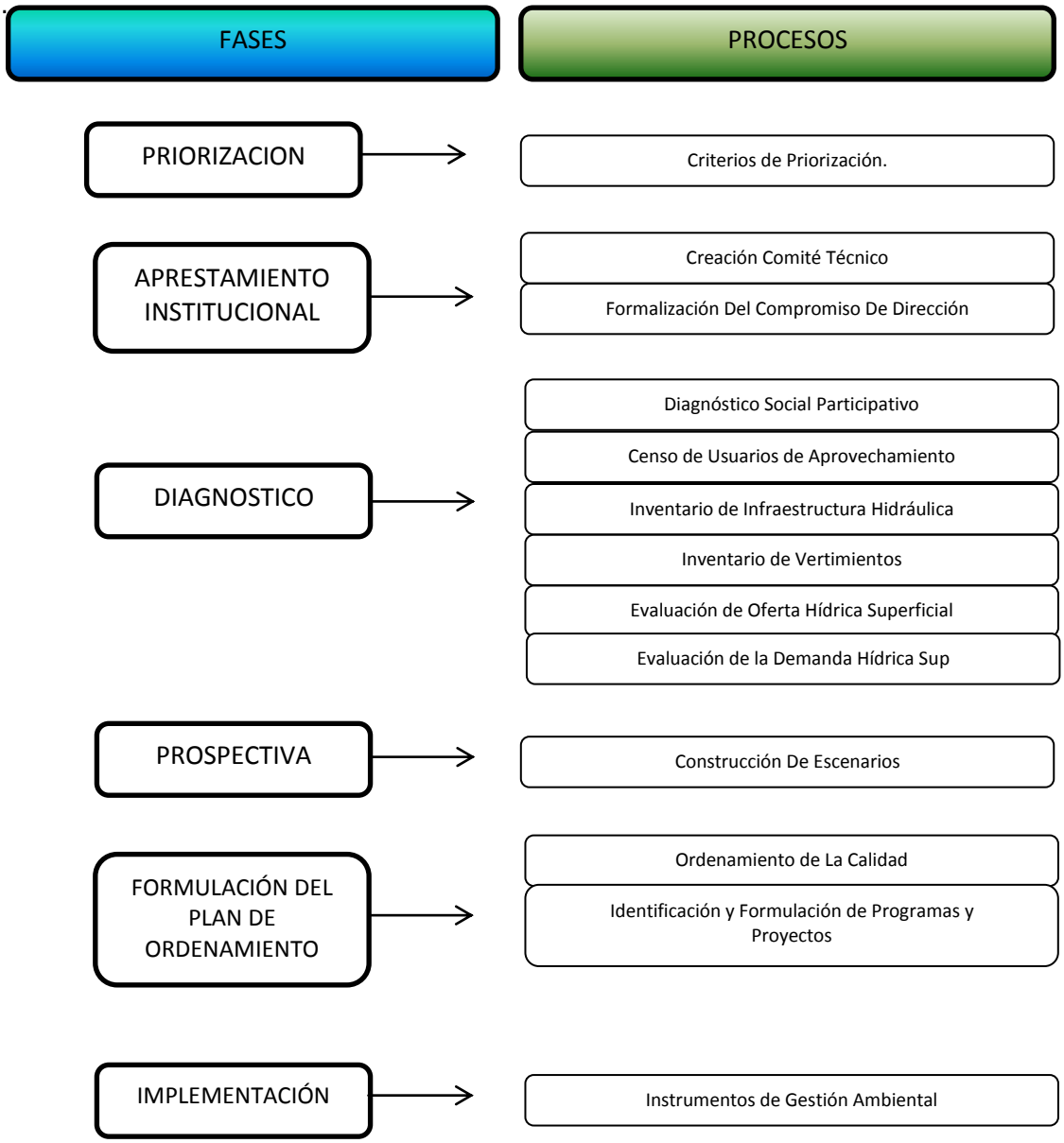
			Hídrico PORH del 1594/84, exigiendo establecer Objetivos de Calidad en un Horizonte de tiempo.
		Decreto 1575 de 2007	Establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano
		Decreto 3930 de 2010	Establece que todo usuario que realice descargas de aguas residuales 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.

5. MARCO CONCEPTUAL



Figura 2. Fases del plan de Ordenamiento



En concordancia con lo estipulado en el Artículo 8 del Decreto 3930 de 2010, 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.

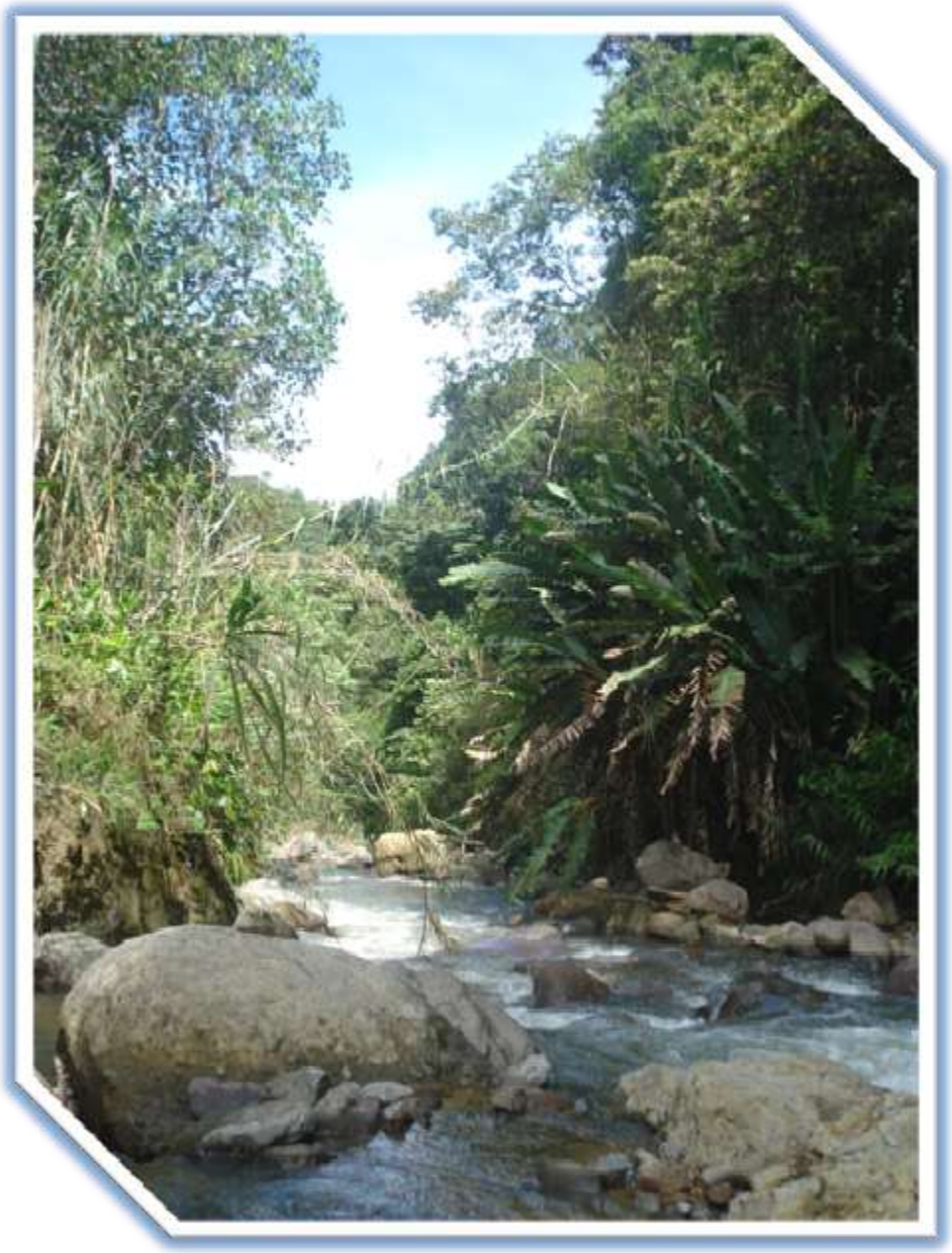
Implementación: El objetivo de la implementación es utilizar los instrumentos técnicos y económicos para la aplicación del plan de ordenamiento, esta fase contempla entre otros:
_ Legalizar el uso del agua a través de permisos de concesión. (Dec. 1541 de 1978)
_ Legalizar los vertimientos a través de permisos. (Dec. 1594 de 1984)
_ Planes de cumplimiento. (Dec. 1594 de 1984)
_ Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimiento (Res.1433 de 2004)
_ Implementar el cobro de la tasa por uso de agua (Dec.155 de 2004)
_ Implementar el cobro de la tasa retributiva (Dec. 3100 de 2003).
_ Actividades Complementarias (de cumplimiento voluntario)

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”, como son:

_ Indicadores Mínimos asociados al Recurso Hídrico (Dec.1200 de 2004)
_ Monitoreo de la Cantidad y Calidad de la Corriente
_ Evaluación de la Implementación del Plan
_ Seguimiento a Usuarios legalizados

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.

6. APRESTAMIENTO



El aprestamiento institucional, es la fase preparatoria a los procesos de planificación del recurso, su propósito es construir los cimientos para iniciar el plan de ordenamiento y reglamentación, esta fase contempla entre otros; la articulación de los grupos técnicos al interior de la Autoridad Ambiental, el acercamiento a la comunidad y el reconocimiento de fortalezas y debilidades institucionales.

6.1 **PRIORIZACIÓN DE LA FUENTE HÍDRICA SUPERFICIAL**

La priorización de corrientes, es el establecimiento del orden por prioridad 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.

De acuerdo al Decreto 3930 de 2010, esta fase, requiere de la aplicación de criterios básicos de priorización, entre los cuales tenemos: calidad del agua, conflictos sociales por cantidad y calidad, usos del recurso, grado de presión sobre el recurso, vulnerabilidad por cantidad y calidad, entre otros.

Los diferentes tipos de actividades que se desarrollan sobre las áreas de influencia del Rio Bermúdez (domésticos, agrícolas, ganaderas, forestales, industriales, entre otras) alteranla calidad y la disponibilidad para usos futuros de este recurso hídrico generando conflictos sociales por su utilizacion. De ahí la necesidad de realizar el Ordenamiento de esta fuente, vinculando la gestión hídrica con la gestión Ambiental y social.

La evaluación de la calidad, y la disponibilidad de este recurso, sujeto a posibles cambios a largo plazo debido a cambios en el uso del agua para los distintos usos, son altamente dependientes de información confiable proveniente del diagnóstico, monitoreo y de sistemas de medición que generen escenarios futuros que permitan planificar de manera sostenible su utilización. Este plan de Ordenamiento, será el instrumento de planificación básico para la administración del recurso hídrico.

6.2 **DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO**

De acuerdo con el Decreto 3930 del 2010, después de establecer la prioridad del cuerpo de agua, CORPONARIÑO expide la Resolución 313 del 9 de Mayo del 2011, publicada en el Diario Oficial No. 48,089 el día 03 de junio de 2011, por medio de la cual se declara el inicio del Proceso de Ordenación de la fuente hídrica superficial denominada: “RIO BERMUDEZ”, cuyas aguas discurren en jurisdicción de los municipios de Chachagüi y Pasto, en el Departamento de Nariño. (Ver Anexo A)

En esta Resolución se establecen las etapas del proceso de ordenamiento del Rio Bermúdez de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 8 del Decreto 3930 de 2010, además se establece que este proceso estará articulado con otros procesos misionales de la Corporación como son las Metas de reducción de cargas contaminantes, planes de saneamiento y manejo de vertimientos de los Municipio de Pasto y Chachagüi, permisos de vertimientos otorgados y en proceso de legalización sobre el cauce principal del Rio Bermúdez y los objetivos de calidad ya existentes; para generar escenarios ideales a

corto, mediano y largo plazo que permitan la descontaminación y preservación de las condiciones y características naturales de la fuente hídrica.

6.3 **APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL**

El aprestamiento institucional fue la fase preparatoria a los procesos de planificación del recurso, su propósito fue construir los cimientos para iniciar los procesos de ordenamiento y reglamentación, esta fase contempló entre otros la articulación de los grupos técnicos al interior de CORPONARIÑO, el acercamiento a la comunidad y el reconocimiento de fortalezas y debilidades institucionales.

Como parte de este componente se creó un grupo de trabajo interdisciplinario integrado por profesionales en las diferentes áreas relacionadas con el recurso hídrico, se evaluolos perfiles y funciones de cada integrante del equipo técnico de Ordenación. El equipo de trabajo para el ordenamiento del Rio Bermúdez conto con los siguientes profesionales:

Cuadro 2. Perfiles del comité técnico de Ordenación.

NIVEL PROFESIONAL	PERFIL
Profesional	Con conocimientos en planificación de Recurso Hídrico.
Profesional	Abogados - funcionarios de la oficina Jurídica de Corponariño los cuales cuentan con la experiencia en los procesos legales requeridos para el otorgamiento de concesiones, permisos, autorizaciones
Profesional	En el Área social con experiencia en fortalecimiento organizativo y sistemas de seguimiento y control social.
Profesional	En conocimientos académicos en hidrología y/o hidráulica, Modelación Qual2K como parte primordial en la fase de prospectiva.
Profesional	Con conocimientos en la calidad del recurso hídrico y experiencia en los procesos de otorgamiento de concesiones, permisos, autorizaciones y licencias para el uso y aprovechamiento del recurso.
Técnico	Se contó con el apoyo del laboratorio especializado de la Universidad e Nariño donde se llevó a cabo el análisis de las muestras de agua producto de las campañas de caracterización.

Fuente: esta investigación, CORPONARIÑO 2011

7. DIAGNOSTICO



El diagnostico, 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. Esto implicó desarrollar actividades de recopilación, organización y clasificación de información histórica, recorrido de campo sobre el cauce principal del rio Bermúdez y ejecutar programas de monitoreo, recolección y procesamiento de información de las condiciones actuales.

Para el manejo de la información de esta etapa de diagnóstico se ha divido el cauce principal en tres zonas de la siguiente manera:

- ZONA ALTA: Corresponde el área entre el punto de nacimiento, hasta la Quebrada la Cristalina, es decir la parte de Jurisdicción del Municipio de Pasto en las Veredas de Daza y La Josefina en el Corregimiento de Morasurco.
- ZONA MEDIA: Inicia en la Quebrada La Cristalina al Municipio de Pasto y Chachagüi, abarcando las veredas de Palmas Alto, Palmas Bajo, Hato viejo Centro del Corregimiento de Hato Viejo, hasta la Quebrada La Avalancha.
- ZONA BAJA: Corresponde al tramo desde la Quebrada La Avalancha y finaliza con la confluencia del Rio Pasto en el municipio de Chachagüi.

7.1 ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio para el proceso de Ordenamiento y Reglamentación, es la zona de influencia del cauce principal del Rio Bermúdez.

De acuerdo a la zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas en el Departamento de Nariño, el Rio Bermúdez pertenece a:

- Área hidrográfica: Pacifico 5.
- Zona Hidrográfica de Orden 1: Rio Patía 52.
- SubZona Hidrográfica de Orden 2: Rio Juambú 5204.
- Cuenca de Orden 3: Rio Pasto 071.
- Subcuenca de Orden 4: Rio Bermúdez 072.

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas definidas de entrada y salida:

Cuadro 3. Coordenadas Inicio – Fin cauce principal Rio Bermúdez.

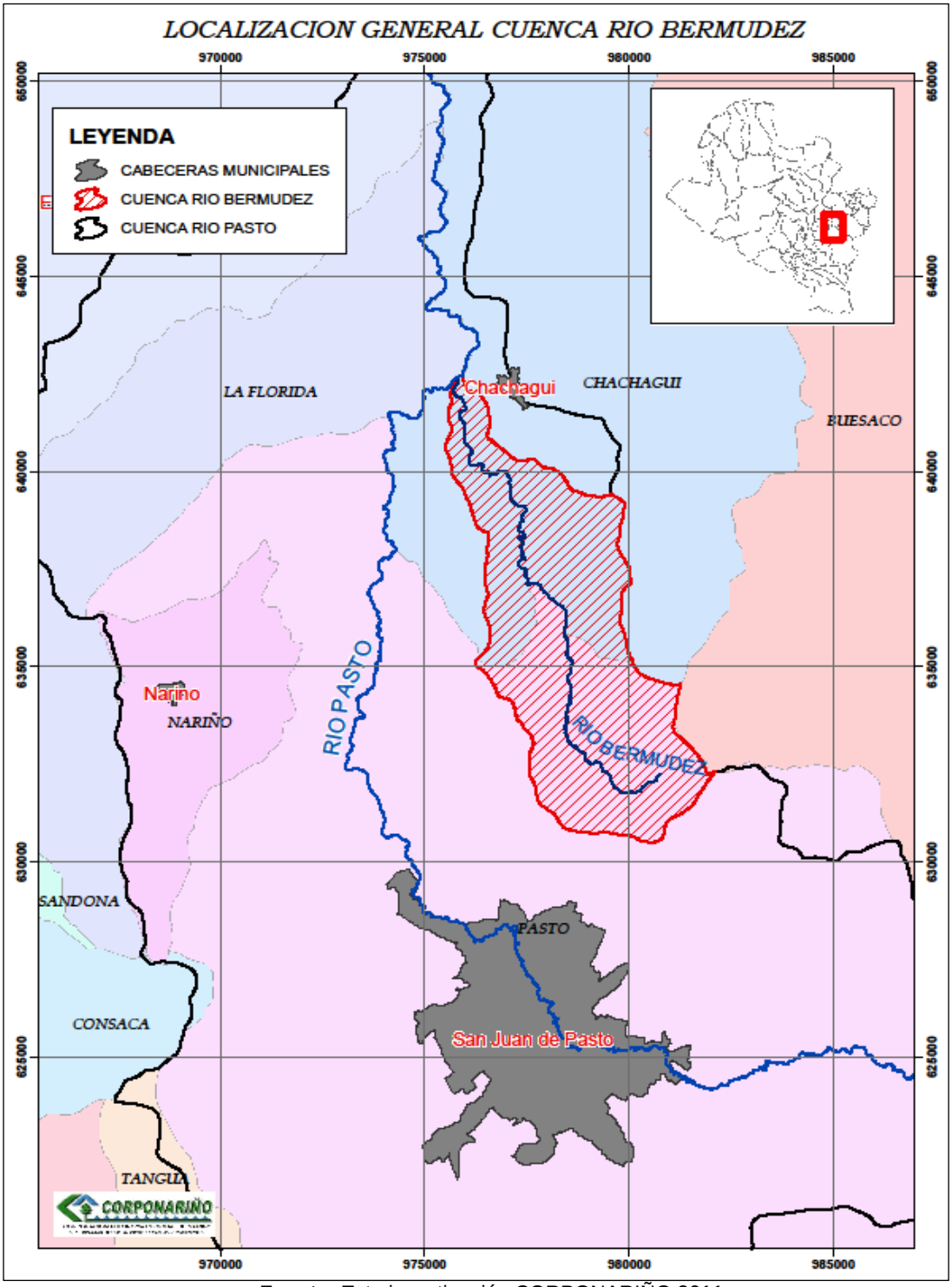
	N	w	
INICIO	980766	632247	Nacimiento
FIN	975764	642396	Confluencia Rio Pasto

El Rio Bermúdez se encuentra ubicado en la parte alta dentro de la jurisdicción del Municipio de Pasto y en la parte baja el Municipio de Chachagüi, finalizando con la confluencia del Rio Pasto, tiene una longitud de 16,17 Km y 3580.15 hectáreas.

Chachagüí, se encuentra ubicado entre las coordenadas Y: 621.200m. N: 634.520m. yY: 972.400m. N: 984.900m, tiene una altura promedio de 1.950 m.s.n.m, una temperatura media de 20 grados centígrados. La cabecera está localizada a una distancia de 28 kilómetros de la ciudad de San Juan de Pasto. Tiene una extensión de 148 km2 y está

conformado por la cabecera municipal y 6 corregimientos de los cuales 2 se encuentran en el área de influencia del cauce principal del Rio Bermúdez: Hato viejo y Casabuy.

Figura 3. Mapa de Localización general subuenca Rio Bermúdez



Fuente: Esta investigación CORPONARIÑO 2011

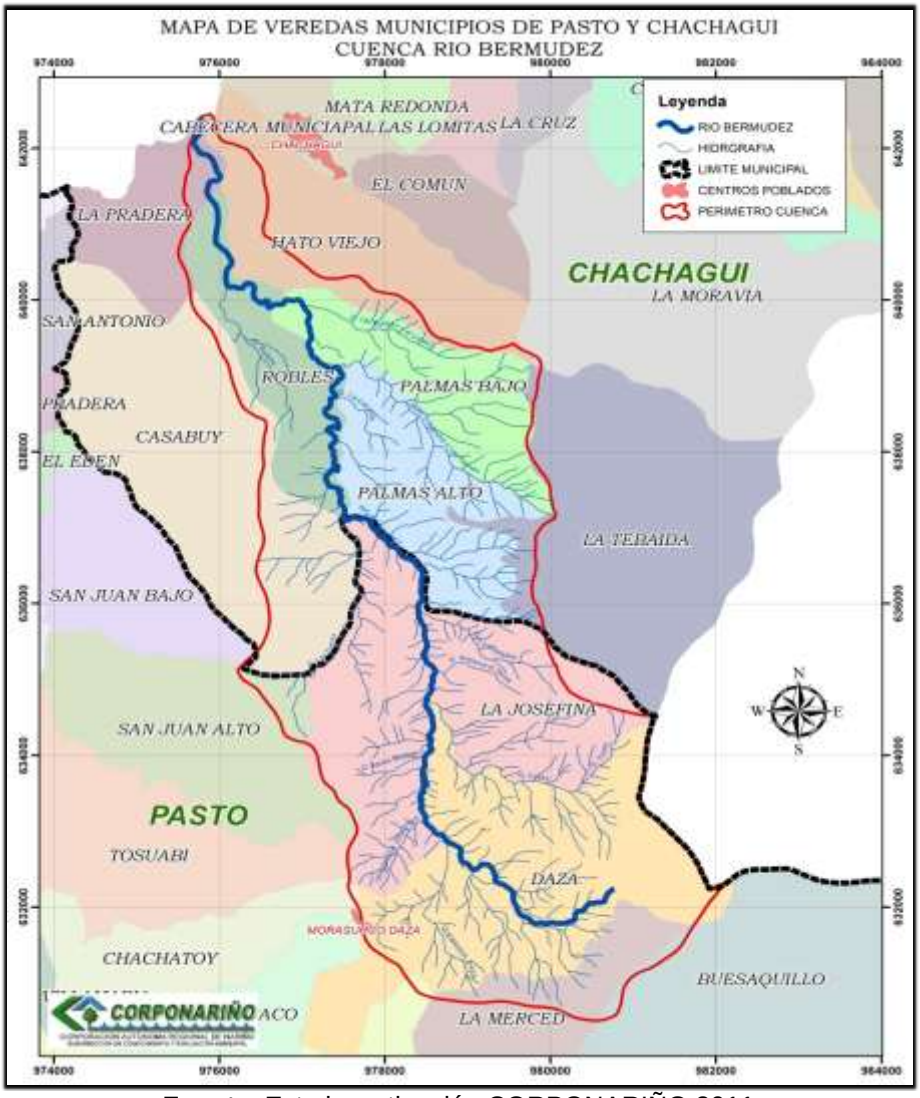
En el siguiente cuadro se relacionan los Municipio y Veredas de las principales poblaciones que son influenciados por el recorrido natural del cauce principal del rio Bermúdez.

Cuadro 4. Veredas en la zona de influencia Rio Bermúdez

MUNICIPIO	CORREGIMIENTO	VEREDA	POBLACION	
PASTO	Morasurco	Daza		
		La Josefina		
CHACHAGÜI	Hato Viejo	Hato Viejo	592	758
		Palmas Alto	124	
		Palmas Bajo	42	
	Casabuy	Robles	143	204
		Pradera	61	

Fuente: Esta investigación CORPONARIÑO 2011

Figura 4. Mapa de veredas Subcuenca Rio Bermúdez



Fuente: Esta investigación CORPONARIÑO 2011

7.1.1 CLIMA

A continuación se presenta una descripción y análisis de parámetros hidroclimatologicoscuyos datos fueron obtenidos de la estación meteorológica del IDEAM ubicada en el aeropuerto Antonio Nariño en el Municipio de Chachagüi en las siguientes coordenadas: latitud 0123 n, longitud 7717 w, elevación 1816 m.s.n.m, los datos reportados pertenecen a los años comprendidos entre 1957 hasta el 2010. (Ver Anexo B)

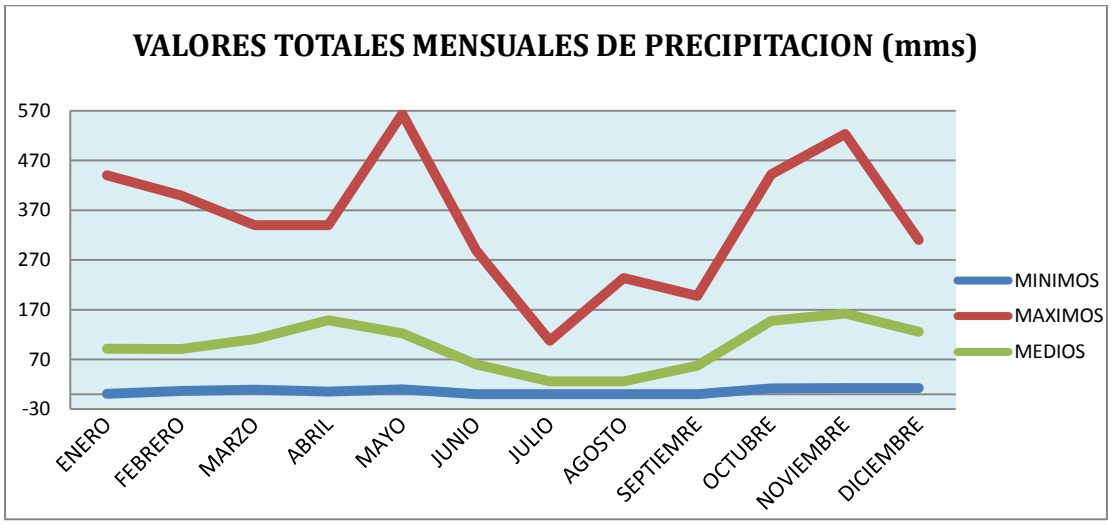
- Precipitación:

Cuadro 5. Valores de Precipitación

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MEDIOS	91,9	90,8	111,2	148,9	122,6	60	25,9	25,8	57,3	147,4	162,1	125,4	1169.5
MAXIMOS	440	400	340	340	563,5	289	107,4	234	197,8	442,3	523	310	563,5
MINIMOS	1,1	6,7	9,2	5,5	10	0	0	0	0	11,6	12,3	12,4	0

Fuente: IDEAM

Figura 5. Comportamiento mensual de precipitación



Fuente: IDEAM

El grafico muestra dos concentraciones de caida de agua; la primera entre los meses de marzo a mayo, luego decaen las lluvias de julio a septiembre para concentrarse un segundo ciclo de lluvias de octubre a diciembre.

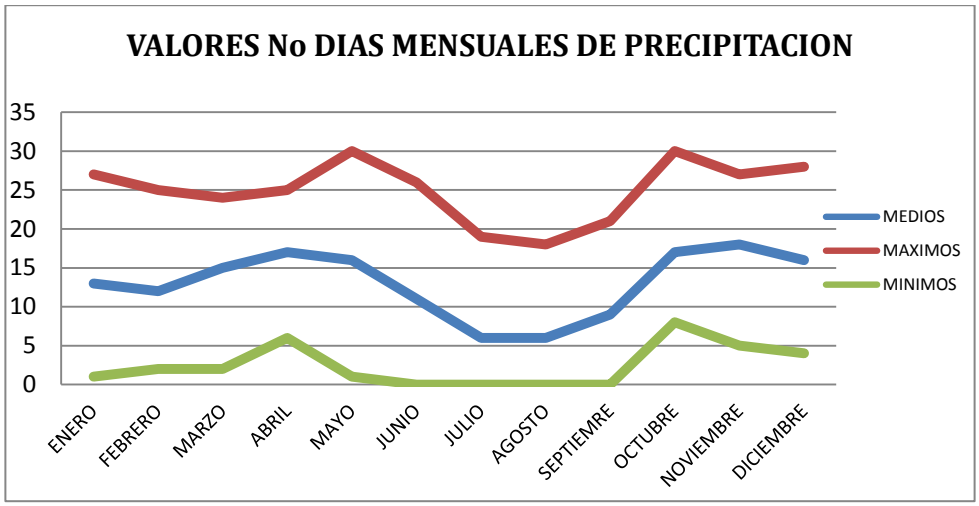
El promedio de valores totales de precipitación registrados en esta estación es de 1169.5 mms, con registros de valores máximos medios para los meses de Abril 148,9 mms y Mayo 122,6 mms, para el segundo semestre los meses de Octubre 147,4 mms y Noviembre 162,1 mms y mínimo en los meses de Julio 25,9 mms y Agosto 25,8 mms.

Cuadro 6. Valores de días mensuales de precipitación

VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MEDIOS	13	12	15	17	16	11	6	6	9	17	18	16	156
MAXIMOS	27	25	24	25	30	26	19	18	21	30	27	28	30.0
MINIMOS	1	2	2	6	1	0	0	0	0	8	5	4	0

Fuente: IDEAM

Figura 6. Comportamiento días mensuales de precipitación



Fuente: IDEAM

Los meses con mayores días de precipitacion, coninciden con las estaciones de mayor concentracion de lluvias, es decir la primera en los meses de Marzo a Mayo y la segunda de Octubre a Diciembre.

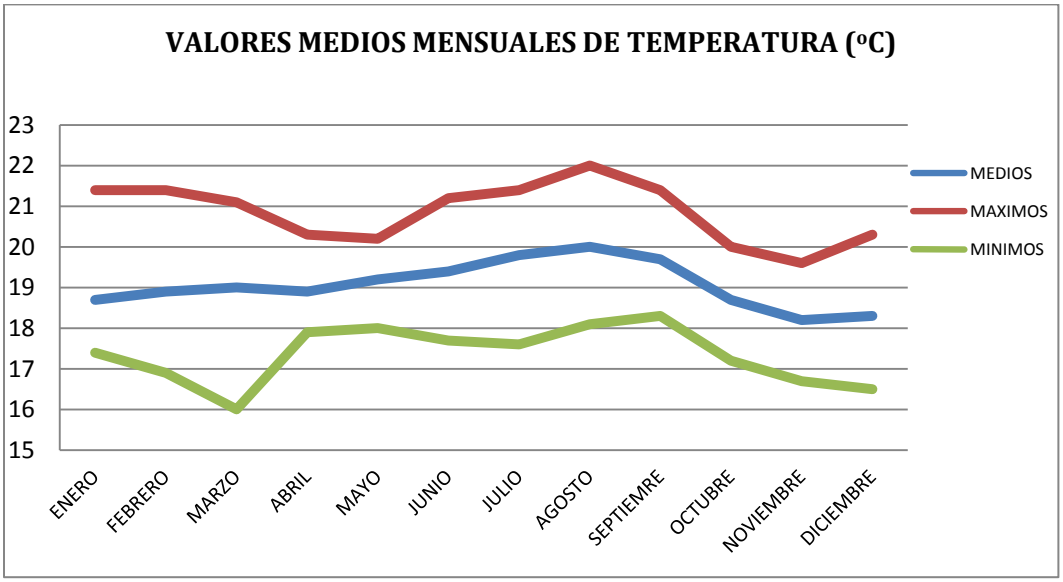
- Temperatura:La temperatura, es el resultado de la radiación solar y los movimientos de la atmósfera en un punto dado

Cuadro 7. Valores medios mensulaes de temperatura

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (°C)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MEDIOS	18,7	18,9	19	18,9	19,2	19,4	19,8	20	19,7	18,7	18,2	18,3	19.1
MAXIMOS	21,4	21,4	21,1	20,3	20,2	21,2	21,4	22	21,4	20	19,6	20,3	22
MINIMOS	17,4	16,9	16	17,9	18	17,7	17,6	18,1	18,3	17,2	16,7	16,5	16

Fuente: IDEAM

Figura 7. Comportamiento mensual de temperatura



Fuente: IDEAM

La temperatura presente en la región y teniendo en cuenta los datos de la estación del aeropuerto Antonio Nariño, promedios anuales medios 19,1ºC temperatura, máximos 22ºC temperatura mínimos 16ºC temperatura, los meses que registran aumento en la temperatura son: marzo, abril y mayo y se incrementa en los meses de Julio, Agosto y Septiembre coincidiendo con la época más seca; mientras que los meses que registran bajas temperaturas coinciden con las épocas de lluvia.

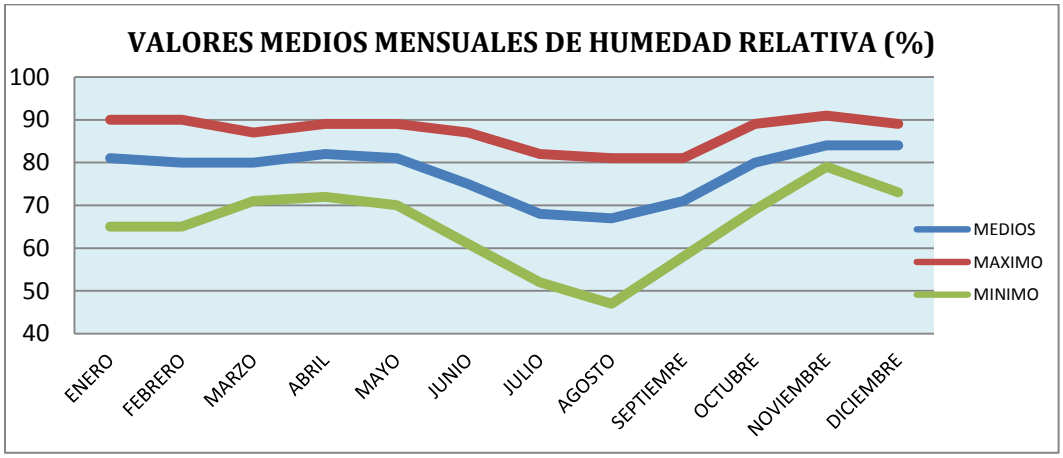
- Humedad Relativa: Este parámetro hace referencia a la humedad presente en la atmósfera y posee una relación inversamente proporcional a la temperatura, es decir, a mayor temperatura menor humedad y viceversa.

Cuadro 8. Valores medios mensuales de humedad relativa

VALORES MEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)													
	ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MEDIOS	81	80	80	82	81	75	68	67	71	80	84	84	78
MAXIMO	90	90	87	89	89	87	82	81	81	89	91	89	91
MINIMO	65	65	71	72	70	61	52	47	58	69	79	73	47

Fuente: IDEAM

Figura 8. Comportamiento mensual de humedad relativa



Fuente: IDEAM

Esto se puede apreciar en la gráfica, donde los meses de Julio, agosto y Septiembre registran los valores de menor humedad relativa en concordancia con los meses que presentan incremento de temperatura y menor pluviosidad. El pico más alto se da en el mes de noviembre con 91% y el más bajo en el mes de Agosto 47%.

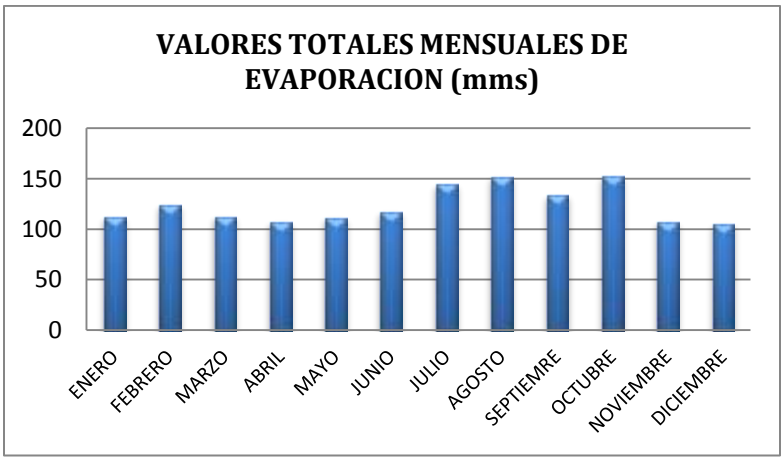
- Evaporación**:** Definida dentro del ciclo hidrológico como el proceso físico consistente en el paso lento del estado líquido al estado gaseoso del agua en función de la temperatura transferido a la atmósfera desde la superficie terrestre.

Cuadro 9. Valores mensuales de evaporación

VALORES TOTALES MENSUALES DE EVAPORACION (mms)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MEDIOS	112,5	124,7	112,9	107,9	111,4	117,8	145,5	152,1	134,4	153,1	108	105,6	1485.7

Fuente: IDEAM

Figura 9. Comportamiento mensual de evaporación



Fuente: IDEAM

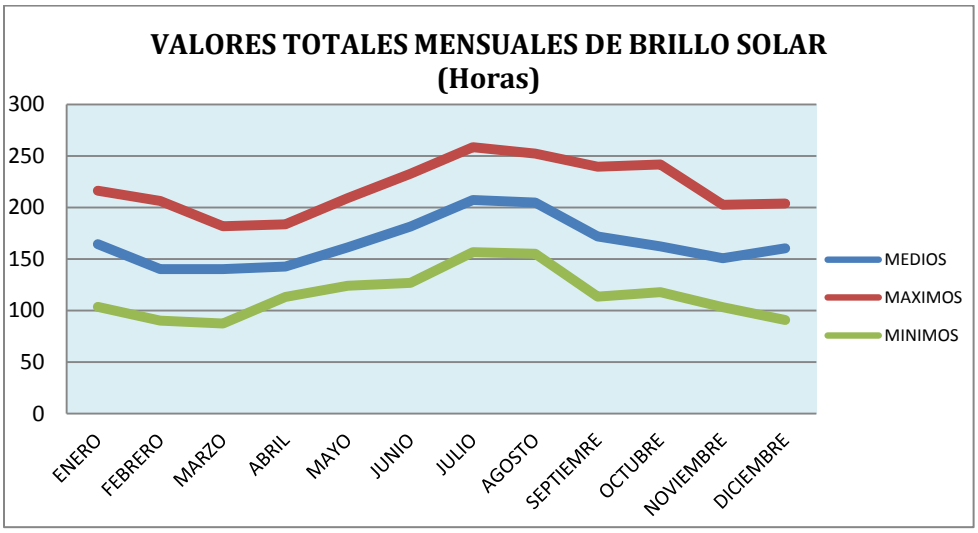
Permite obtener las deficiencias o excesos de humedad en el suelo, por lo tanto deducir el uso potencial del suelo. Afecta el ciclo del agua al devolver a la atmósfera el agua captada por las plantas. Con base en los datos mensuales, se analizó la evapotranspiración en donde se observa que los meses de Enero y febrero asciende y decae al llegar las lluvias de Marzo y mayo, luego asciende de Julio y Agosto, desciende con segundo periodo de lluvia en los meses de Noviembre y Diciembre.

Cuadro 10. Valores mensuales de brillo solar

VALORES TOTALES MENSUALES DE BRILLO SOLAR (Horas)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MEDIOS	164,4	140,2	140,2	142,7	161,3	181,4	207,4	204,9	171,9	162,2	150,8	160,4	1987.8
MAXIMOS	216,4	206,3	181,8	183,7	209	232,7	258,4	252,4	239,6	241,7	202,5	204	258,4
MINIMOS	103,6	90,1	87,4	113,2	124	126,8	156,8	155,1	113,4	117,9	103,2	90,7	87,4

Fuente: IDEAM

Figura 10. Comportamiento mensual de brillo solar



Fuente: IDEAM

Este parámetro meteorológico mide las horas de sol despejado que existen durante el día. La curva del brillo solar es inversamente proporcional a los valores de precipitación ya que en las épocas de mayores lluvias, el cielo permanece constantemente nublado sin permitir la entrada directa de los rayos solares a la superficie.

La información coincide con los meses lluviosos en valores bajos de horas de brillo solar respecto a lo general. La época con mayor cantidad de brillo solar; Junio, Julio, Agosto, Septiembre, coincide con la fase en la cual las oscilaciones de la temperatura son mayores; los meses con valores extremos en temperatura máxima y mínima se sitúan en esta parte del año, que coincide también con la primera fluctuación de humedad relativa baja y con los meses más secos o con menor cantidad de lluvia.

7.1.2 GEOMORFOLOGIA

Las geoformas presentes y de mayor difusión en el área de influencia del Rio Bermúdez, definen una imagen clara y sistémica del relieve y de los fenómenos que causan el origen de estas. La especialización de los rasgos geomorfológicos se convierte en una herramienta de gran relación que existe entre las geoformas de una región y de otros factores del medio ambiente.

- Relieve ligeramente ondulado y quebrado a fuertemente quebrado y escarpado:

Presenta formas complejas de relieve; Relieve ligeramente ondulado y quebrado a fuertemente quebrado y escarpado. Siendo suavizado el relieve por los depósitos de ceniza volcánica.Las laderas están modeladas por fenómenos glaciales ocurridos en el cuaternario y por capas de ceniza volcánicas posteriores. Las cenizas provenientes posiblemente de los volcanes Galeras y Morasurco, descansan sobre las diferentes lotologias de andesitas, diabasas, tobas o lodo volcánico, que no parecen haber influido en la génesis de los suelos, que se han formado a partir de las cenizas volcánicas.

Los procesos geomorfológicos actuales, son pata de vaca y terracetas, formados por ganado de leche, que se presenta en los sectores de La Josefina, Palmas Alto, parte de Casabuy y parte de Hato Viejo. Las pendientes son superiores al 75%.

Imagen 1. Geomorfología rio Bermúdez



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- Relieve plano a ligeramente ondulado

Presenta relieve plano a ligeramente ondulado, con pendientes suaves a ligeramente inclinadas y cubierta por depósitos muy espesos de cenizas volcánicas que han originado suelos muy profundos de texturas franco gruesas a franco finas, bien drenados y muy permeables, con fertilidad baja a muy baja.

Estas laderas se encuentran a una altitud entre 2300 a 2900 m.s.n.m. Están constituidas por capas de cenizas, arenas, tobas, lapilli, andesitas, coladas de lava y flujos de lodo volcánico.

Presentan escurrimientos difusos y pendientes entre 3 y 7 %. Los procesos en esta zona también han sido caracterizados por la ampliación de la frontera agrícola y el establecimiento de ganado de leche y levante. Si bien se encuentran relieves diferentes, encontrándose también el plano, la erosión es evidente en los sectores de sobrepastoreo.

En esta zona se sitúa una pequeña área del sector sur del Corregimiento de Casabuy, robles y hato viejo.

Imagen 2. Geomorfología Rio Bermúdez



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- Relieve ligeramente plano

Este relieve está distribuido entre los 2300 y 2700 m.s.n.m, con temperaturas de 12 a 15 ^{o}C, y promedio de lluvias anuales menores de 800 mm. Los materiales parentales son cenizas volcánicas, andesitas, coladas de lavas y derrames volcánicos.

El Municipio de Chachagüi es el resultado del entalle por erosión concentrado sobre las laderas a lo largo de líneas de falla, dando origen a incisiones en forma de V, con taludes escarpados. Formas secundarias representadas por pequeños resaltos, pueden manifestarse localmente. Se presenta erosión moderada y afloramientos de roca andesitica, deslizamientos pata de vaca y golpes de cuchara.

Es importante destacar que aquí se encuentra una amplia zona dedicada a cultivos tradicionales de la región, que poco a poco se han ido extendiendo a áreas que deben estar dedicadas a protección y que ocasionan deterioro del suelo, y formación de procesos erosivos en parte por falta de rotación de cultivos y técnicas inadecuadas de manejo. Pendientes del 50 al 75 %.

Dentro del municipio, se tiene sectores considerables de Casabuy, palmas Alto y Hato viejo.

Imagen 3. Geomorfología Rio Bermúdez



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- Relieve escarpado con pendientes mayores a 75%

El clima es cálido con escasa precipitación y temperaturas mayores a los 22 ^{o}C. Los suelos son muy superficiales y excesivamente drenados, descansan sobre esquistos muy alterados de color pardo amarillento. La zona característica de esta unidad es la vereda Pradera.

Imagen 4. Geomorfología Rio Bermúdez

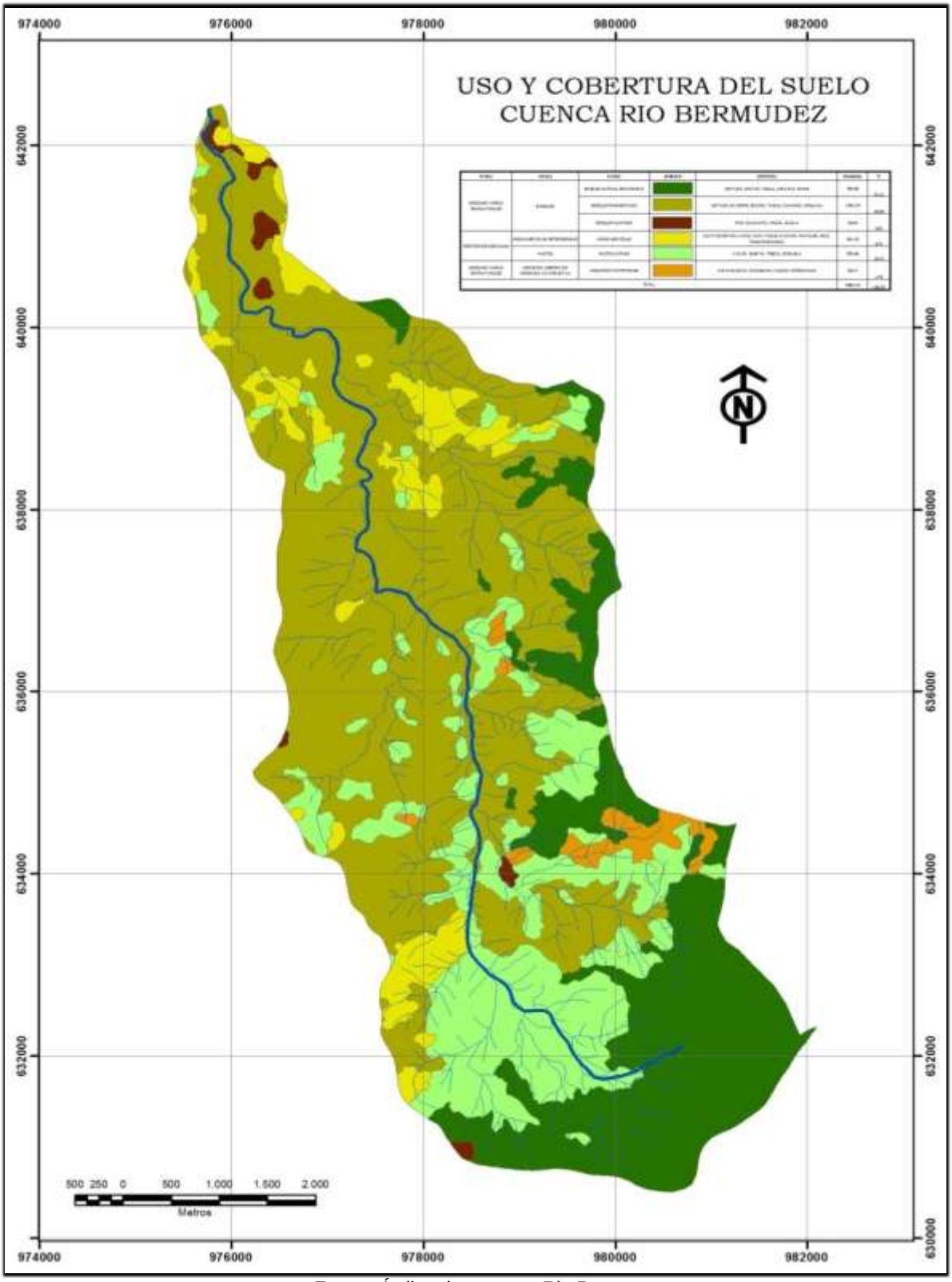


Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

7.1.3 COBERTURA DEL SUELO

La cobertura del suelo hace referencia a todos los elementos que se encuentran sobre la superficie del suelo ya sean naturales o introducidos por el ser humano. La importancia de considerar la cobertura y usos del suelo, radica en que constituye la base para el análisis del componente físico-biótico para el ordenamiento por ser indispensable no solo en la caracterización y especialización de las unidades de paisaje, sino también por su influencia marcada en la formación y evolución de los suelos, soporte a su vez de la vida vegetal y sustento animal. Además refleja las condiciones ambientales de una región.

Figura 11. Mapa de cobertura del suelo Subcuenca Rio Bermúdez



Fuente:Índice de escasez Rio Pasto

Cuadro 11. Uso y cobertura del suelo Subcuenca Rio Bermúdez

NIVEL1	NIVEL2	NIVEL3	SIMBOLO	ESPECIES2	Hectareas	%
BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUES	BOSQUE NATURAL SECUNDARIO		MOTILON, ENCINO, TAGUA, ARRAYAN, ROBLE	755,89	21,11
		BOSQUE FRAGMENTADO		MOTILON SILVESTRE, ENCINO, TAGUA, CUCHARO, MOQUILlo	1784,75	49,85
		BOSQUE PLANTADO		PINO, EUCALIPTO, URAPA, ACACIA	29,49	0,82
TERRITORIOS AGRICOLAS	AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS	AREAS AGRICOLAS		CULTIVOS DE PAPA, CAFE, YUCA Y FIQUE, PLATANO, FRUTALES, MAIZ, TOMATE DE ARBOL	241,18	6,74
	PASTOS	PASTOS LIMPIOS		KICUYO, SABOYA, TREBOL, OREJUELA	705,69	19,71
BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	AREAS CONVEGETACION HERBACEA Y/O ARBUSTIVA	ARBUSTOS Y MATORRALES		CHILCA BLANCA, PUCASACHA, CUJACO, MOROCHILLO	63,17	1,76
TOTAL					3580,16	100,00

Fuente. Índice de escasez Rio Pasto

7.1.4 USOS DEL SUELO

El suelo es el soporte fundamental de los ecosistemas naturales y sobre el cual se desarrollan las actividades productivas, sociales y culturales, y que además es el eje articulador de economías locales y regionales. El resultado de la acción del hombre sobre el ambiente natural, crea en parte el uso actual de la tierra, el resto es el uso que la vegetación natural dispone.

Para el manejo de la información en este documento se identifican tres zonas sobre el cauce principal: zona alta, media y baja. A continuación se describe el uso del suelo sobre el cauce principal del Rio Bermúdez el cual pertenece en su totalidad a población rural del Municipio de Pasto y Chachagüi:

- ZONA ALTA:

- Protección y conservación:la parte alta del cauce principal del Rio Bermúdez se ubica en el Municipio de Pasto, en las veredas de Daza y La Josefina del corregimiento de Morasurco, en esta zona se encuentra “la montaña del oso” la cual tiene varios afloramientos de agua que abastecen a diferentes acueductos veredales del Corregimiento de Morasurco. Presenta una variedad de especies arbóreas tales como: Matarraton, Leucaena, Roble, Arrayan, Pichuelo, Pino, Cipré, Eucalipto, Guayabo, Guadua, Balso, Nacedero, Carbonero.

Esta zona por sus características especiales y por sus condiciones físico –bióticas representa una alta importancia ambiental y merece un manejo que asegure su protección y conservación.

Imagen 5. Corregimiento de Morasurco



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- Agricola y pecuario:en las veredas de Daza y La Josefina, cada predio tiene nacimientos de agua que son utilizados para consumo humano y agrícola. Se destacan cultivos transitorios de clima frío como las hortalizas como modelos de desarrollo tradicional de pancoger, y también algunos cultivos de fique y áreas de pastos naturales para la producción pecuaria que en esta zona es baja, la hacienda más representativa pertenece a la orden Hospitalaria de San Juan de Dios.

Imagen 6. Cultivos Zona Alta



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

En la parte alta de la Vereda La Josefina, existen 9 familias que tienen en sus predios cultivos de fique, que procesan de forma artesanal: primero realizan el corte por medio de cuchillo o peinilla, desfibrado que en algunos casos se hace de manera rudimentaria y no con máquinas desfribradoras, posteriormente se lava para lo cual utilizan agua de diferentes nacimientos en sus predios, los subproductos como son el bagazo y los jugos se desperdician y van a parar mediante acequias a los cauces de aguas y en este caso a la parte alta de la Quebrada Los Turcos, estos son agentes contaminantes al contacto con el agua, ya que se producen unas reacciones químicas que hacen desoxigenar la fuente hídrica.El esquema general del proceso del fique es el siguiente:

Figura 12. Proceso beneficio del fique

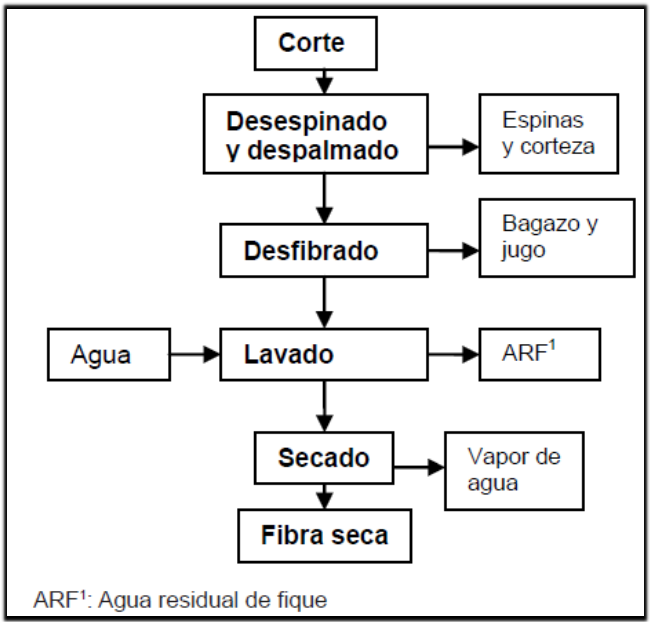


Imagen 7. Cultivo y aprovechamiento de fique zona Alta



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- Uso Servicios:en la Vereda La Josefina se encuentran el restaurante cañón del Roble, cabañas y la Macarena que funciona como Restaurante y centro turístico, es frecuentada por la pesca y sus hermosos paisajes.

En esta zona se encuentra la Reserva ecológica Morar, que tiene un área aproximada de 43 hectáreas, de las cuales el 43% son árboles, tiene nacimientos de agua, una cascada, áreas para acampar, senderos ecológicos y salón de eventos que se utilizan para recreación y deportes, pero también es una área de conservación y protección de los recursos naturales presentes en este lugar.

Imagen 8. Uso servicios Zona Alta





Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- Uso Industrial: en la vereda Daza, se construye El “Túnel de Daza Portal Norte”, que está localizado sobre el Tramo 5B de la Variante Oriental de Pasto, entre los Km 18+430 al 20+140, Iniciando en la vereda La Merced de Aranda y finalizando en Daza, veredas que pertenecen al corregimiento de Morasurco en el municipio de Pasto. Con un espacio de 1.710 mts de longitud con una altura máxima de 7.50 mts y un ancho de 10 mts y dos carriles. Por el desarrollo de esta actividad se encuentra intervenida la zona tanto por la construcción y adecuación de las vías como por la perforación y construcción del túnel, por lo que se han visto afectado los cuerpos de agua que han sido canalizados y contaminados como también la afectación a las especies arbóreas nativas de la zona por la extracción de material vegetal.

Imagen 9. Construcción Túnel de Daza Portal Norte



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

Además en esta vereda se ubica la empresa Pollo Fresco de Colombia POFRESCOL LTDA, que realiza el sacrificio y procesamiento de aproximadamente 6000 aves/día. Esta empresa toma el agua para sus procesos productivos del rio Bermúdez con un caudal de 3 l/s,, cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR y su efluente es vertido a una Quebrada que es afluente al Rio Bermúdez y es la misma a la cual se vierten las aguas provenientes de la construcción del Túnel de Daza.

Imagen 10. PofrescolLtda



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

En la Vereda La Josefina del Municipio de Pasto Corregimiento de Morasurco, se encuentra el relleno Sanitario Antanas, operado por la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS Pasto E.S.P S.A sus usuarios son 22 municipios del Departamento de Nariño y procesa 240 ton/día, el área para disposición de los residuos son 27 Ha, de las cuales 5 Ha pertenecen al vaso 1 y 7 Ha al vaso 2, el área destinada para aislamiento y conservación son 73 Ha. Las aguas lluvias son evacuadas del área de disposición de los residuos sólidos por medio de canales y vertidas finalmente por acequias que llegan a la quebrada Yuyas y esta a su vez al Rio Bermúdez.

Los lixiviados generados pasan a una planta de tratamiento, posteriormente a una red de conducción de aproximadamente 10 km y el efluente de esta es vertido sobre el Rio Bermúdez en la vereda Pradera del corregimiento de Casabuy Municipio de Chachagui.

Imagen 11. Relleno Sanitario Antanas



- ZONA MEDIA:

- Uso Protección y Conservación: en esta zona se encuentra La Reserva Forestal "El Comun**"** se originan las quebradas que sirven de abastecimiento para el acueducto de la cabecera del municipio de Chachagüi centro poblados especiales y otras veredas del corregimiento de Hato Viejo, de ahí la importancia de ésta zona de reserva.[1]

Tiene una extensión de 52 has. Aproximadamente, este ecosistema tiene bosques primarios con 30 has, bosques secundarios con 22 has, diferentes especies de fauna mirla, aguacatero, curillo, pintadilla, liebre, tórtolas, perdices y serpientes.

- Uso Recreativo:la alcaldía del Municipio de Chachagüi ha proyectado la adecuación de un sendero ecológico, teniendo en cuenta que la topografía del municipio permite establecer relaciones visuales en los sitios de confluencia de las cuencas hidrográficas y en los puntos de quiebre de pendientes, donde se conforman miradores naturales que

[1] Programa de Uso eficiente y Ahorro del Agua PUEAA Municipio de Chachagüi

permiten apreciar el territorio en su conjunto los cuales no han tenido ningún tipo de adecuación física. El sendero ecológico se ubica sobre el cauce del Rio Bermúdez desde el Puente Casabuy hasta la vereda Hato Viejo centro.

El terreno donde se encuentra este sendero presenta pendientes pronunciadas y bosque que ha sufrido alteraciones por aprovechamientos inadecuados en su ambiente natural que se evidencia por la deforestación para leña y producción de carbón en baja cantidad, que realizan unas pocas familias.

Se pretende en conformidad con la comunidad, destinarlas al logro de la recuperación de la naturaleza que allí existe; después de lograr su recuperación se puede declarar zonas de Reserva Natural, identificando su importancia hídrica dentro del sistema hidrológico y se convertiría en un potencial atractivo turístico para el Municipio.

Imagen 12. Sendero ecológico- puente Casabuy



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- Uso Agrícola y Pecuario: en la parte media de la subcuenca, se observa una mayor deforestación, un mayor asentamiento de la población y un mayor uso de la parte arbórea para el consumo de leña. Se presenta una topografía más plana con pendientes menores al 20%, el cauce del rio es más profundo y en V con fuertes pendientes en ambos lados con escorrentía superficial acelerada, baja infiltración y caudal abundante.

En esta zona se ubica el Corregimiento de Hato viejo del Municipio de Chachagüi, donde se llevan a cabo cultivos de pancoger, huertas caseras, pastos para ganadería y fique, el agua de lavado contamina algunas quebradas que son afluentes al Rio Bermúdez como la quebrada el lindero y la avalancha.

Imagen 13. Uso agrícola Zona Media



- Uso Piscícola:a lo largo de esta zona se evidencia el deseo de la comunidad de establecer criaderos de truchas como una actividad económica y un nuevo proyecto productivo para recreación, en algunas viviendas tienen la infraestructura para el desarrollo de esta actividad y se han organizado asociaciones pero en el momento no ha sido posible su realización.

Imagen 14. Estanque para trucha zona Media



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- ZONA BAJA:

- Zona de reserva foresta: "Loma puerta del Páramo"se localiza en la vereda Casabuy, en límites con el municipio de Pasto, es una región de gran variedad y abundancia en especia vegetales y animales y además es sitio de nacimiento de varias quebradas que abastecen a los acueductos de la cabecera corrigimental y de las veredas, praderas y Robles.[2]

Es necesario que esta zona sea declarada como reserva protectora por cuanto en ella existen asentamientos humanos dispersos, que ejercen presión sobre el bosque secundario y rastrojo existentes, para la extinción de leña, determinando la extinción de su cobertura y su fauna; por lo que es necesario adelantar campañas de educación ambiental, de protección y conservación de esta zona, además de implementar proyectos de reforestación y recuperación de áreas desbastadas por el hombre para la ampliación de la frontera agrícola.

Esta zona abarca un área aproximada de 100 has, de las cuales únicamente un 40% posee cobertura vegetal y existen 5 has, dispersas de bosques plantados, básicamente Bosques Secundarios Protectores.

Teniendo en cuenta que el Municipio de Chachagüí aún cuenta con ciertas áreas cubiertas de vegetación boscosa y rastrojos que cumplen funciones estratégicas para el mantenimiento del equilibrio ecológico. Se propone protegerlas para evitar que estas zonas sufran alteraciones que pueden ocasionar cambio en el uso del suelo. Se localizan en la parte alta de la vereda Casabuy y Quebrada Hato Viejo.

- Uso Agrícola: en la parte baja es en donde se acentúa la mayor parte de la población en los sectores bajos de robles, parte de Casabuy y el sector de Pradera, se establecen mayores actividades de agricultura, se observa una mayor implementación de pastos naturales y se conforman taludes y pendientes de encajonamiento a medida que el río Bermúdez se acerca y desemboca en el río Pasto, lugar en donde finaliza la subcuenca, se presentan pendientes entre el 50% y el 85 %.

La parte baja se ubican las veredas de Robles y Pradera siendo esta ultima la más cercana al cauce del rio y sus 27 familias se dedican al cultivo de café, en esta zona existen diversos cultivos de clima cálido como frutales, plátano, fique y principalmente se destaca por el café, el cual representa el principal sistema económico en las veredas pertenecientes al Corregimiento de Casabuy.

Las familias de la zona de influencia del Rio Bermúdez tienen cría de especies menores como marranos, cuyes, actividades que se desarrollan a campo abierto, en forma anti técnica, algunas familias poseen instalaciones como marraneras o corrales rudimentarios.

[2]Programa de Uso eficiente y Ahorro del Agua PUEAA Municipio de Chachagüi

Imagen 15. Uso agrícola Zona Baja



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

7.2 DIAGNOSTICO SOCIAL

En el Proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico del rio Bermúdez, se trabajó con la comunidad para la realización del diagnóstico social participativo, con una metodología dinámica que permite que los actores a través de su intervención en las socializaciones y talleres enriquezcan el proceso a través de sus experiencias vivenciales y conocimientos de los factores que generan conflicto por la utilización del recurso además de las necesidades y usos del Rio Bermúdez

7.2.1 ASPECTOS GENERALES

- Población: la población de estas veredas son campesinos que conocen muy bien la zona, son muy pocas las personas que han llegado de otras lados a esta región.También se encuentran los propietarios de fincas en el corregimiento de Casabuy y Hato Viejo, que llegan los fines de semana y en temporada de vacaciones (Diciembre, medio año y semana Santa).

- Educación: la población adulta tiene en su mayoría un proceso educativo de básica primaria y bachillerato, siendo el nivel profesional muy bajo.Los estudiantes no terminan muchas veces sus estudios por que se dedican a laborar en las actividades económicas de la región.

En las veredas Daza y La Josefina, encontramos la Institución Educativa Municipal Morasurco que presta sus servicios a estudiantes en los grados de preescolar hasta bachillerato, en el Municipio de Chachagüí, están las escuelas de Palmas Alto y de Hato Viejo, y en Casabuy el Centro Educativo de Casabuy con grados de preescolar hasta bachillerato.

- Religión: la población de estas veredas son en un 95% Católicos y el 5% restantes son practicantes de otros rituales Cristianos.

- Actividad económica: los pobladores de estas veredas de la zona rural del municipio de Pasto y del municipio de Chachagüí se dedican a la agricultura, ganadería, avicultura y piscicultura como forma de sustento diario y para la comercialización de los productos.

7.2.2 DIAGNÓSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO

Para la elaboración del diagnóstico se llevaron a cabo talleres y actividades lúdicas para identificar cuáles son las potencialidades, necesidades y principales problemáticas de la comunidad frente al uso, distribución e importancia del Rio Bermúdez.

- Actores sociales: los actores que intervinieron en el proceso de elaboración del diagnóstico participativo principalmente fueron los siguientes:

- Alcaldía Municipal de Chachagüí: Planeación Municipal, UMATA, Saneamiento Básico,
- Corregidor Hato Viejo y Casabuy
- Juntas de Administradoras de Agua,
- juntas de Acción Comunal.
- Comunidad del área de influencia del rio Bermúdez.

Para el desarrollo del diagnóstico Social Participativo se organizó a la comunidad en núcleos de acuerdo a su situación geográfica para tener mayor acceso a ella y lograr el objetivo de informar y conocer la situación del rio Bermúdez a través de los actores sociales.Los asientos poblacionales que se ubican en el transcurso de Río Bermúdez son:

- Vereda La Josefina, Municipio de Pasto: La vereda de la Josefina fue fundada en el año de 1912 por los señores Rafael Legarda, Juan Paz, Samuel Legarda, entre los motivos para fundar este sitio está la riqueza de sus tierras y la facilidad para adquirir agua para el uso doméstico y para los cultivos.

Imagen 16. Vereda La Josefina



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- La Población de la Josefina asciende a los 300 habitantes, el 80% de la población son campesinos nativos y los 20% restantes son foráneos.En porcentajes aproximados, el 50% de la población corresponde a niños y niñas, el otro 50% de adultos repartidos en un 51% mujeres y el 49% hombres.Existen 60 viviendas habitadas con un 40% de familias extensas donde viven los abuelos, padres, hijos y otros miembros de la familia y el 60% restante corresponde a familias nucleares.

Imagen 17. Socialización vereda la Josefina



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- Educación: el nivel académico de las personas adultas es de primaria y los jóvenes terminan el bachiller en la Institución Educativa Municipal Morasurco. Los jóvenes adelantan estudios de educación no formal en el SENA, la población no alcanza niveles tecnológicos y universitarios por los costos y se dedican principalmente a actividades agrícolas.

- Economía: en cuanto a las actividades económicas en la vereda, un promedio de 30 familias se dedican a la ganadería para la producción de leche y carne que se vende en Pasto, al cultivo de fique se dedican 9 familias y también las personas de esta vereda cultivan maíz, papa, arveja, frijol, hortalizas siendo beneficiadas un total de 212 familias que utilizan estos cultivos para el consumo propio y para negocio. Otra base fundamental para la economía es la cría de especies menores, gallinas, cuyes, cerdos, y criadero de truchas. Además en la vereda de la Josefina cinco familias se benefician como serradores de Pino.Empresas como EMAS Pasto S.A E.S.P , DEVINAR S.A Y POFRESCOL LTDA, generan trabajos temporales a los habitantes de la región.

- Recreación: entre las actividades de la comunidad donde hay participación de todos son las fiestas patronales de San José las cuales se celebran el 19 de marzo. También hay encuentros deportivos de futbol y actividades que se organizan en la escuela como festivales, bingos, celebración días especiales.

- Organización social: la comunidad de la Josefina, tiene conformada La Junta de Acción Comunal, PJ: 6365-10-64 con Nit. 814003725-8
Presidente: Carlos Bolívar Legarda
Vicepresidente: Esperanza Paz
Tesorero: Fanny Paz
Secretaria: Rosa Piña
Fiscal: Sandra Mora

También se encuentra organizada:Junta Administradora de Acueducto, Junta de Padres de Familia, Junta de Capilla, Junta de Restaurante Escolar, Club Deportivo

- Acueducto. el sistema de suministro de agua en la comunidad es de dos formas, las personas que viven en el centro de la vereda tienen agua potable de acueducto y las personas que están ubicadas en las partes altas toman el agua de arroyos propios construyendo tanques o la llevan directamente a las viviendas por acequia, sin ningún tipo de tratamiento ni regulación de caudal.

- Alcantarillado: en la vereda la Josefina no cuentan con alcantarillado, las aguas servidas corren en algunos casos directamente al Río Bermúdez, quebradas o a terrenos cercanos a las viviendas a través de acequias abiertas.

- Aseo: las familias por lo general tiran las basuras al Río Bermúdez, las queman o entierran en su predio, un porcentaje bajo realiza compost con los residuos orgánicos y los utilizan como abono para sus cultivos.

- Problemática:de acuerdo a la percepción de la comunidad, el principal problema de la vereda la Josefina es la contaminación del rio Bermúdez, situación que ha provocado que se deje de utilizar estas aguas para el ganado, la agricultura y lo que es fundamental para el consumo humano ya que en las veredas muchas familias no reciben agua tratada, la toman de los arroyos.

- Corregimiento Hato Viejo, Municipio de Chachagüi: la población asciende aproximadamente a los 450 habitantes campesinos nativos, se encuentra un promedio de 300 familias la mayoría de ellas extensas conformada por abuelos, padres, hijos, otros familiares viviendo en condiciones de hacinamiento. Además en esta zona se encuentran 80 casas fincas de familias de la ciudad de Pasto.

Imagen 18. Socialización Corregimiento Hato Viejo



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- Nivel Educativo: el nivel académico de las personas adultas mayores es muy bajo, los adultos en edad productiva tienen un nivel académico de primaria y algunos jóvenes alcanzan a terminar el bachillerato en la cabecera municipal de Chachagüí. En Palmas Alto, se encuentra el Centro Educativo de Palmas Alto y en Hato Viejo, el Centro Educativo que lleva el mismo nombre, igualmente que en otras veredas la educación se ve interrumpida por que los niños y jóvenes se ven obligados a generar mano de obra para el sustento diario y a contribuir con la economía de la familia.

- Aspecto Económico: hombres y mujeres de la región se dedican a trabajos como jornaleros en la explotación del fique, la construcción y en temporada de cosecha de café desplazándose a las veredas vecinas. Las mujeres se dedican a las huertas caseras y a la cría de cuyes, gallinas y cerdos para contribuir en los ingresos familiares.

- Recreación: las fiestas patronales de Nuestra Señora de las Lajas es el motivo por el cual la comunidad se congrega el 15 de septiembre. La comunidad también organiza y participa de encuentros deportivos de futbol y competencias de cometas y encuentros artesanales.

- Organización Social: la comunidad de Hato Viejo, tiene conformada: La Junta de Acción Comunal, Junta Administradora de Acueducto, Junta de Padres de Familia, Junta de Restaurante Escolar , Club Deportivo de futbol.

- Servicios: En el corregimiento existen acueductos que abastecen a las veredas de palmas bajo y Hato viejo centro, pero algunas familias utilizan el agua de afloramientos naturales en sus predios principalmente en la vereda Palmas Alto donde no existe acueducto y se abastecen de agua de nacimientos. El servicio de alcantarillado no existe en este corregimiento por lo tanto las familias tienen pozos sépticos de construcción artesanal.

- Problemática: El desperdicio de agua al creer y el recursos es ilimitado, la mala utilización de plaguicidas, la deforestación en algunas zonas cercanas al Rio Bermúdez, la inadecuada disposición de los residuos sólidos que aunque existe el servicio, este pasa cada 15 días y algunas personas deciden quemar o enterrar los residuos generados en las viviendas y la inadecuada disposición final de aguas negras que se realiza mediante acequias y vertidos finalmente al suelo o al rio.

- Corregimiento de Casabuy, Municipio de Chachagüi: Se ubica en el extremo sur – occidental del municipio de Chachagüi, lo conforman las veredas de Casabuy, Robles y la Pradera.

Imagen 19. Socialización Corregimiento Casabuy



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- Habitantes: la población de Casabuy asciende aproximadamente a 552 habitantes nativos.Un promedio de 320 familias la mayoría de ellas extensas conformada por abuelos, padres, hijos y otros familiares. En esta zona se encuentran 250 casas fincas de familias de la ciudad de Pasto**.**

- Nivel Educativo: el nivel académico de las personas adultas mayores es muy bajo, los adultos en edad productiva tienen un nivel académico de primaria y los jóvenes aunque hay mucha deserción académica alcanzan a terminar el bachillerato.La educación se ve interrumpida porque los niños y jóvenes se ven obligados a generar mano de obra para el sustento diario.

- Aspecto Económico: las principales actividades económicas de la región son el cultivo de café, fique, frutales, plátano, cría y engorde de pollos, cría de cuyes, trucha desarrollada en forma artesanal y ganadería no extensiva. Las personas nativas de la región tienen sus productos para la manutención diaria de la familia.

- Recreación: la comunidad celebra activamente y con gran devoción y participación las fiestas patronales de Nuestra Señora de las Lajas las cuales se celebran el 15 de

septiembre también hay encuentros deportivos de futbol, competencias de cometas y encuentros artesanales.

- Organización Social: la comunidad tiene conformada: La Junta de Acción Comunal, Junta Administradora de Acueducto, Junta de Padres de Familia, Junta de Restaurante Escolar , Club Deportivo de futbol.

- Servicios: El corregimiento cuanta con acueductos que abastecen a los habitantes de las 3 veredas, pero no cuentan con servicio de alcantarillado.

- Problemática: los conflictos que se presentan en la comunidad de Casabuy de acuerdo a los asistentes a los talleres principalmente son el desperdicio de agua en los galpones de aves y de la comunidad en general ya que el costo del servicio es muy bajo ($1000mensuales), la no existencia de alcantarillado ni de sistemas para la disposición final de aguas negras las cuales son vertidas sobre el suelo en terrenos aledaños provocando molestias en la comunidad porque las aguas se estancan produciendo humedad, mal olor, sancudos y enfermedades, además la mala disposición de los residuos sólidos ya que la recolección de basuras lo hace EMAS S.A E.S.P cada 15 días, pero en la vereda Pradera no pasa el carro recolector y sus habitantes entierran o queman los residuos, también es importante mencionar que la comunidad de este corregimiento principalmente la vereda Pradera manifiesta la necesidad del recurso para riego por lo que han propuesto un proyecto para distrito de riego que beneficiara a las familias que cultivan café y ven al Rio Bermúdez como la única fuente de abastecimiento pero les preocupa la calidad del agua para sus cultivos.

7.2.3 Análisis de Resultados

Teniendo en cuenta la información recopilada mediante talleres participativos, entrevistas, jornadas lúdicas con los actores de las zonas poblacionales que recorre el rio Bermúdez se encuentra que hay coincidencia en la información suministrada y en donde se resalta los siguientes aspectos.

- Importancia del Río Bermúdez: el Río es fundamental para la conservación de la flora, fauna, aire, bosques, suelo, es importante por su panorama paisajístico, y para el establecimiento de proyectos productivos, recreativos y turísticos y además porque es fuente de abastecimiento para consumo humano, agrícola y pecuario.

- Problemática: De acuerdo a los talleres y socializaciones la comunidad expresa que las posibles causas de contaminación del rio Bermúdez son:

- Conducción y vertimiento de lixiviados del relleno sanitario Antanás,
- Vertimientos provenientes de la empresa DEVINAR,
- Vertimientos de la empresa POFRESCOL LTDA,
- Aguas residuales domésticas,
- Desechos orgánicos de galpones y porquerizas,
- Inadecuado manejo de los residuos solidos
- Deforestación,
- Inadecuado usos de plaguicidas y fertilizantes,
- Carretera Panamericana (peaje, residuos sólidos, gasolina, aceite, ACPM)
- Pozos sépticos deteriorados y falta de tecnificación
- Falta de educación y conciencia ambiental.

- Desperdicio del recurso.

Imagen 20. Talleres participativos



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

<u>- Consecuencias:</u> según el sentir de la comunidad las consecuencias son las siguientes

- Sequia
- Contaminación por Lixiviados
- Malos olores
- Contaminación de aguas subterráneas
- Erosión del suelo
- Perdida de flora y fauna
- Daños al ecosistema
- Vectores
- Contaminación visual, perdida del paisaje
- Enfermedades, Brotes en la piel, Parasitismo, gripes.
- Pérdida de atractivo turístico
- Aire contaminado
- Cambio de color del Río
- Derrumbes
- Malos Olores
- El recurso no se puede usar para las necesidades de la comunidad.
- Conflictos por la calidad y utilización del recurso.

<u>- Usos identificados</u>: De acuerdo a la comunidad el cauce principal del Rio Bermúdezse utiliza para solo para uso industrial y servicios por la calidad del recurso, pero si utilizan sus afluentes para uso doméstico, agrícola y pecuario, además los habitantes en la zona de influencia del Rio Bermúdez manifiestan la necesidad de utilizar el recurso para uso doméstico del Municipio de Chachagüi, uso agrícola sobre todo para las veredas de la parte baja ya que es la única fuente de abastecimiento, pecuario y recreativo.

- Cronología del conflicto:Antes del 2001 ya se presenciaba contaminación según la comunidad por el relleno sanitario que existía anteriormente, pero se ha agravado por los vertimientos del Relleno sanitario Antanas, la empresa procesadora de aves POFRESCOL LTDA y en el último año por la construcción del Túnel de Daza por DEVIDAR S.A, agregando a esta situación el aumento de población y construcción de nuevas viviendas que no tienen un sistema adecuado para la recolección de las aguas residuales, vertiéndolas directamente al río o al suelo. Las actividades como la ganadería, porcicultura, los galpones, la mala utilización de fungicidas y abonos, la tala de árboles, la falta de cultura en el manejo adecuado del agua y otras actividades que se realizan por necesidad económica perjudican el medio ambiente, siendo estos los conflictos diarios que se presentan en estas comunidades.

A medida que los años transcurren, el cambio generado por las intervenciones antrópicos son evidentes, la comunidad plasma que el rio se encuentra contaminado perjudicando a la comunidad y a la misma naturaleza.

- Análisis del conflicto: teniendo en cuenta los aspectos que manifiestan las comunidades que intervinieron en el desarrollo del diagnóstico del Proceso de Ordenamiento del recurso Hídrico, se presentan a continuación los principales aspectos que según las comunidades afectan el recurso hídrico.

- EMAS S.A E.S.P: debido a que la conducción de lixiviado del Relleno Sanitario Antanascausa malos olores, daños en el agua superficial y subterránea, al suelo, los cultivos, la fauna y la flora propia de la región.

- DEVINAR S.A: por las obras ejecutadas en el túnel, la comunidad expresa que el río ha cambiado el color a gris, se agrega como factor importante en la contaminación del Río la carretera Panamericana, por la gasolina, asfalto, aceites, entre otros componentes que finalmente llegan a la corriente, también por el mal manejo de los residuos sólidos de las personas que circulan en sus vehículos por la carretera.

- POFRESCOL LTDA, por el incorrecto manejo de residuos del sacrificio de pollos, ya que habitantes de esta zona manifiestan que en algunas ocasiones los desechos como plumas, viseras, sangre son vertidos al Río, produciendo malos olores, acumulación de estos residuos orgánicos, cambio del color del agua y cambio del paisaje.

- Aguas Residuales*:* no existen soluciones técnicas para la disposición y tratamiento de las aguas residuales domésticas, por lo tanto la mayoría de las viviendas vierten estas aguas directamente al rio o al suelo. Además la hacienda de Daza, las fincas que tienen cerdos y los galpones de pollo, utilizan el agua para el lavado de los residuos los cuales son vertidos al rio.

- Tala de Árboles: La falta de empleo en la zona aledaña al Río sobre todo en la vereda de la Josefina y Palmas Alto, causa que se realice la tala de árboles los cuales se comercializan y como consecuencia se presenta deforestación y la pérdida progresiva del roble, añadiendo además acciones como la quema de bosques y un mal manejo de los químicos para fumigar.

- Residuos sólidos:Este problema es generado tanto por los campesinos de la región como por las personas que viajan y desde su vehículo tiran basuras o se estacionan para dejar las basuras a la orilla de la carretera o en las quebradas y el rio.

Todo esto ha generado que después de que las comunidades que se encuentran aledañas al Río Bermúdez, tuvieran un Río limpio de aguas cristalinas, donde captaban agua para uso domésticos, recreativos y agrícolas, donde gozaban de una exuberante flora como motilón, robles, tacasco, helechos, y de una fauna de especies como ardillas, raposas, conejos silvestres, puerco espín, patos, pavas, torcazas, hormigas, arañas. Ahora se encuentre un lugar intervenido irresponsablemente y donde se continua su destrucción con el propósito de lograr la modernidad pero sin remediar por el medio ambiente destruyendo el paisaje, ahora el agua ya no es cristalina sino que cambia a verde o gris, la presencia de vectores provoca enfermedades, brotes en la piel, afectando la salud de niños, niñas, jóvenes y adultos, su caudal ya no es el mismo y cuando hay sequias los cultivos se dañan porque ya no se puede captar el agua del Río.

Además de la realización desocializaciones, talleres, mesas de trabajo, se llevó a cabo una jornada lúdica con la participación de las instituciones educativas, Juntas de acción comunal, Juntas administradoras de acueducto y comunidad en general, dando a conocer el proceso de Ordenamiento del Rio Bermúdez y se dejó un mural para que la comunidad recuerde su compromiso con el recurso hídrico.(Ver anexo C)

Imagen 21. Mural Educativo PORH Rio Bermúdez



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

7.3 DIAGNOSTICO CORRIENTE HÍDRICA

A lo largo del cauce principal del Rio Bermúdez se encuentran diferentes actividades domésticas, pecuarias, ganaderas y sobre todo Industriales que afectan la calidad y cantidad de este recurso, restringiendo los usos actuales y potenciales aguas abajo.

Para el desarrollo de esta investigación se recopilo y organizó la información secundaria disponible sobre los usuarios del recurso hídrico tanto de concesión de aguas como de vertimientos ubicados en el área de influencia del cauce principal del Rio Bermúdez, también se analizó la cartografía base y adicional a esto se realizó un recorrido de campo por el cauce principal del rio, llenando fichas de campo, bitácora y registro fotográfico que ayudó para la identificación de usuarios tanto de vertimiento como de captación de agua, infraestructura hidráulica, se identificaron también afluentes naturales que escurren hacia el cauce principal del Rio Bermúdez, usos actuales, usos potencial y verificando las causas y consecuencias de su deterioro vinculando a la comunidad en este proceso mediante un diagnostico participativo.

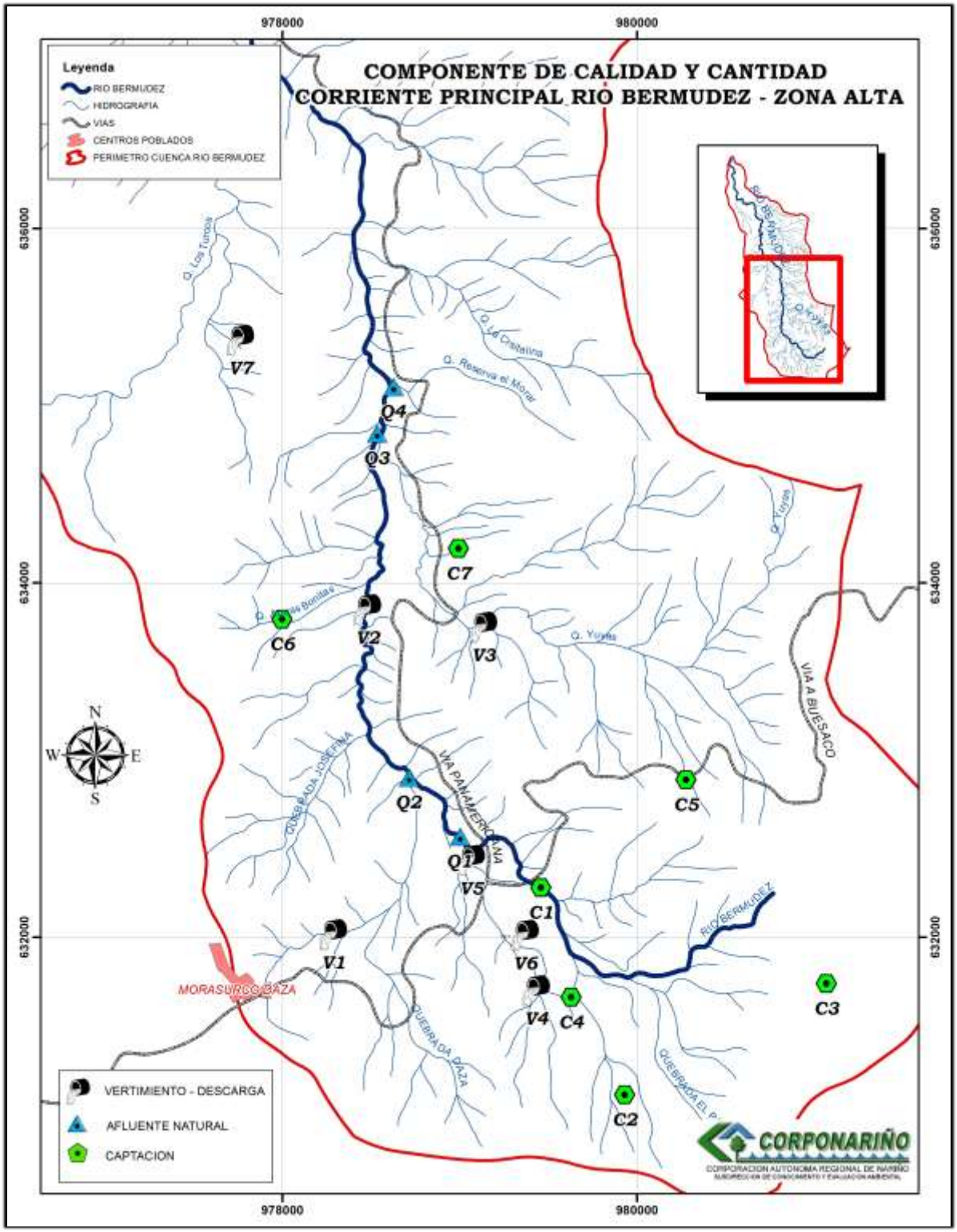
Además, con el objetivo de analizar la calidad del recurso hídrico se llevó a cabo dos jornadas de muestreo sobre 10 puntos escogidos por su importancia sobre la corriente principal como también sobre afluentes y vertimientos, posteriormente con toda la información recopilada y analizada determinar los perfiles e índices de calidad, la elaboración del diagrama o topología de ubicación de las entradas y salidas más representativas y por último la modelación y simulación del comportamiento de la corriente en diferentes escenarios para determinar el escenario factible a realizarse.

7.3.1 CENSO DE USUSARIOS:

Con la información secundaria obtenida y con lo observado en campo se identificaron a lo largo del cauce principal del Rio Bermúdez y sus afluentes principales, los factores más significativos que influyen en la calidad como en la cantidad de este recurso hídrico. Para este documento se dividió el área de estudio en tres zonas como se describió anteriormente: zona alta, media y baja y en cada una de ellas se detalla tanto los usuarios de cantidad como de calidad identificados:

- **ZONA ALTA:**La Zona Alta del Rio Bermúdez comprende el área perteneciente al Municipio de Pasto, es decir las veredas de Daza y la Josefina del Corregimiento de Morasurco

Figura 13. Mapa de Usuarios de Calidad y cantidad Zona Alta



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

- CALIDAD ZONA ALTA:a continuación se relacionan todos los vertimientos que causan alteración en la calidad de la corriente principal como también de sus afluentes. En esta zona, los principales factores que afectan la calidad son los vertimientos industriales de los proyectos Túnel de Daza portal Norte y POFRESCOLLtda que descargan sobre el mismo afluente al Rio Bermúdez denominado para este estudio Quebrada Túnel – Pofrescol, a está quebrada también la impacta pequeños afluentes provenientes de la Vereda Daza que atraviesan zonas de producción pecuaria y viviendas con una mala disposición de los residuos sólidos.

En esta zona también existen vertimientos de aguas grises provenientes de la Vereda Daza las cuales recorren hasta su llegada al Rio Bermúdez, predios con pastos dedicados a la actividad pecuaria y agrícola, como también basuras por el mal manejo de los residuos sólidos de esta vereda.En la Vereda La Josefina las viviendas cercanas al cauce del rio evacuan las aguas grises mediante acequias a las cuales se les unen diversos nacimientos de agua que finalmente llegan al Rio Bermúdez.

En esta zona nacen las Quebradas Reserva Morar y La Cristalina donde algunos predios con cultivos y pastos para la ganadería aportan una carga contaminante leve por lo tanto no se las tiene en cuenta en este ítem de calidad, si no que se las detalla en la parte de cantidad.

Cuadro 12. Vertimiento 1 Vereda Daza

<table>
<tr><td>V1</td><td colspan="5">VEREDA DAZA BAJO</td></tr>
<tr><td colspan="2">MUNICIPIO: Pasto</td><td colspan="2">CORREGIMIENTO: Morasurco</td><td colspan="2">VEREDA: Daza</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS:</td><td>978287</td><td>632014</td><td>2734</td><td colspan="2">MARGEN: Izquierda</td></tr>
<tr><td colspan="4">Tipo: Vertimiento Domestico</td><td colspan="2">Descarga a un Afluente</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCION: en la Vereda Daza Bajo, mediante acequias evacuan las aguas grises las cuales se unen a una gran cantidad de nacimientos de agua con un caudal bajo que afloran en esta zona, estas aguas atraviesan predios con cultivos como papa y maíz y también áreas dedicadas a la actividad pecuaria, además en esta vereda no se realiza un buen manejo de residuos sólidos. Todo lo anterior afecta la calidad del Rio Bermúdez ya que la mayoría se unen y forman la Quebrada Daza que es un afluente al cauce principal del Rio Bermúdez.</td></tr>
</table>

Cuadro 13. Vertimiento 2 Escurrimientos varios Vereda La Josefina

V2	ESCURRIMIENTOS VARIOS VEREDA LA JOSEFINA			
MUNICIPIO: Pasto	**CORREGIMIENTO:** Morasurco			**VEREDA:** La Josefina
COORDENADAS:	970467	633904	2516	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Vertimiento Domestico			**Descarga al Cauce Principal**	
				
DESCRIPCION: en la vereda La Josefina las viviendas cercanas al cauce del Rio evacuan las aguas grises en el suelo mediante acequias, las cuales en su trayecto al Rio reciben también aguas de nacimientos de agua de buena calidad.				

Cuadro 14. Vertimiento 3 Quebrada Yuyas

V3	QUEBRADA YUYAS			
MUNICIPIO: Pasto	**CORREGIMIENTO:** Morasurco			**VEREDA:** La Josefina
COORDENADAS:	978530	634844	2424	**MARGEN:** Derecha
Tipo: Infiltración Lixiviados			**Descarga a un afluente: Quebrada Yuyas**	
				
DESCRIPCION: durante un lapso de tiempo determinado, el Relleno Sanitario Antanas realizó la disposición final de los lixiviados sobre el suelo en una zona denominada de Biorremediacion cercana a la Quebrada Yuyas, ocasionando infiltración y afectación a esta fuente hídrica, además de actividades agrícolas y pecuarias.				

Cuadro 15. Vertimiento 4 Construcción Túnel de Daza

<table>
<tr><td>V4</td><td colspan="5">CONSTRUCCION TUNEL DE DAZA PORTAL NORTE</td></tr>
<tr><td colspan="2">MUNICIPIO: Pasto</td><td colspan="2">CORREGIMIENTO: Morasurco</td><td colspan="2">VEREDA: Daza</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS:</td><td>979431</td><td>631698</td><td>2735</td><td colspan="2">MARGEN: Derecha</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo:Vertimiento industrial continuo</td><td colspan="2">Permisos: Licencia Ambiental 1494 de 31 de Julio del 2009</td><td colspan="2">Descarga a un afluente: Quebrada Túnel- Pofrescol</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCION: de las labores de excavación y perforación para la construcción del túnel salen aguas de color gris con un caudal aproximado de 44,84 l/s que son vertidas sobre un afluente al Rio Bermúdez, a este afluente le aportan caudal acequias y pequeños nacimientos.</td></tr>
<tr><td colspan="6">INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA</td></tr>
<tr><td colspan="2">COORDENADAS:</td><td colspan="4" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>979431</td><td>631698</td><td>2735</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTES:
- Canales
- cribas
- Adición de sulfato de Aluminio
- 4 sedimentadores.
- Manejo de lodos: lechos de secado.</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCION: el sistema de tratamiento empieza en los canales por donde se conduce el vertimiento, se le adiciona sulfato de Aluminio, posteriormente se pasa a la mezcla rápida y finalmente a las unidades de sedimentación y su efluente es conducido hacia un pequeño nacimiento y vertido finalmente al Rio Bermúdez.</td></tr>
</table>

Cuadro 16. Vertimiento 5 POFRESCOL LTDA

V5	POFRESCOL LTDA			
MUNICIPIO: Pasto	**CORREGIMIENTO:** Morasurco			**VEREDA:** Daza
COORDENADAS:	979065	632434	2674	**MARGEN:** Derecha
Tipo: Vertimiento Industrial- intermitente	**Permisos**: Autorización Ambiental No 977 de 1997			**Descarga a un afluente:** Quebrada Túnel -Pofrescol





DESCRIPCION: la empresa PofrescolLtda, realiza sacrifico y procesamiento de aproximadamente 6000 aves/día, el área del predio es de 5000m^2, el vertimiento se realiza de forma intermitente con un caudal variable teniendo registros de: MIN: 1.29 MAX: 6.66 LPS sobre la misma quebrada a la cual se descarga el vertimiento de la construcción del túnel, está quebrada es un afluente al Rio Bermúdez.

INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA

COORDENADAS:		
979054	632480	2677

COMPONENTES:

- Trampa de grasas
- Reactor aerobio
- Sedimentador
- Humedal artificial.



DESCRIPCION: la infraestructura se encuentra en buen estado, aunque hace falta mantenimiento más frecuente, los residuos de plumas y otros lodos se disponen en el mismo predio enterrados.

Cuadro 17. Vertimiento 6 Hacienda Hospital San Rafael

V6	HACIENDA HOSPITAL SAN RAFAEL			
MUNICIPIO: Pasto	**CORREGIMIENTO:** Morasurco		**VEREDA:** Daza	
COORDENADAS:	979368	632012	2714	
Tipo: vertimientos domésticos y pecuarios	**Permisos:** No cuenta con ningún permiso de vertimientos		**Descarga a un Afluente**	
				
DESCRIPCION: la hacienda del Hospital San Rafael, tiene una extensión de 1000 ha con pastos para la producción pecuaria, tiene aproximadamente 60 vacas y el agua de lavado del establo es conducido hacia los pastos y también hacia dos pozo séptico contaminando las pequeñas fuentes de agua cercanas que luego van a parar al Rio Bermúdez.				

Cuadro 18. Vertimiento 7 cultivo de fique

V7	VERTIMIENTO FIQUE QUEBRADA TURCOS			
MUNICIPIO: Pasto	**CORREGIMIENTO:** Morasurco		**VEREDA:** La Josefina	
COORDENADAS:	977763	635370	2484	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Vertimiento Agrícola	**Descarga a un afluente al cauce principal:** Quebrada los Turcos			
				
DESCRIPCION: 9 familias de la vereda La Josefina dedicadas a la producción del fique aproximadamente 9 hectáreas, desperdician los subproductos como son el bagazo y los jugos y van a parar mediante acequias a la parte alta de la Quebrada Los Turcos, la cual es un afluente al cauce principal del Rio Bermúdez.				

- CANTIDAD ZONA ALTA:esta es una zona de recarga por lo tanto existen abundantes afloramientos de agua, principalmente en la “montaña del oso” que abastece los acueductos veredales del Corregimiento de Morasurco. Las entradas más importantes son la Quebrada Aguas Bonitas de la cual se abastece para consumo humano parte de la Vereda La Josefina, el resto de esta vereda tiene en sus predios diversos nacimientos con los cuales suplen las necesidades domésticas y agrícolas. Otras entradas en esta zona son las Quebradas Yuyas, reserva Morar y La Cristalina, esta última divide al Municipio de Pasto con el Municipio de Chachagüi.

La única captación que se realiza sobre el cauce principal, es la bocatoma que abastece a la empresa PofrescolLtda para uso doméstico e industrial. Las demás captaciones se realizan sobre afluentes al cauce principal del Rio Bermúdez.

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 la empresa PofrescolLtda:

Cuadro 19. Captación 1 Bocatoma POFRESCOL LTDA

<table>
<tr><td>C1</td><td colspan="5">BOCATOMA POFRESCOL LTDA</td></tr>
<tr><td colspan="2">MUNICIPIO: Pasto</td><td colspan="2">CORREGIMIENTO: Morasurco</td><td colspan="2">VEREDA: Daza</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS:</td><td>979558</td><td>633215</td><td>2713</td><td colspan="2">MARGEN: Cauce Principal</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo: Bocatoma para uso industrial.</td><td colspan="2">Permisos: Concesión No. 56 del 20 de Febrero del 2006</td><td colspan="2">Captación cauce principal</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCION: esta bocatoma capta un caudal de 3 LPS para uso doméstico e industrial, para el proceso de sacrificio de aves se usan 21 litros por pollo de acuerdo al Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua PUEAA con el que cuenta la empresa mediante Resolución No</td></tr>
<tr><td colspan="6">INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA</td></tr>
<tr><td colspan="2">COORDENADAS:
<table>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
COMPONENTES:
- Bocatoma
- Desarenador
- Tanque de Almacenamiento</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCION:el agua captada es conducida a un desarenador y luego a dos tanques de almacenamiento donde se adiciona cloro para su posterior uso.</td></tr>
</table>

Sobre el **cauce principal** del rio Bermúdez se ubican las siguientes entradas de **quebradas** naturales que aportan caudal, que en algunos casos también son receptoras de vertimientos:

Cuadro 20. Quebrada Túnel – Pofrescol 1

Q1	**QUEBRADA TUNEL - POFRESCOL**			
MUNICIPIO: Pasto	**CORREGIMIENTO:** Morasurco			**VEREDA:** Daza
COORDENADAS:	970604	632490	2669	**MARGEN:** Izquierda
Tipo:Quebrada receptora de vertimientos			**Quebrada Afluente al cauce principal**	
				
DESCRIPCION: a este afluente vierten sus aguas residuales los proyectos Túnel de Daza y PofrescolLtda, también llegan pequeños cuerpos de agua de la Vereda Daza y afloramientos que aumentan el caudal. Este afluente recorre predios dedicados a la actividad pecuaria.				

Cuadro 21. Quebrada Daza 2

Q2	**QUEBRADA DAZA**			
MUNICIPIO: Pasto	**CORREGIMIENTO:** Morasurco			**VEREDA:** Daza
COORDENADAS:	978710	632902	2631	**MARGEN:** Izquierda
Tipo:Quebrada receptora de vertimientos			**Quebrada Afluente al cauce principal**	
				
DESCRIPCION: este afluente arrastra aguas residuales domesticas de la parte baja de la Vereda Daza y recorre aproximadamente 600 m por predios dedicados a la actividad agrícola y pecuaria hasta llegar al cauce principal del Rio Bermúdez				

Cuadro 22. Quebrada Yuyas 3

Q3	**QUEBRADA YUYAS**			
MUNICIPIO: Pasto	**CORREGIMIENTO:** Morasurco			**VEREDA:** La Josefina
COORDENADAS:	978530	634844	2424	**MARGEN:** Derecha
Tipo: Infiltración Lixiviados			**Descarga al Cauce Principal**	
				
DESCRIPCION: durante un periodo de tiempo determinado el Relleno Sanitario Antanas realizó la disposición final de los lixiviados sobre el suelo en una zona denominada de Biorremediacion cercana a la Quebrada Yuyas, ocasionando infiltración y afectación a esta fuente hídrica, además de actividades agrícolas y pecuarias.				

Cuadro 23. Quebrada Reserva morar 4

Q4	**QUEBRADA RESERVA MORAR**			
MUNICIPIO: Pasto	**CORREGIMIENTO:** Morasurco			**VEREDA:** La Josefina
COORDENADAS:	978623	635107	2439	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Quebrada			**Quebrada Afluente al cauce principal**	
				
DESCRIPCION: esta Quebrada nace en el predio de la reserva ecológica morar y por lo tanto no tiene vertimientos directos ni afectaciones graves que alteren la calidad, pero si aportan un caudal considerable a la corriente principal.				

Sobre los **afluentes** al cauce principal del Rio Bermúdez en la Zona Alta se realizan las siguientes captaciones:

Cuadro 24. Captación 2 Acueducto Vereda Daza

C2	ACUEDUCTO ASOCIACION JAA VEREDA DAZA			
MUNICIPIO: Pasto	**CORREGIMIENTO:** Morasurco			**VEREDA:** Daza
COORDENADAS:	979931	631112	3121	**Captación de un Afluente**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No.466 de 21/06/2010				
				
DESCRIPCION: este acueducto abastece a 89 familias de la Vereda Daza y capta un caudal de 3,2 LPS. Sobre la conducción existen diversas conexiones ilegales.				

Cuadro 25. Captación 3 Acueducto Juanoy

C3	ACUEDUCTO ASOCIACION JAA JUANOY			
MUNICIPIO: Pasto	**CORREGIMIENTO:** Morasurco			**VEREDA:** Daza
COORDENADAS:	981068	631740	3160	**Captación de un Afluente**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No. 600 de 24/11/2009				
				
DESCRIPCION: este acueducto abastece a 260 familias y capta un caudal de 3 LPS, de este acueducto también se abastece el proyecto del Túnel de Daza para uso doméstico.				

Cuadro 26. Captación 4 Hospital San Rafael

C4	CAPTACION HOSPITAL SAN RAFAEL			
MUNICIPIO: Pasto		**CORREGIMIENTO:** Morasurco		**VEREDA:** Daza
COORDENADAS:	979629	631662	2753	**Captación de un Afluente**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No. 633 14/09/2010				
				
DESCRIPCION: la concesión está a nombre de Fr. Jairo Enrique Urueta Blanco, capta un caudal de 0,3 LPS para uso doméstico y pecuario, esta hacienda tiene un área de 1000 ha y aproximadamente 60 vacas.				

Cuadro 27. Captación 5 EMAS S.A E.S.P

C5	CAPTACION EMAS PASTO S.AE.S.P			
MUNICIPIO: Pasto		**CORREGIMIENTO:** Morasurco		**VEREDA:** La Josefina
COORDENADAS:	980276	632890	2801	**Captación de un Afluente**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No. 221 17/03/2010				
				
DESCRIPCION: esta bocatoma capta un caudal de 0,57 l/s, que luego es conducido a un reservorio para su almacenamiento, el agua es captada para uso de los empleados del Relleno Sanitario Antanas.				
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA: cuenta con un bocatoma, conducción yreservorio de almacenamiento.				

Cuadro 28. Captación 6 Acueducto Vereda La Josefina

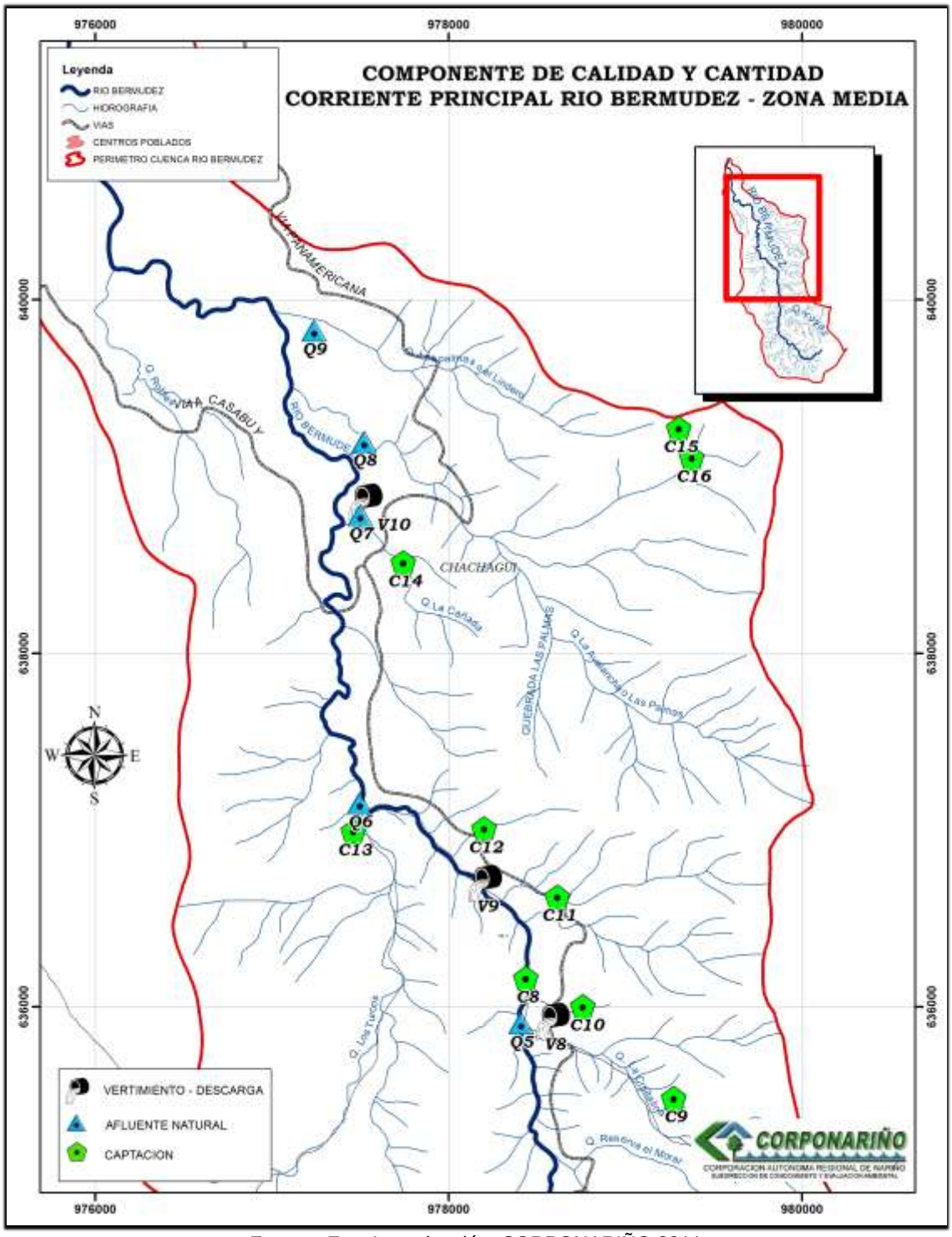
C6	ACUEDUCTO VEREDA LA JOSEFINA			
MUNICIPIO: Pasto		**CORREGIMIENTO:** Morasurco		**VEREDA:** La Josefina
COORDENADAS:	977998	633795	2602	**Captación de un Afluente**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No.356 18/10/2006				
				
DESCRIPCION: esteacueducto abastece a 40 familias de las 60 totales de la Vereda La Josefina, capta un caudal de 1,4 l/s de la fuente denominada, Aguas Bonitas, la cual es un afluente al Rio Bermúdez.				
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA: este acueducto tiene una bocatoma, desarenador, tanque de almacenamiento donde se dosifica y adiciona sulfato de aluminio y posteriormente una conducción para 40 viviendas.				

Cuadro 29. Captación 7 Restaurante La Macarena

C7	CAPTACION RESTAURANTE LA MACARENA			
MUNICIPIO: Pasto		**CORREGIMIENTO:** Morasurco		**VEREDA:** La Josefina
COORDENADAS:	978993	634195	2546	**Captación de un Afluente**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No. 115 22/03/2006				
				
DESCRIPCION: este Restaurante tiene lagos artificiales para la pesca deportiva, captan un caudal de 2 l/s para uso doméstico.				

- **ZONA MEDIA:**esta zona comprende desde la Quebrada La Cristalina, hasta la Quebrada La Avalancha, abarcando todo el Corregimiento de Hato Viejo del Municipio de Chachagüi, las veredas que se encuentran en esta área son Palmas Alto, Palmas Bajo y Hato Viejo.

Figura 14. Mapa Usuarios de calidad y cantidad Zona Media



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- CALIDAD ZONA MEDIA: las actividades que afectan la calidad del rio en esta zonason principalmente; vertimientos domésticos de aguas negras y grises que se realizan en su mayoría mediante acequias y mangueras hacia el suelo en cercanías al rio, ya que por la topología inclinada del terreno en las veredas Palmas no es posible la construcción de pozos sépticos artesanales. En toda esta zona no se cuenta con servicio de alcantarillado por lo tanto se realiza la evacuación de aguas negras mediante pozos sépticos construidos artesanalmente.

Actividades agrícolas como el procesamiento del Fique y actividades pecuarias afectan también la calidad del Rio, pero con una magnitud menor. Además hay que considerar como otro factor que afecta la calidad del agua, la vía panamericana, la cual es muy cercana a esta fuente de agua y en algunos casos a los canales destinados para las aguas lluvias se vierten aguas grises y negras de algunos usuarios, como también residuos sólidos de las personas que transitan por esta vía y finalmente todo esto llega al Rio Bermúdez.

En esta zona no existen vertimientos directos sobre el cauce principal del rio Bermúdez, a continuación se enumeran los principales vertimientos que se realizan sobre el suelo y afluentes al cauce principal que afectan de alguna manera la calidad del Rio.

Cuadro 30. Vertimiento 8 Lavado de Fique

V8	**LAVADO DE FIQUE**			
MUNICIPIO: Chachagüi	**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo			**VEREDA:** Palmas Alto
COORDENADAS:	978543	636005	2359	**Descarga al suelo**
Tipo: Vertimiento Agrícola: lavado Fique			**Permisos**: no cuenta con ningún permiso.	
				
DESCRIPCION: en el predio del Señor Pedro López de aproximadamente 15 hectáreas tiene cultivo de fique y realiza el proceso de lavado en su predio con el agua de diversos afloramientos, en este mismo predio también se realiza el lavado de fique de dos familias más que no cuentan con agua para realizar este proceso, estas aguas son vertidas al suelo y mediante acequias se mezcla con los sobrantes de los afloramientos y finalmente llegan a una alcantarilla de la vía panamericana donde se unen con las aguas lluvias que llegan al Rio Bermúdez.				

Cuadro 31. Vertimientos 9 Varios

V9	VERTIMIENTOS VARIOS			
MUNICIPIO: Chachagüi	**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo			**VEREDA:** Palmas Alto
COORDENADAS:	978208	636696	2272	**Descarga al suelo**
Tipo: Vertimiento Domestico				
				
DESCRIPCION: la Vereda Palmas Alto no cuenta con servicio de alcantarillado, por lo tanto las viviendas realizan las descargas domesticas mediante mangueras que llegan al suelo en cercanías al Rio, aproximadamente 30 m, también en esta área se realiza la descarga del pozo séptico de un restaurante “Choclo rico”.				

Cuadro 32. Vertimiento 10 Vereda Palmas Bajo

V10	VERTIMIENTO VEREDA PALMAS BAJO			
MUNICIPIO: Chachagüi	**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo			**VEREDA:** Palmas Bajo
COORDENADAS:	977532	638854	2089	**Descarga al suelo**
Tipo: Vertimiento Domestico			**Permisos**:	
				
DESCRIPCION: la vereda Palmas Bajo, no cuenta con alcantarillado y por ubicarse en una ladera no es posible la construcción de pozos sépticos, por lo tanto evacuan las aguas negras mediante acequias que llegan a un tanque y finalmente descarga sobre el suelo aproximadamente a unos 300 metros del Rio Bermúdez.				

- CANTIDAD ZONA MEDIA:en esta zona nacen las Quebradas La Cristalina y La Avalancha, esta última abastece al acueducto de Hato viejo. La única captación sobre el cauce principal en esta zona es la futura bocatoma del acueducto que abastecerá al Municipio de Chachagüi, los acueductos veredales y otras captaciones del corregimiento de Hato viejo se realizan sobre afluentes a esta fuente hídrica.

A continuación se detalla la captación y afluentes sobre el **cauce principal:**

Cuadro 33. Acueducto Municipio de Chachagüi

C8	**BOCATOMA MUNICIPIO DE CHACHAGÜI**			
MUNICIPIO: Chachagüi	**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo		**VEREDA:** Palmas Alto	
COORDENADAS:	978779	636153	2235	**Captación del cauce principal**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No. 198 08/03/2010				
				
DESCRIPCION: el río Bermúdez se constituye como la única fuente más importante a futuro del municipio de Chachagüi, además que en aproximadamente 5 años la fuente actual de abastecimiento será insuficiente según el crecimiento acelerado, este acueducto aún no está construido y abastecerá a 2400 personas.				

Cuadro 34. Quebrada 5 La Cristalina

Q5	QUEBRADA LA CRISTALINA			
MUNICIPIO: Chachagüi	**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo		**VEREDA:** Palmas Alto	
COORDENADAS:	978383	635792	2346	**Margen:** Derecha
Tipo: Quebrada Afluente al cauce principal.				
				
DESCRIPCION: esta quebrada divide el Municipio de Pasto con el Municipio de Chachagüi, nace en el predio de la envasadora de agua “Montaña Agua Clara”. Esta fuente abastece a esta empresa y también a una vivienda cercana, esta fuente no tiene alteraciones graves en su calidad.				

Cuadro 35. Quebrada 6 Los Turcos

Q6	QUEBRADA LOS TURCOS			
MUNICIPIO: Chachagüi	**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo		**VEREDA:** Palmas Alto	
COORDENADAS:	978166	639624	2142	**Margen:** Izquierda
Tipo: Quebrada Afluente al cauce principal.				
				
DESCRIPCION: en la parte alta de esta quebrada vierten las aguas de lavado de fique de 9 familias de la vereda La Josefina, además de esta fuente se bastece el acueducto del Centro recreacional COMFAMILIAR.				

Cuadro 36. Quebrada 7 La Cañada

Q7	QUEBRADA LA CAÑADA			
MUNICIPIO: Chachagüi		**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo		**VEREDA:** Palmas Alto
COORDENADAS:	977493	638782	2117	**Margen:** Derecha
Tipo: Quebrada Afluente al cauce principal.				
				
DESCRIPCION: esta quebrada abastece al acueducto de la vereda Palmas bajo y aporta al río Bermúdez agua de calidad aceptable.				

Cuadro 37. . Quebrada 8 La Avalancha

Q8	QUEBRADA LA AVALANCHA			
MUNICIPIO: Chachagüi		**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo		**VEREDA:** Palmas Bajo
COORDENADAS:	977515	639197	2932	**Margen:** Derecha
Tipo: Quebrada Afluente al cauce principal.				
				
DESCRIPCION: esta quebrada abastece al acueducto de la vereda Hato Viejo y su calidad presenta buenas características, en la parte alta hay viviendas cercanas y en la parte media a baja es una zona protegida con vegetación natural.				

Cuadro 38. Quebrada 9 El Lindero

Q9	QUEBRADA EL LINDERO			
MUNICIPIO: Chachagüi	**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo		**VEREDA:** Palmas Bajo	
COORDENADAS:	977232	639825	2060	**Margen:** Derecha
Tipo: Quebrada Afluente al cauce principal.				
				
DESCRIPCION: la vereda El Hatillo se abastece de esta fuente hídrica, en su recorrido hacia el rio Bermúdez atraviesa la vereda hato viejo centro donde algunas vivienda cercanas vierten sus aguas negras al suelo aproximadamente a unos 300 metros de esta quebrada lo que ocasiona una alteración moderada a las características de calidad.				

A continuación se nombran las captaciones sobre **afluentes** al cauce principal del Rio Bermúdez:

Cuadro 39. Captación 9 Montaña Aguas Claras

C9	ENVASADORA MONTAÑA AGUAS CLARAS			
MUNICIPIO: Chachagüi	**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo		**VEREDA:** Palmas Alto	
COORDENADAS	979273	635484	2390	**Captación de un Afluente: Quebrada la Cristalina**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No.588 19/11/2009				
				
DESCRIPCION: esta envasadora capta un caudal de 1,2 LPS de la Quebrada La Cristalina, las etapas de producción son almacenamiento, micro filtración, desinfección con UV y envasado, tiene una producción de 20 cm^3/s por ocho horas diarias.				

Cuadro 40. Captación 10 Vereda Palmas Alto

C10	CAPTACION VEREDA PALMAS ALTO			
MUNICIPIO: Chachagüi		**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo		**VEREDA:** Palmas Alto
COORDENADAS	978628	636003	2378	**Captación de un Afluente**
Permisos: no tiene concesión de aguas.				
				
DESCRIPCION: en el predio del señor Pedro López existen varios afloramientos naturales de agua que abastecen a 8 viviendas y La Escuela de esta vereda, estos afloramientos son conducidos hacia un tanque de almacenamiento y mediante mangueras se realiza la distribución, en este predio se realiza el lavado de fique de varias familias.				

Cuadro 41. Captación 11

C11	MAGDALENA GUEVERA Y OTROS			
MUNICIPIO: Chachagüi		**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo		**VEREDA:** Palmas Alto
COORDENADAS	978615	636623	2224	**Captación de un Afluente**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No.246 06/06/2008				
				
DESCRIPCION: esta concesión se dio en un principio para establecer un proyecto de truchas, pero en este momento no está en funcionamiento esta actividad, actualmente el agua se capta para uso doméstico de 3 familias incluida una cafetería, captan un caudal de 2 LPS.				

Cuadro 42. Captación 12 Acueducto Privado Palmas Bajo

C12	ACUEDUCTO PRIVADO PALMAS BAJO			
MUNICIPIO: Chachagüi	**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo			**VEREDA:** Palmas Alto
COORDENADAS	978201	637009	2297	**Captación de un Afluente**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No. 520 29/10/2009				
				
DESCRIPCION: esta concesión está a nombre de Carmela Rosero de Ceballos Y otros, capta un caudal de 0,2 LPS y abastece a 8 viviendas vacacionales ubicadas en Palmas Bajo.				
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA: cuenta con bocatoma, desarenador, tanque de almacenamiento y conducción.				

Cuadro 43. Captación 13 Bocatoma COMFAMILIAR

C13	BOCATOMA COMFAMILIAR			
MUNICIPIO: Chachagüi	**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo			**VEREDA:** Palmas Alto
COORDENADAS	978166	639624	2142	**Captación de un Afluente: Quebrada Los Turcos**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No. 088 15/02/2008				
				
DESCRIPCION: el centro recreacional COMFAMILIAR capta un caudal de 6,9 LPS de la Quebarda Los Turcos.				
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA: cuenta con bocatoma, desarenador, tanque de almacenamiento y conducción.				

Cuadro 44. Captación 14 Acueducto Vereda Palmas Bajo

C14	ACUEDUCTO VEREDA PALMAS BAJO			
MUNICIPIO: Chachagüi		**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo		**VEREDA:** Palmas Bajo
COORDENADAS	977744	638514	2170	**Captación de un Afluente**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No. 446 18/06/2002				
				
DESCRIPCION: este acueducto está a nombre de la Junta de Acción Comunal Palmas Bajo, capta un caudal de 0,41 LPS y abastece a 57 familias de esta vereda.				
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA: cuenta con bocatoma, desarenador, tanque de almacenamiento y conducción.				

Cuadro 45. Captación 15 Acueducto Hato Viejo I

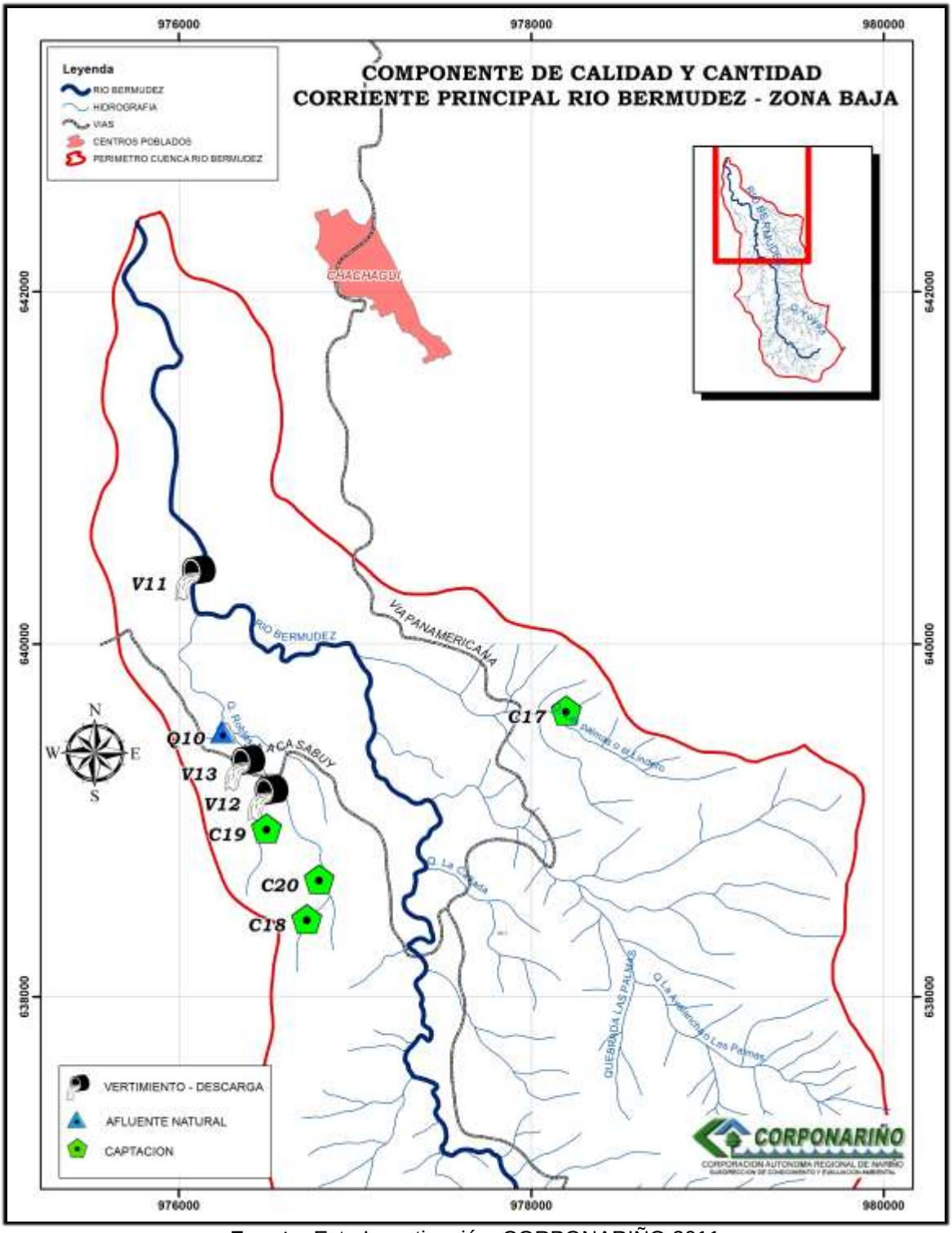
C15	ACUEDUCTO HATO VIEJO I			
MUNICIPIO: Chachagüi		**CORREGIMIENTO:** Hato Viejo		**VEREDA:** Palmas Bajo
COORDENADAS	978280	639160	2193	**Captación de un Afluente**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No. 590 05/08/2002				
				
DESCRIPCION: este acueducto abastece a 55 viviendas de la vereda Hato viejo, capta un caudal de 0,11 LPS				
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA: La captación se realiza mediante una manguera, tanque de almacenamiento y conducción.				

Cuadro 46. Captación 16 Acueducto Hato Viejo II

<table>
<tr><td>C16</td><td colspan="4">ACUEDUCTO HATO VIEJO II</td></tr>
<tr><td colspan="2">MUNICIPIO:Chachagüi</td><td colspan="2">CORREGIMIENTO: Hato Viejo</td><td>VEREDA: Palmas Bajo</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS</td><td>979376</td><td>639107</td><td>2341</td><td>Captación de un Afluente: Quebrada La Avalancha</td></tr>
<tr><td colspan="5">Permisos: Concesión de agua con Resolución No. 599 05/08/2002</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="5">DESCRIPCION: este acueducto deriva su caudal de la Quebrada la Avalancha que es un afluente al cauce principal, abastece a 20 viviendas de la vereda Hato Viejo, capta un caudal de 0,41 LPS. La bocatoma presenta problemas de taponamiento en épocas de Lluvia por deslizamientos de tierra que son frecuentes en esta zona.</td></tr>
<tr><td colspan="5">INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA: bocatoma, tanque de almacenamiento y conducción.</td></tr>
</table>

- **ZONA BAJA**: esta zona abarca desde la Quebrada La Avalancha y toda el área perteneciente a las veredas de El Hatillo del Corregimiento de Hato Viejo, Robles y Pradera del Corregimiento de Casabuy, hasta la confluencia con el Rio Pasto.

Figura 15. Mapa Usuarios de calidad y cantidad Zona Baja



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- CALIDAD ZONA BAJA: la descarga de lixiviados tratados provenientes del Relleno Sanitario Antanas es la principal actividad que vierte sobre el cauce principal del Rio en esta zona y genera alteraciones en cuanto a calidad, otras actividades como granjas avícolas también generan algún tipo de afectación sobre la Quebrada Robles la cual es un afluente al cauce principal; los cultivos de fique también afectan a otro afluente la Quebrada El Lindero en la cual se vierten las aguas de lavado incidiendo en la calidad de este recurso.

Toda esta zona pertenece al sector rural y no cuenta con servicio de alcantarillado por lo tanto, la mayoría de viviendas tienen sistemas de pozos sépticos de construcción artesanal.

La Vereda Pradera presenta una gran extensión de cultivos de Café y en algunos casos se encuentran ubicados en cercanías al Cauce del rio, lo que genera por una parte contaminación por agroquímicos, aunque en baja cantidad y por otro lado estos cultivos que están más cercanos al cauce principal son susceptibles a la calidad del Rio.

Sobre el **cauce principal** el vertimiento directo más representativo que afecta la calidad del recurso se detalla a continuación:

Cuadro 47. Vertimiento 11 Lixiviados Relleno Sanitario Antanas

<table>
<tr><td>V11</td><td colspan="5">VERTIMIENTO DE LIXIVIADOS RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A</td></tr>
<tr><td colspan="2">MUNICIPIO:Chachagüi</td><td colspan="2">CORREGIMIENTO: Casabuy</td><td colspan="2">VEREDA: Pradera</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS:</td><td>640378</td><td>976095</td><td>1747</td><td colspan="2">Vertimiento sobre el cauce principal</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo: Vertimiento Lixiviados</td><td colspan="4">Permisos: Licencia Ambiental No. Xx y aprobada la primera etapa del permiso de vertimientos mediante Resolución 128 de Enero del 2010</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCION: El Relleno Sanitario Antanas presta el servicio de disposición final de residuos sólidos a 23 Municipios del Departamento de Nariño, de este proceso genera un caudal promedio de 1,2 L/s de lixiviados que son vertidos sobre el rio Bermúdez en la Vereda Pradera, los lixiviados por su composición alteran significativamente el recurso hídrico.</td></tr>
<tr><td colspan="6">INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA</td></tr>
<tr><td colspan="2">COORDENADAS:
979631 | 633110 | 2748
COMPONENTES:
- Laguna de igualación: 1158,3 m^3.
- ReactorUASB: 78 m^3.
- Laguna facultativa: 895,9 m^3.
- Reactor sulfidogenico:660 m^3.
- Reactor de lodos: 1707,8 m^3.
- Planta fisicoquímica. 19,8 m^3
- Laguna de maduración: 17000 m^3.</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCION: Los lixiviados son tratados en una planta de tratamiento que cuenta con un sistema de lagunas y posteriormente conducidos hasta su vertimiento final en el rio Bermúdez</td></tr>
</table>

Los vertimientos sobre los **afluentes** al cauce principal se identificaron los siguientes:

Cuadro 48. Vertimiento 12 Granja Avícola I

V12	VERTIMIENTO GRANJA AVICOLA I			
MUNICIPIO: Chachagüi	**CORREGIMIENTO:** Casabuy			**VEREDA:** Robles
COORDENADAS:	976508	639129	2116	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Vertimiento Intermitente		**Descarga a un afluente al cauce principal: Quebrada Robles**		
				
DESCRIPCION: El predio de 18 ha es propiedad del señor Guillermo Arturo, quien arrenda la granja avícola de aproximadamente 8000 aves a pollo al día. Esta granja está ubicada a unos 50m de la quebrada Robles, por lo que puede afectar la calidad de este recurso.				

Cuadro 49. Vertimiento 13 Granja Avícola II

V13	VERTIMIENTO GRANJA AVICOLA II			
MUNICIPIO: Chachagüi	**CORREGIMIENTO:** Casabuy			**VEREDA:** Robles
COORDENADAS:	976409	639230	2085	**MARGEN:** Izquierda
Tipo: Vertimiento Intermitente		**Descarga a un afluente al cauce principal: Quebrada Robles**		
				
DESCRIPCION: Esta granja es propiedad del señor Eduardo Paz y tiene aproximadamente 6000 aves, también posee un estanque para truchas que se encuentra ubicado a 1 m de La Quebrada Robles.				

- CANTIDAD ZONA BAJA:en esta zona no existen usos sobre el cauce principal del Rio Bermúdez por la topología del terreno. El afluente al cauce principal es la Quebrada Robles, la cual nace en la parte alta de la Vereda Robles y recibe varios afluentes, en la parte alta se deriva su caudal para abastecer a los acueductos veredales.

Cuadro 50. Captación 17 Acueducto El Hatillo

<table>
<tr><td>C17</td><td colspan="5">ACUEDUCTO EL HATILLO</td></tr>
<tr><td colspan="2">MUNICIPIO:Chachagüi</td><td colspan="2">CORREGIMIENTO: Hato Viejo</td><td colspan="2">VEREDA: El Hatillo</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS</td><td>978197</td><td>639625</td><td>2145</td><td colspan="2">Captación de un Afluente: Quebrada El Lindero</td></tr>
<tr><td colspan="6">Permisos: Concesión de agua con Resolución No. 340 15/05/2010, 169 15/05/2006, 902 13/12/2002</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCION: el agua captada por esta bocatoma se deriva a tres acueductos de las veredas El Hatillo, Padua nuevo y Hato Viejo, el caudal captado es de 3, 1,2 y 0,11 l/s,</td></tr>
<tr><td colspan="6">INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA: bocatoma, tanques de almacenamiento y conducción.</td></tr>
</table>

Cuadro 51. Captación 18 Acueducto Vereda Robles

C18	ACUEDUCTO VEREDA ROBLES			
MUNICIPIO: Chachagüi		**CORREGIMIENTO:** Casabuy		**VEREDA:** Robles
COORDENADAS	976725	638443	2183	**Captación de un Afluente: Quebrada Robles**
	976443	638780	2132	
Permisos: Concesión de agua con Resolución No. 568 10/08/2010				
				
DESCRIPCION: a Vereda Robles tiene dos bocatomas y una sola concesión de aguas, el caudal captado es de 1,87 l/s y suministra agua a 60 viviendas				
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA: dosbocatoma, tanques de almacenamiento y conducción.				

Cuadro 52. Captación 19 Acueducto Vereda Pradera

C19	ACUEDUCTO VEREDA PRADERA			
MUNICIPIO: Chachagüi		**CORREGIMIENTO:** Casabuy		**VEREDA:** Pradera
COORDENADAS	976585	639117	2084	**Captación de un Afluente: Quebrada Casabuy**
Permisos: Concesión de agua con Resolución No. 559 02/12/2008				
				
DESCRIPCION: Este acueducto deriva el caudal de 1,5 l/s de la Quebrada Casabuy que es un afluente al Rio Pasto y beneficia a 26 familias de esta vereda				
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA: bocatoma, tanques de almacenamiento y conducción.				

Cuadro 53. Captación 20 Acueducto Avicola

C20	ACUEDUCTO AVICOLA			
MUNICIPIO: Chachagüi		**CORREGIMIENTO:** Casabuy		**VEREDA:** Robles
COORDENADAS	976796	638668	2162	**Captación de un Afluente: Quebrada Casabuy**
Permisos: No tiene concesión de aguas.				
				
DESCRIPCION: Esta bocatoma abastece a 3 familias y a la granja avícola arrendad a Pollo al Día**.**				
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA: bocatoma, tanque de almacenamiento y conducción.				

Cuadro 54. Quebrada Robles 10

Q10	QUEBRADA ROBLES			
MUNICIPIO: Chachagüi		**CORREGIMIENTO:** Casabuy		**VEREDA:** Pradera
COORDENADAS:	976289	639846	2060	**Margen:** Izquierda
Tipo: Quebrada Afluente al cauce principal.				
 				
DESCRIPCION: esta Quebrada es receptora de los vertimientos domésticos de una vivienda y de una granja avícola ubicada a 3 m de esta fuente de agua, además algunas familias de la vereda pradera captan agua de forma ilegal para uso agrícola en época de verano**.**				

7.3.2 OFERTA Y DEMANDA HIDRICA

- OFERTA HIDRICA**:**Para el cálculo de la oferta hídrica neta del tramo en estudio con su área aferente, fue necesario recopilar la información presente en el Índice de Escasez del Rio Pasto, respecto a precipitación y temperatura con la cual se realizó el siguiente procedimiento:

- Para el cálculo de precipitación media, mínima y máxima, es necesario desarrollar un mapa de isoyetas así:

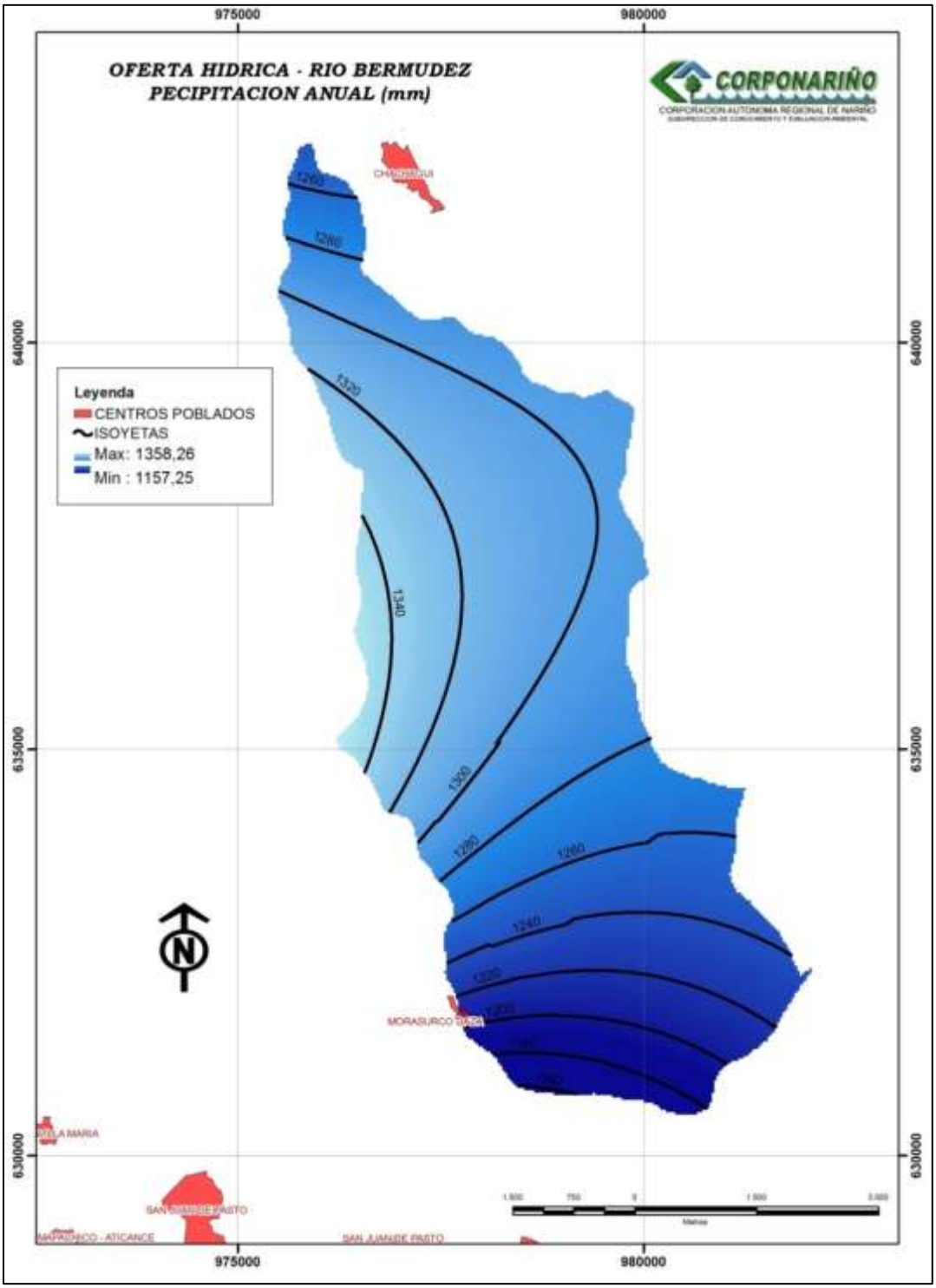
Cuadro 55. Procedimiento calculo precipitacion

PROCEDIMIENTO		OBSERVACIONES
IDENTIFICACIÓN DATOS	Precipitación.shp	Georeferenciaciones de las estaciones con su respectivo valor de precipitación anual serie 1990 a 2008.
MÉTODO DE PREDICCIÓN	**ArcMAP**. *Geostatistical Analyst / Geostatistical Wizard / Input Data / Atributte / Geostatistical methods selection / Inverse Distance Weighting / Next*	-
BÚSQUEDA DE PUNTOS PRÓXIMOS	Searching Neighborhood / Sector Type and Smooth factor / elipse Angle / next	Se selecciona la división y ángulo del elipse, en la que se van a distribuir las estaciones vecinas, buscando agrupar en lo posible tres estaciones por cuadrante.
MAPA INTERPOLADO	*Cross Validation – Finish* *Data export to raster / Cell size / output raster*	El mapa interpolado fue exportado a un modelo *raster* (ESRI Grid) con un tamaño en eje X y Y de 30 m.

FUENTE: CORPONARIÑO, Índice de Escasez para aguas superficiales Rio Pasto – Nariño, 2009**.**

Obteniendo como resultado el mapa de precipitación.

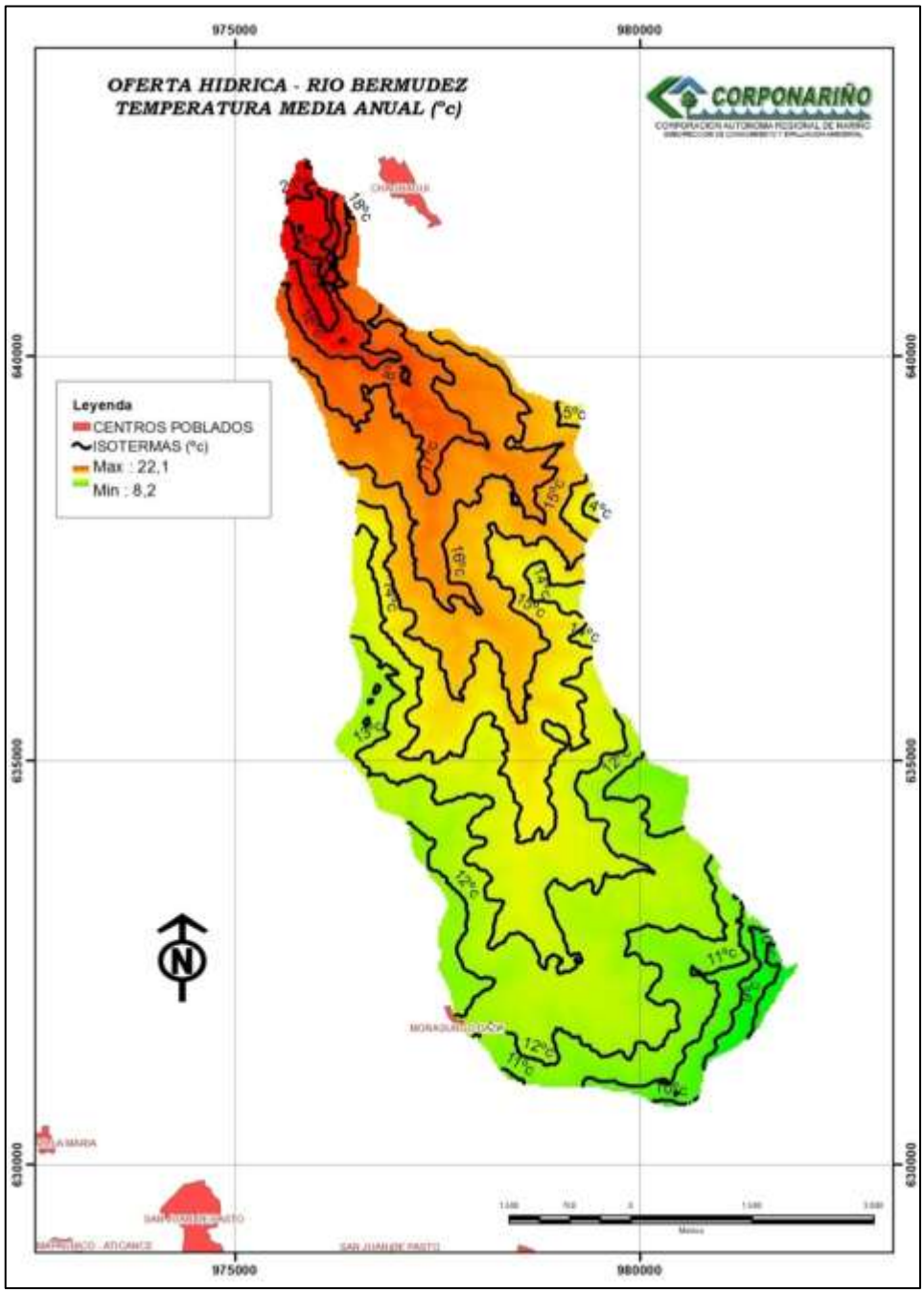
Figura 16. Mapa de precipitación.



FUENTE. Este estudio, Corponariño 2011.

- Para la obtención del mapa de isotermas, es necesario usar la información media de temperatura recopilada del índice de escasez e interpolar con la georeferenciacion de las estaciones hidrometeorologicas presentes en el área de estudio, luego a partir de la utilización de la extensión "spatyalanalyst" del software arcgis se generan las superficies y las isolineas de temperatura.

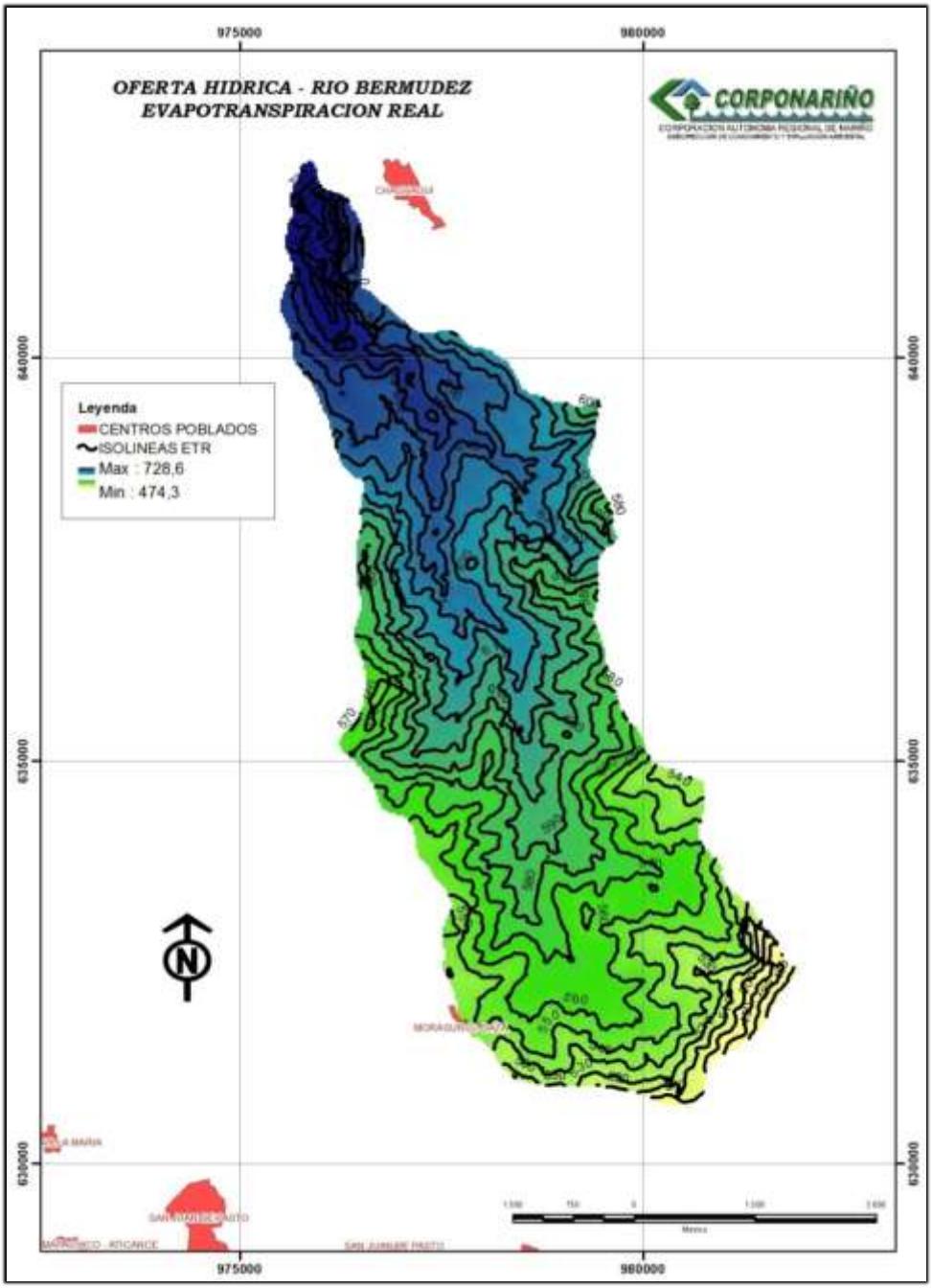
Figura 17. Mapa de isotermas.



FUENTE. Este estudio, Corponariño 2011.

- Para el cálculo de la evapotranspiración es necesario tener en cuenta los mapas de precipitación y temperatura en formato raster, obtenidos en los pasos anteriores, con el fin de llevar a cabo un análisis espacial y algebra de mapas, en formatos raster de 30 metros por pixel. Para ello es necesario trabajar con el software ArcGIS – ArcToolbox, herramienta *SpatialAnalystTools.*

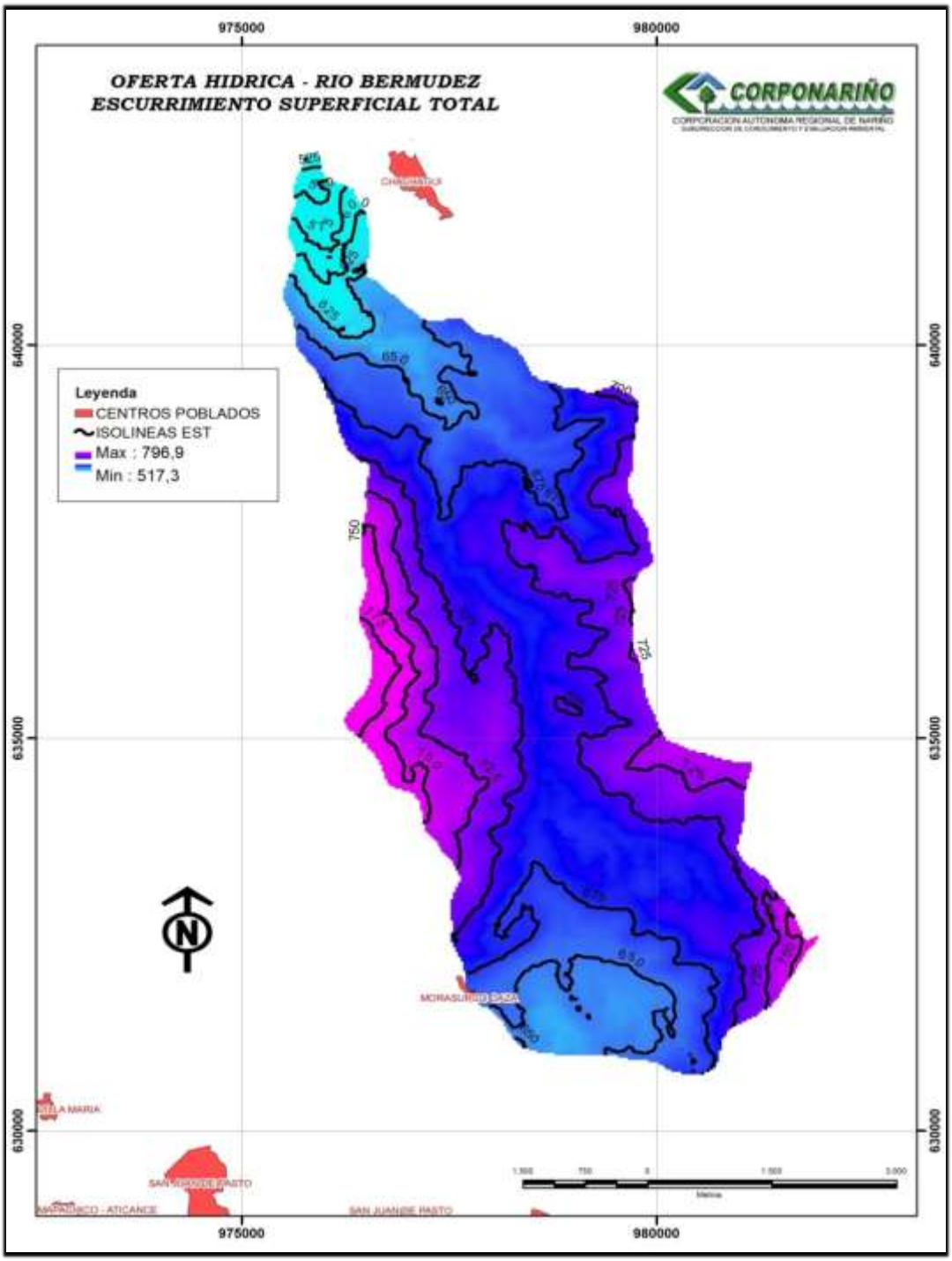
Figura 18. Mapa de Evapotranspiración real.



FUENTE. Este estudio, Corponariño 2011.

- Ahora bien para obtener el valor de escurrimiento superficial total en lámina de agua es necesario operar los mapas de precipitación y evapotranspiración real, utilizando técnicas de algebra de mapas en arcgis con rasters de resolucion 30x30 metros.

Figura 19. Mapa Escurrimiento superficial total



FUENTE. Este estudio, Corponariño 2011.

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 m^3/año) usando la siguiente fórmula, propuesta en la guía metodológica para el cálculo del índice de escasez establecida por el IDEAM.

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

Dónde:

Y = Escurrimiento superficial total (mm)
Q= Caudal (millones de m^3/año)
t= 864000 año
A= 0,009Km^2

Para su aplicación fue necesario usar la herramienta del software Arcgis, calculadora raster, de la extensionspatyalanalys, 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 del rio Bermúdez es:

OFERTA HIDRICA TOTAL = 26,41millones m^3/año

Finalmente aplicando los factores de reducción por régimen de estiaje (25%) y reducción por fuentes frágiles (25%), 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:
OH_N = Oferta hídrica neta (millones m^3/s)
OH_T = Oferta hídrica total (millones m^3/s)
R_{FF} = Factor de reducción por fuentes frágiles (%)
R_{RE} = Factor de reducción por régimen de estiaje (%)

OFERTA HIDRICA NETA = 13,205 millones m^3/año

- DEMANDA HIDRICA: en la cuantificación de la demanda se integran las actividades que requieren del recurso hídrico, mostrándose su comportamiento y distribución en el tiempo para planificar su uso sostenible. Tanto en Colombia como en el mundo, el mayor volumen de agua se utiliza en las actividades agropecuarias; no obstante, el uso crítico tiene que ver con el abastecimiento de agua potable para la población. El cálculo de la demanda hídrica en la Subcuenca del Rio Bermúdez se tomó del documento Índice de Escasez de Agua Superficial Cuenca Río Pasto 2008 – 2009.

La estimación de la demanda hídrica es la sumatoria de las demandas sectoriales (actividades antrópicas sociales y económicas) expresado en millones de metros cúbicos.

DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP

Dónde:

DT = Demanda Total de agua
DUD = Demanda de Agua para Uso Doméstico
DUP = Demanda de Agua para Uso Pecuario.
DUI = Demanda de Agua para uso Industrial.
DUS = Demanda de Agua para el Sector Servicios.
DUA = Demanda de Agua para Uso Agrícola.

El cálculo de la demanda hídrica del Rio Bermúdez se obtuvo del índice de escases del Rio Pasto, en el cual se desarrolla por sector hídrico. El Rio Bermúdez se encuentra en la subzona rio Pasto Medio y sector: subcuenca Rio Bermúdez.

Demanda de agua para uso Doméstico**:**el procedimiento aplicado para el cálculo de la demanda para uso doméstico se tomó según la metodología establecida por el IDEAM, para la determinación del índice de escasez, para el sector subcuenca Rio Bermúdez el resultado es el siguiente:

DUD = 0,9172 mm^3/año

Demanda de agua para uso pecuario: la información disponible y a emplear para la estimación delconsumo de agua en los sectores bovino,avícola y porcicola se relaciona con el censo 2007 – 2008 llevado a cabo por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y la Federación Colombiana de Ganaderos de Nariño (FEDEGAN).Considerando que la información pecuaria se encuentra por municipio y no por cuenca, se vio la necesidad de estimar el volumen de producción parcial que representa la sección de los municipios que se incluyen en la cuenca del río Pasto, para ello se consideró para la mayoría de los municipios el criterio de extensión territorial.

DUP= 0,0110 mm^3/año

Demanda de agua para uso del sector servicios: la información recolectada para la estimación de la demanda de agua en el sector servicios se fundamentó en los reportes de las siguientes entidades: Corponariño, proceso de tasas retributivas, base de datos concesiones de agua, cuestionarios e información primaria, Cámara de Comercio de Pasto, Instituto Departamental de salud de Nariño, proporcionando datos geoespacializados a nivel urbano y rural de centros de salud, además de atributos relacionados con el tipo de servicio, naturaleza jurídica (pública o privada, Secretaria de Educación Departamental de Nariño, quienes reportaron los centros educativos por municipio, corregimiento y/o vereda con el respectivo número de matrículas del año escolar 2007.

En la subzona media la demanda de agua para el sector servicios se distribuye de la siguiente forma, en orden descendente: Rio Pasto Medio Alto 4,49%, subcuenca Rio Bermúdez 3,21%, Microcuenca Quebrada Chorrillo 1,04%, Microcuenca Quebrada Curiaco 0,23%, Rio Pasto Medio – Bajo 0,15%, Rio Pasto Medio – Medio 0,07%.

DUS= 0,1207 mm3/año

Demanda de agua para uso Agrícola: **s**obre el mapa de cobertura de suelos de la cuenca del río Pasto, se asignó para la estimación de la demanda de uso agrícola un coeficiente promedio de consumo por década y/o ciclo vegetativo según el tipo de cultivo (Kc).

Cuadro 56. Coeficiente de consumo de agua por cultivo

Cuadro 71. Coeficiente de consumo de agua por tipo de cultivo (Kc)

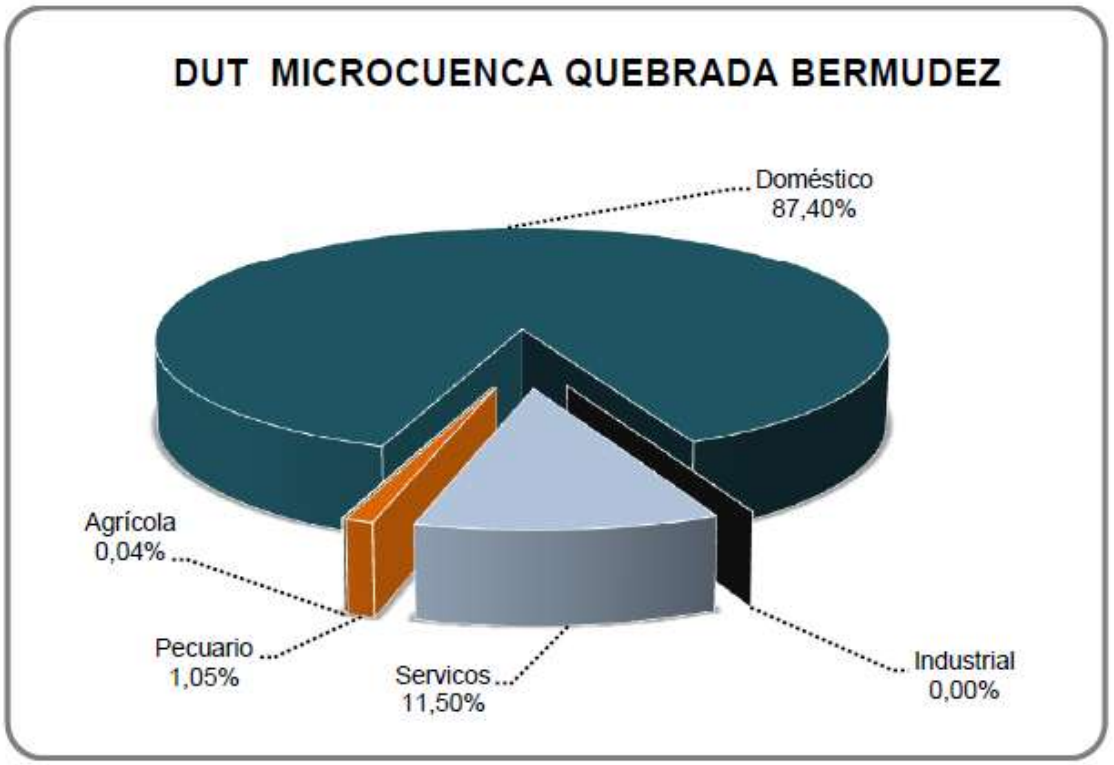
TIPO	ESPECIES		KC-1	KC-2	KC-3	KC-4	KC-PROM
CULTIVOS TRANSITORIOS	PAPA, HORTALIZAS (Coliflor, Repollo, Lechuga, Brócoli)	5%	0,8	0,775			0,788
	PAPA, CEBOLLA, HORTALIZAS (Coliflor, Repollo, Lechuga, Brócoli)	6%	0,8	0,8	0,775		0,792
	PAPA	24%	0,8				0,800
	MAIZ ANUAL, YUCA	1%	0,8	0,7			0,750
	MAIZ ANUAL, FRIJOL	1%	0,8	0,8			0,800
	HORTALIZAS (Coliflor, Repollo, Lechuga, Brócoli) , FRESAS	3%	0,775	0,7			0,738
	HORTALIZAS, CEBOLLA	3%	0,775	0,8			0,788
CULTIVOS PERMANENTES	CAFÉ	3%	0,9				0,900
	CAFÉ, FIQUE	15%	0,9	0,8			0,850
	CAFÉ, FRUTALES (Cítricos)	5%	0,9	0,75			0,825
	FIQUE	2%	0,8				0,800
ASOCACIONES DE CULTIVOS	CAFÉ, FIQUE, YUCA	10%	0,9	0,8	0,7		0,800
	CAFÉ, PLATANO, FRUTALES (Cítricos), YUCA	1%	0,9	0,9	0,7	0,7	0,800
	CAFÉ, YUCA	2%	0,9	0,7			0,800
	FIQUE, PASTOS NATURALES	3%	0,8	1			0,900
	FIQUE, YUCA	2%	0,8	0,7			0,750
	MAIZ, TOMATE DE ARBOL	1%	0,8	0,8			0,800
ASOCIACION DE CULTIVOS, RASTROJOS, RELICTOS DE BOSQUE Y PASTOS	PAPA, HORTALIZAS, MEZCLADOS CON PASTOS	14%	0,8	0,9	0,8	0,7	0,800

Fuente. Recopilación, CORPONARIÑO 2008.

Empleando sistemas de información geográfico a través del software ArcGIS, se editó la tabla de atributos del mapa de cobertura de uso de suelo adicionando el coeficiente de consumo de agua por tipo de cultivo, posteriormente se realizó la unión espacial de éste mapa con el mapa sectorización hídrica de la cuenca, calculando las áreas de cobertura de uso por subzona, sector y microcuenca.

DUA= 0,0005 mm^3/año

Figura 20. Distribución sectorial de la demanda de agua Subcuenca Río Bermúdez



Fuente: Índice de escasez Rio Pasto 2009.

DEMANDA TOTAL = 1,0494 mm^3/año^3

- INDICE DE ESCASEZ: el índice de escasez se establece como la relación entre la oferta hídrica neta superficial y la demanda de agua ejercida en el desarrollo de actividades económicas y sociales. El término de oferta hídrica neta hace referencia a la cantidad de agua que ofrece la fuente luego de haber tomado en cuenta la cantidad de agua que debe quedar en ella para efectos de mantener la dinámica de aguas bajas (de estiaje o caudales mínimos) y para proteger las fuentes frágiles.

Según la metodología establecida en la Resolución 865 de 2004, para obtener la oferta hídrica neta disponible, se procede a reducir la oferta hídrica total por calidad del agua y por caudal mínimo ecológico.

Se registra escasez de agua cuando la cantidad de agua tomada de las fuentes existentes es tan grande que se suscitan conflictos entre el abastecimiento de agua para las necesidades humanas, las ecosistémicas, las de los sistemas de producción y las de las demandas potenciales (IDEAM, 2004).

En el siguiente cuadro se establece por categoría los umbrales críticos de presión sobre el recurso hídrico e interpretación del porcentaje de oferta hídrica utilizada.

Cuadro 57. Interpretación Índice de escasez

[3] Índice de Escasez de Agua Superficial Cuenca Río Pasto 2008 – 2009, CORPONARIÑO

CATEGORIA	% DE LA OFERTA HÍDRICA UTILIZADA	INTERPRETACIÓN
ALTO	> 40%	Existe fuerte presión sobre el recurso hídrico, denota una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda. En estos casos la baja disponibilidad de agua es un factor limitador del desarrollo económico. Se requieren fuertes inversiones económicas para mejorar la eficiencia en la utilización del agua en los sectores productivos y en los sistemas de abastecimientos de agua potable.
MEDIO	20 – 40%	Cuando los límites de presión exigen entre el 20 y el 40% de la oferta hídrica disponible es necesario el ordenamiento tanto de la oferta como de la demanda. Es menester asignar prioridades a los distintos usos y prestar particular atención a los ecosistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesitan inversiones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos.
MODERADO	10 – 20%	Indica que la disponibilidad de agua se está convirtiendo en un factor limitador del desarrollo. Se debe implementar un mejor sistema de monitoreo y seguimiento del agua y desarrollar proyecciones del recurso hídrico a corto y largo plazo.
BAJO	<10%	No se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico en términos de cantidad.

Fuente: Metodología índice de escasez. IDEAM, 2004.

INDICE DE ESCASEZ SUBCUENCA RIO BERMUDEZ = 7,946 %

7.4 PERFILES DE MODELACION O TOPOLOGIA

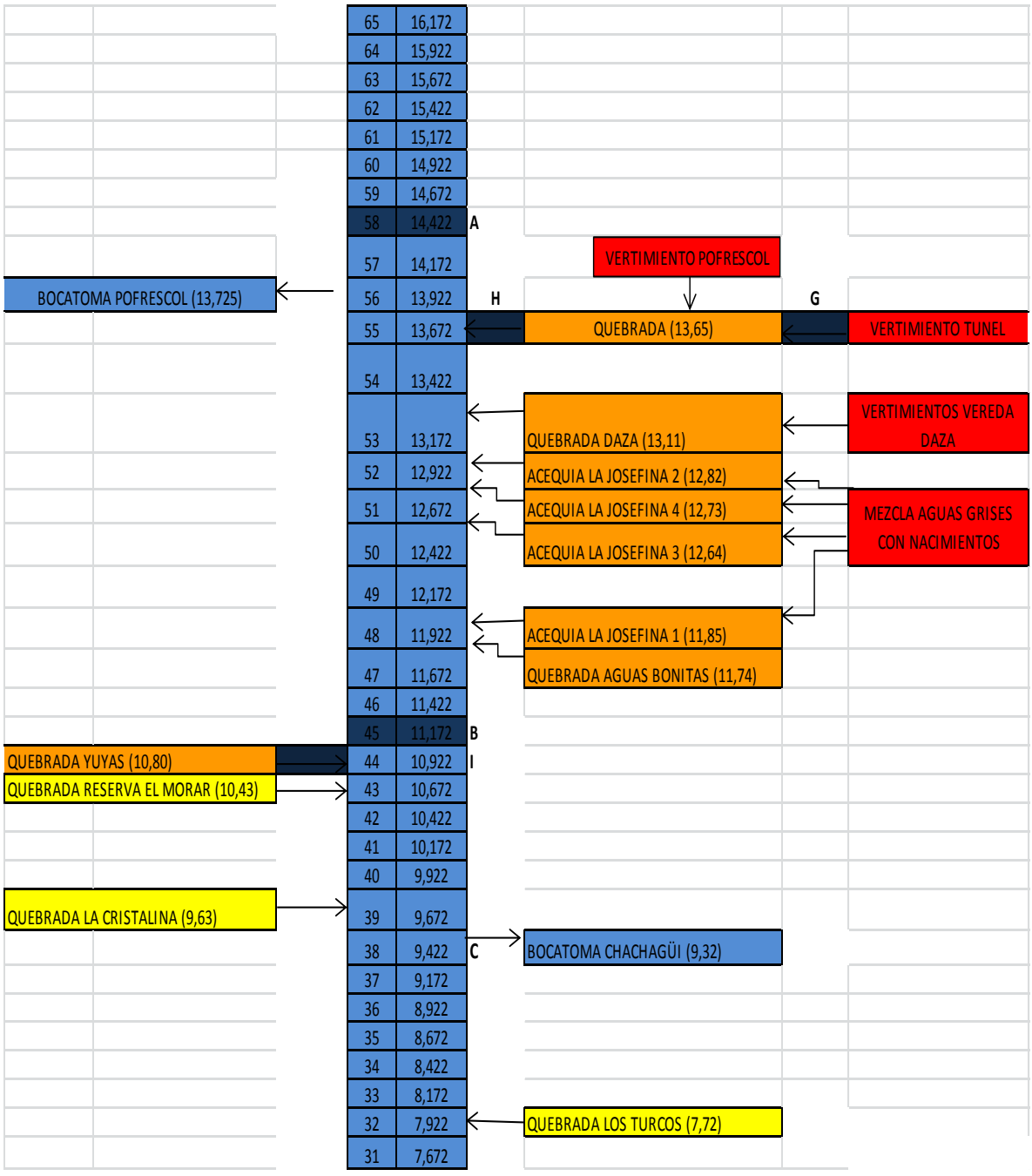
El perfil de modelación es un diagrama que permite visualizar de manera clara la ubicación de las entradas correspondientes a vertimientos o quebradas y salidas que corresponde a captaciones que se realicen sobre el cauce principal, además este perfil es un insumo importante para la modelación y generación de escenarios en la fase prospectiva.

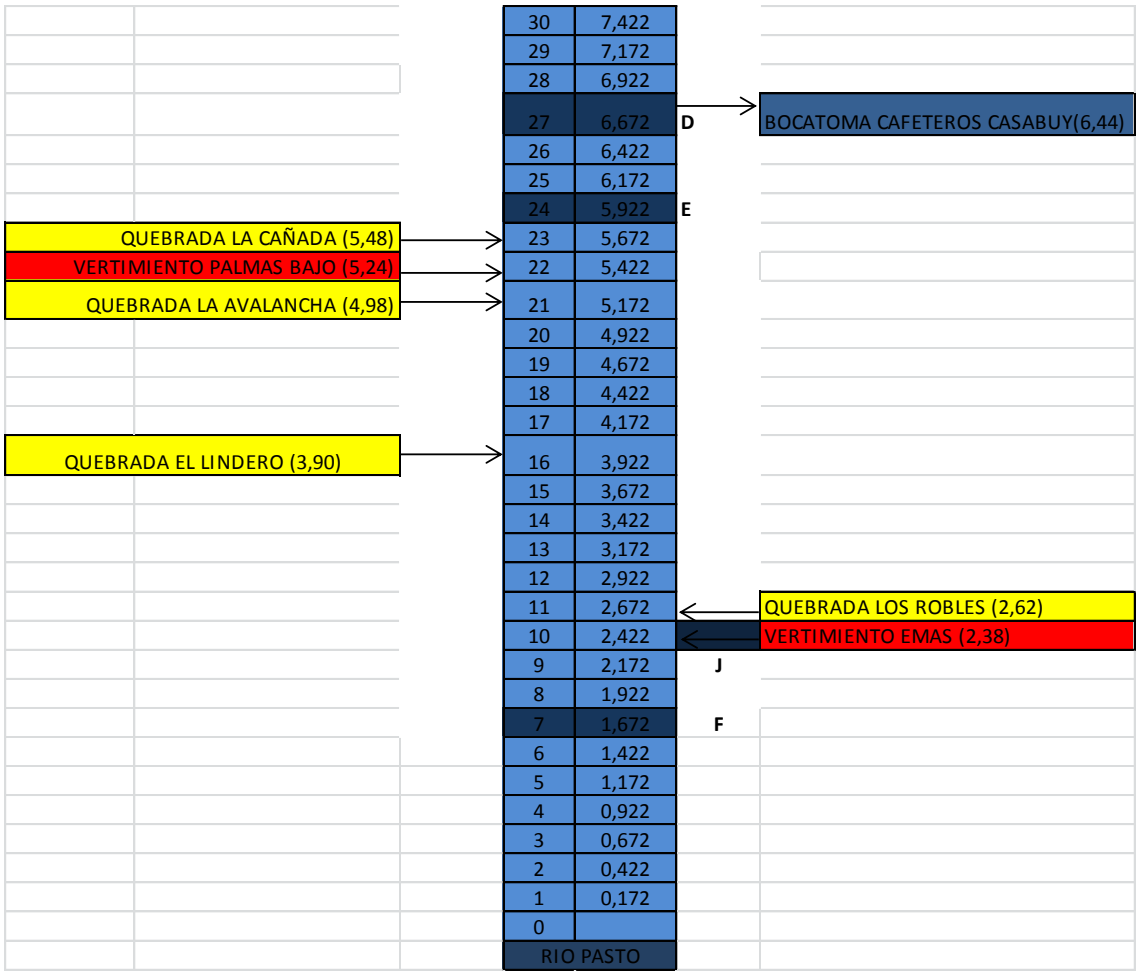
- Interpretación de la Topología Del Cauce Principal Del Rio Bermúdez: Cada cuadro mide 250m 0 0,25 Km según el caso, se especifican las entradas como vertimientos y corrientes naturales, salidas como bocatomas, indicando la margen derecha o izquierda y los puntos de monitoreo de la calidad del agua.

Cuadro 58. Convenciones topología

CONVENCIONES TOPOLOGIA	
	VERTIMIENTO
	QUEBRADA RECEPTORA VERTIMIENTOS
	QUEBRADA LIMPIA
	SALIDA BOCATOMAS Y CTE PRINCIPAL
	PUNTOS DE MUESTREO

Figura 21. Topología detallada cauce principal Rio Bermúdez





Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

El anterior esquema muestra la topología detallada del cauce principal del Rio Bermúdez, en la cual se ubica lo encontrado en el recorrido de campo, como son las entradas y salidas de la corriente principal.

- Entradas:Las entradas corresponden a Quebradas naturales, acequias y vertimientos que llegan directamente al cause principal del Rio Bermúdez, estos se detallaron en el censo de usuarios y se nombran a continuación:

- Quebrada Túnel - Pofrescol: recibe las descargas de la empresa PofrescolLtda y el Túnel de daza.
- Quebrada Daza: receptora de las aguas grises de la vereda Daza.
- Acequias de la vereda La Josefina: las cuales se formas por afloramientos de agua que se mezclan con aguas grises de las viviendas.
- Quebrada Aguas Bonita: abastece al acueducto de la vereda La Josefina.

- Quebrada Yuyas: en cercanías a esta quebrada anteriormente se vertían sobre el suelo lixiviados del relleno sanitario Antanas y es receptora de las aguas lluvias que se evacuan del Relleno.
- Quebrada que nace en el predio de la Reserva Ecológica Morar.
- Quebrada La Cristalina: divide a los Municipios de Pasto y Chachagüi.
- Quebrada los Turcos: abastece el centro recreacional Comfamiliar y es receptora de vertimientos generados por el lavado de fique de la vereda La Josefina.
- Quebrada La Cañada: abastece el acueducto de la Vereda Palmas Bajo.
- Vertimiento de la vereda Palmas Bajo: aunque no es un vertimiento directo, si no que se realiza sobre el suelo, se lo tiene en cuenta en esta topología por la afectación a la calidad de la corriente ya que las aguas residuales domesticas son vertidas sobre el suelo en la margen derecha del cauce principal del Rio.
- Quebrada La Avalancha: nace en la vereda de Hato viejo centro en el sector de San Francisco y de esta fuente se abastece el acueducto de la vereda Hato Viejo.
- Quebrada El Lindero: nace en el Corregimiento de Hato viejo y se abastece el acueducto de la vereda El Hatillo.
- Quebrada Robles: nace en el Corregimiento de Casabuy en la vereda Robles y de esta fuente se abastece su acueducto.
- Vertimiento de lixiviados provenientes del Relleno Sanitario Antanas que opera la empresa EMAS E.S.P S.A, se realiza en la vereda Pradera del Corregimiento de Casabuy.

- Salidas:Las salidas son las captaciones que se realizan sobre el cauce principal y afectan la cantidad del recurso. Se identificaron las siguientes:

- Bocatoma de la empresa Pofrescol Ltda.
- Bocatoma del acueducto nuevo del municipio de Chachagüi.

Las entradas más representativas y que afectan la calidad de la corriente son los vertimientos de la empresa PofrescolLtda, que se realizan sobre un afluente al cauce principal y los lixiviados tratados del Relleno Sanitario Antanas. Otras entradas como quebradas naturales aportan caudal significativo y además ayudan a la oxigenación y por lo tanto la asimilación de contaminantes vertidos al rio. Existe solo dos salidas sobre el cauce principal que corresponden a la empresa Pofrescol que deriva su caudal para uso industrial y doméstico y la nueva bocatoma del acueducto de Chachagüi, la cual se convierte en un uso futuro a corto plazo muy importante.

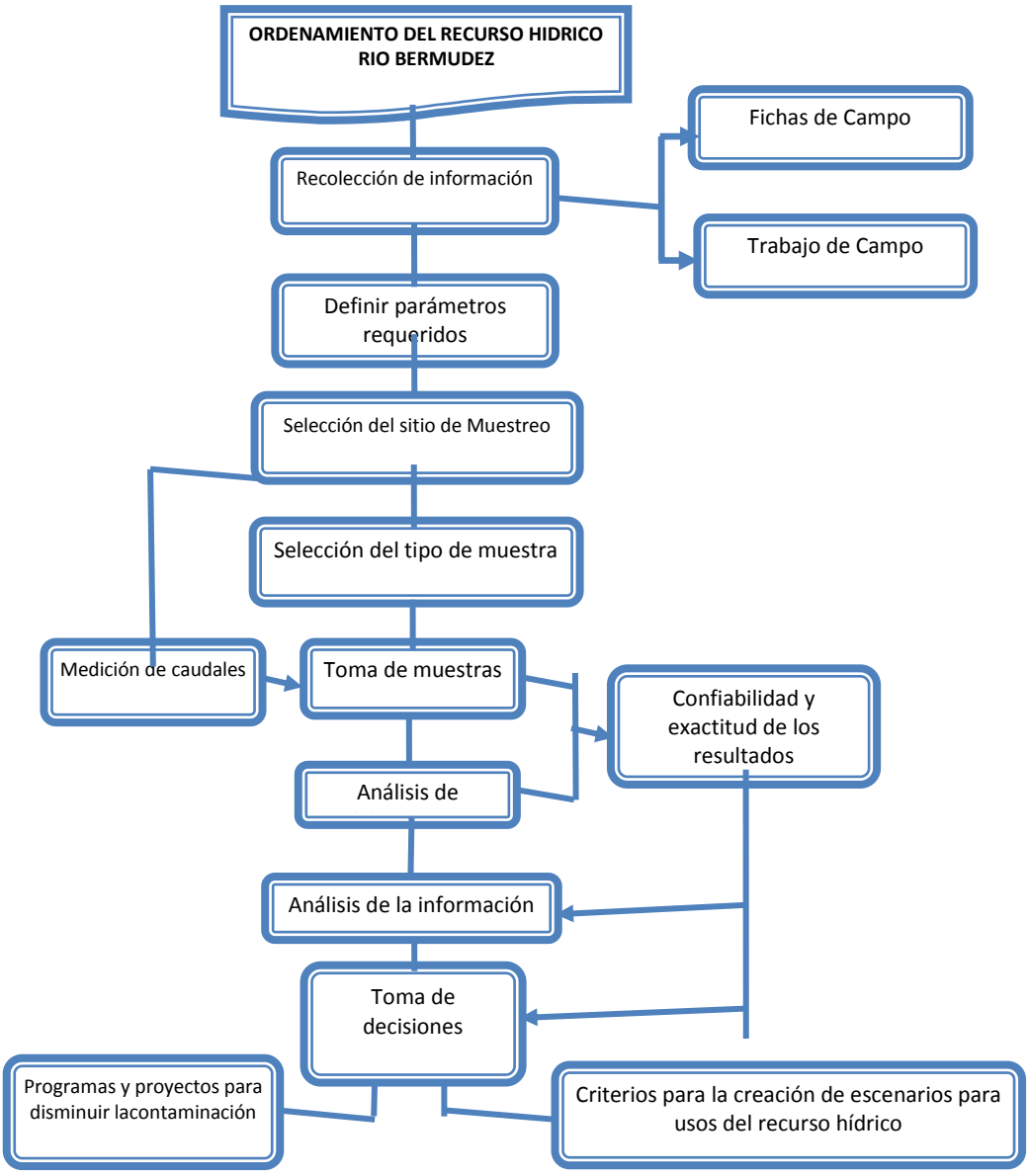
7.5 DETERMINACION DE LINEA BASE DE CARGAS CONTAMINANTES

En esta parte del documento se determinara la línea base de cargas contaminantes, mediante los resultados obtenidos de las jornadas de muestreo, aforos, información existente del monitoreo a la calidad del recurso hídrico y de los vertimientos que se hacen sobre este.

En primer lugar se analizará la calidad sobre el cauce principal del Rio Bermúdez y posteriormente se evaluará la calidad de los afluentes y vertimientos que afectan la calidad de este recurso hídrico.

7.5.1 METODOLOGÍA

Figura 22. Metodología de muestreo



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Para la caracterización de la calidad de agua del Rio Bermúdez se realizaron muestreos puntuales sobre el cauce principal y afluentes, en dos campañas de muestreo; La primera se realizó el 2 de Agosto del 2011, en cinco puntos sobre el cauce principal y la segunda el 13 de Septiembre del 2011 en los mismos puntos añadiendo el lugar donde se construye la nueva bocatoma del municipio de Chachagüi, además se monitorearon cuatro puntos sobre afluentes. Para la selección de los puntos de muestreo se tomó en cuenta la accesibilidad a los lugares de toma de muestra, los diferentes usos que se le da en el área al agua y al suelo, influencia de vertimientos, captaciones y demás variables

que puedan afectar tanto en calidad como en cantidad las características naturales del Rio.
Los parámetros analizados fueron los siguientes: pH, Conductividad, solidos totales, solidos disueltos, solidos suspendidos, solidos suspendidos volátiles, acidez, alcalinidad total, nitratos, amonio, fosforo total, nitrógeno NTK, cromo hexavalente, oxígeno disuelto, Demanda Biológica de Oxigeno DBO, Demanda Química de Oxigeno DQO, grasas y aceites, coliformes totales, echerichiacoli.

Además de los parámetros anteriores, se realizó aforo con micromolinete en los mismos puntos de monitoreo de calidad del agua y otros en donde se vio necesario medir este parámetros, siempre y cuando el desplazamiento sobre el cauce del Rio fuera posible, este aforo estuvo a cargo de funcionarios de CORPONARIÑO. (Ver anexo D)

Después de definir los puntos y parámetros a analizar se tuvo en cuenta los recipientes para la toma de muestras, preservación mediante sustancias químicas y enfriamiento y el transporte hasta el laboratorio especializado de la Universidad de Nariño acreditado mediante Resolución No. 042 del 25 de enero de 2011 expedida por el IDEAM con las muestras debidamente rotuladas y diligenciando las cadenas de custodia.

Para hacer la caracterización del cauce principal y de afluentes importantes del Rio Bermúdez se definieron los puntos de monitoreo y de aforo, los cuales se detallan a continuación:

Cuadro 59. Descripción Puntos de muestreo cauce principal Rio Bermúdez

PUNTOS DE MUESTREO SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL		DESCRIPCION		COORDENADAS		
				X	Y	H
A	Punto Inicial- Antes de la bocatoma de Pofrescol Ltda.	Muestreo y Aforo	Este punto de monitoreo se encuentra antes de la intervención antrópica, es importante para determinar la calidad en la parte inicial del Rio.	979558	633215	2713
B	Antes Quebrada Yuyas-Vereda La Josefina	Muestreo y Aforo	Este punto se establece para verificar la influencia de la Quebrada Yuyas y las viviendas de las veredas Daza y La Josefina cercanas al cauce del rio.	978500	634801	2435
C	Nueva bocatoma Chachagüi	Muestreo y Aforo	Este punto es importante por la construcción de la nueva bocatoma que abastecerá al municipio de Chachagüi	978779	636153	2235
D	Puente Casabuy	Muestreo y Aforo	Este punto es importante ya se encuentra en la parte media del rio, es un punto de referencia y se identificaron usos potenciales en este lugar.	977380	638189	2070
E	Vereda palmas Bajo	Muestreo	Es importante determinar la influencia de esta vereda sobre la calidad del rio	977532	638854	2089
F	Rio Bermúdez Pradera (antes confluencia Rio Pasto)	Muestreo y Aforo	Este punto se encuentra en el Corregimiento de Casabuy después de la descarga de lixiviados y donde ya no existe	976000	641190	1614

			más intervención antrópica, antes de la confluencia con el Rio Pasto.			

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Cuadro 60. Puntos de muestreo Cauce principal Rio Bermúdez

PUNTOS DE MUESTREO SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL		
A	Punto Inicial- Antes de la bocatoma de Pofrescol Ltda.	 
B	Antes Quebrada Yuyas- Vereda La Josefina	 
C	Nueva bocatoma Chachagüi	 
D	Puente Casabuy	 

E	Vereda palmas Bajo		
F	Rio Bermúdez Pradera (antes confluencia Rio Pasto)		

Cuadro 61. Descripción Puntos de muestreo Afluentes al cauce principal Rio Bermúdez

PUNTOS DE MUESTREO SOBRE AFLUENTES AL CAUCE RPINICPAL		DESCRIPCION		COORDENADAS		
				X	Y	H
G	Después descarga Túnel de Daza	Muestreo	Es importante identificar las características del vertimiento proveniente de la construcción del Túnel.	979059	632485	2679
H	Después Descarga POFRESCOL LTDA	Muestro y Aforo	En este punto se puede analizar las características de la quebrada receptora de los vertimientos del Túnel de daza y de la empresa PofrescolLtda antes de su unión con el rio Bermúdez.	978604	632490	2669
I	Quebrada Yuyas antes del Rio Bermudez	Muestro y Aforo	Se analizó este punto con el fin de conocer la influencia de esta quebrada sobre la calidad del rio Bermúdez, teniendo en cuenta que anteriormente esta quebrada estaba afectada por los lixiviados del relleno Sanitario Antanas.	978549	634781	2431
J	Tanque Azul - lixiviados	Muestro y Aforo	Se caracterizó este punto teniendo en cuenta que es uno de los principales vertimientos que afecta la calidad del rio Bermúdez.	976095	640378	1747

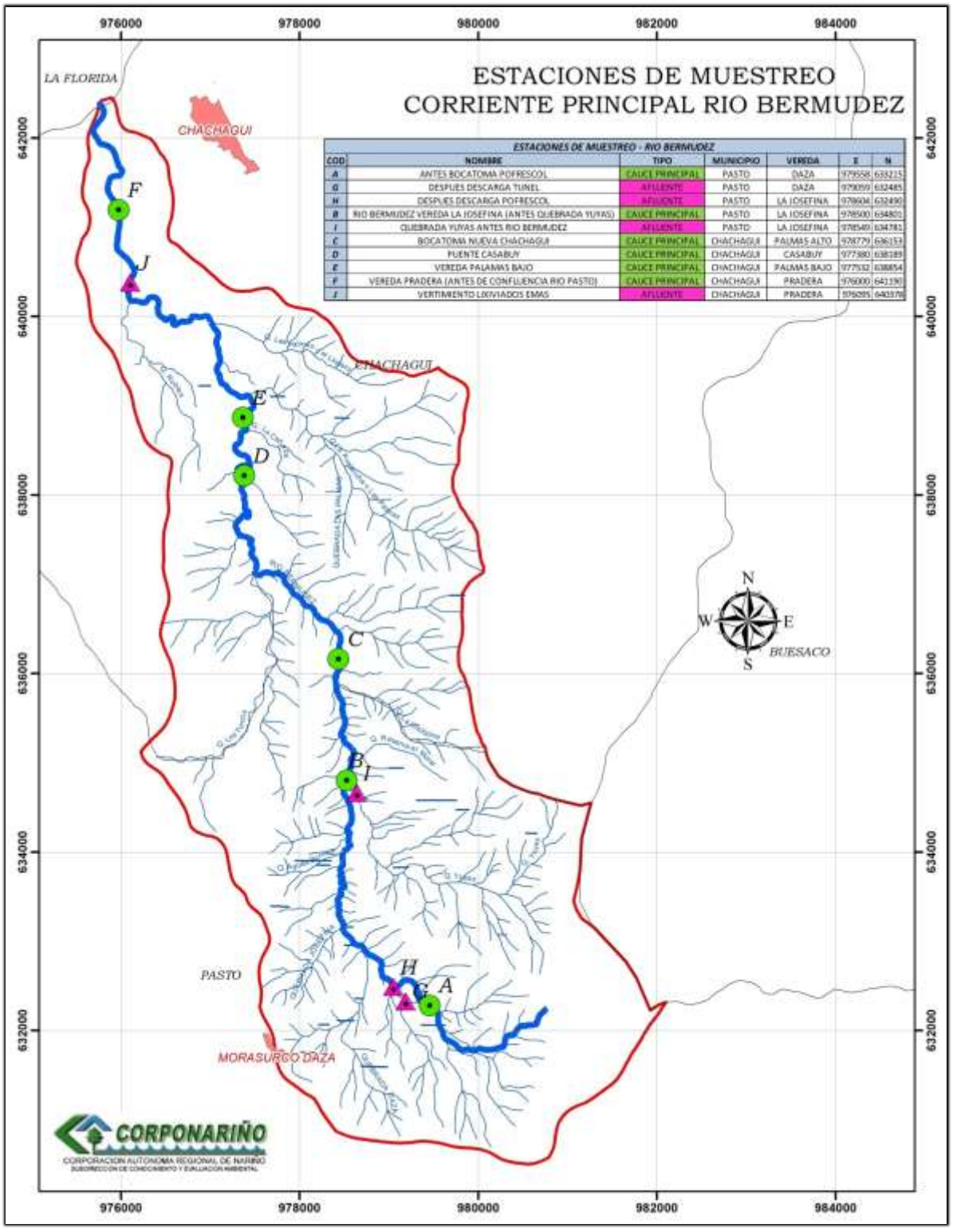
Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Cuadro 62. Puntos de Muestreo Afluentes al cauce principal Rio Bermúdez

PUNTOS DE MUESTREO SOBRE AFLUENTES AL CAUCE RPINICPAL		
G	Después descarga Túnel de Daza	 
H	Después Descarga POFRESCOL LTDA	 
I	Quebrada Yuyas antes del Rio Bermudez	
J	Tanque Azul - lixiviados	

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Figura 23. Mapa de Ubicación puntos de muestreo



Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

7.5.2 EVALUACION DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL

Para la evaluación de la calidad del agua del cauce principal del Rio Bermúdez, se realizó el siguienteprocedimiento:

Muestreo: El grupo técnico, realizó la toma de muestra que consiste en el desplazamiento hasta los puntos indicados, realizar el muestreo, preservación y transporte al laboratorio de las muestras en cada día de jornada.

Análisis de Laboratorio: El laboratorio recibió las muestras y realizó los análisis respectivos.

Análisis de Información: La información obtenida en campo y los resultados del laboratorio son consolidados y procesados para reportar la calidad de agua.

- MUESTREO SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL

El primer muestreo sobre el cauce principal del Rio Bermúdez se realizó el día 2 de Agosto del 2011 sobre cinco puntos de monitoreo. Los resultados entregados por el laboratorio especializado de La Universidad de Nariño se muestran a continuación (Ver anexo E):

Cuadro 63. Resultados muestreo 2 de Agosto de 2011 Cauce Principal Rio Bermúdez

MUESTREO RIO BERMUDEZ AGOSTO 2 DEL 2011						
PARAMETROS		PUNTOS DE MUESTREO CAUCE PRINCIPAL				
		A	B	D	E	F
	UNIDADES	ANTES BOCATOMA POFRESCOL (INICIO)	ANTES Q. YUYAS (VEREDA LA JOSEFINA)	PUENTE CASABUY	VEREDA PALMAS BAJO	RIO BERMUDEZ PRADERA
CAUDAL	l/s	15	278,675	718,350		614,155
pH	pH	8,57	9,59	8,75	8,15	8,11
CONDUCTIVIDAD	us/cm	46,1	245	129	130	139
SOLIDOS TOTALES	mg/l	60	720	249	329	270
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	56	205	109	89	98
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	0	515	140	240	172
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	mg/l	4	70	30	53,3	30
ACIDEZ	mg CaCO3/l	6,48	0	6,48	6,84	7,92
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/l	11,4	127	40,3	44,8	48,3
NITRATO	mg N-NO3/l	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
AMONIO	mg N-NH4/l	<LD	<LD	<LD	<LD	0,236
FOSFORO TOTAL	mg PO4/l	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
NITROGENO NTK	mg N/l	0,262	0,933	0,737	1,47	0,99

CROMO HEXAVALENTE	mg Cr+6/l	<LD	<LD	<LD	<LD	0,92
OXIGENO DISUELTO	mg O2/l	7,1	5,7	8	7,45	8,05
DBO	mg O2/l	<LD	5,73	3,39	5,93	4,17
DQO	mg O2/l	<LD	25,7	<LD	37,4	<LD
GRASAS Y ACEITES	mg/l	<LD	5,09	<LD	5,21	<LD
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	1500	500	3000	6900	3500
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	100	80	NEGATIVO	1500	NEGATIVO
<LD=(DBO:2)(DQO:20)(CROMO:0,01)(GYA:5)(AMONIO:0,4)(SOLIDOS SUSPENDIDOS:10)(NITRATOS:0,2);(FOSFORO:0,5)						

Fuente: Laboratorio especializado Universidad de Nariño, 2011

La segunda jornada de muestreo, se llevó a cabo el día 13 de Septiembre del 2011 sobre los mismos puntos de monitoreo anteriores, incluyendo en esta jornada el punto proyectado para la construcción de la nueva bocatoma del Municipio de Chachagüi, los resultados entregados por el laboratorio especializado de la Universidad de Nariño se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 64. Resultados muestreo 13 de Septiembre de 2011 Cauce Principal Rio Bermúdez

MUESTREO RIO BERMUDEZ 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2011							
PARAMETROS	**PUNTOS DE MUESTREO CAUCE PRINCIPAL**						
	UNIDADES	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
		ANTES BOCATOMA POFRESCOL (INICIO)	**ANTES Q. YUYAS (VEREDA LA JOSEFINA)**	**BOCATOMA NUEVA CHACHAGÜI**	**PUENTE CASABUY**	**VEREDA PALMAS BAJO**	**RIO BERMUDEZ PRADERA**
CAUDAL	LPS		144,890	314,586			
pH	pH	6,68	8,66	8,17	8,31	7,94	8,09
CONDUCTIVIDAD	us/cm	47,2	246	174	144	146	181
SOLIDOS TOTALES	mg/l	51	249	158	135	139	154
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	37	188	133	117	119	132
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	14	61	24,7	18	20	22
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	mg/l	5	8	4	2	3,5	4
ACIDEZ	mg CaCO3/l	0,72	CERO	CERO	0,72	CERO	CERO
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/l	11,4	97,7	47,5	41,4	41,8	58,1
NITRATO	mg N-NO3/l	<LD	0,4	0,41	0,39	0,36	0,88
AMONIO	mg N-NH4/l	0,26	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
FOSFORO TOTAL	mg PO4/l	<LD	<LD	<LD	<LD	0,03	<LD
NITROGENO NTK	mg N/l	0,03	0,24	0,13	0,13	0,25	0,5
CROMO HEXAVALENTE	mg Cr+6/l	<LD	0,01	0,01	0,012	<LD	0,02
OXIGENO DISUELTO	mg O2/l	6,6	7,55	7,8	7,8	7,95	NO
DBO	mg O2/l	<LD	2,48	<LD	<LD	<LD	2,12

DQO	mg O2/l	<LD	<LD	22,5	34,2	<LD	<LD
GRASAS Y ACEITES	mg/l	<LD	<LD	<LD	<LD	10,9	<LD
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	220	8600	3500	5000	3000	10000
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	NEGATIVO	4000	100	200	100	100
<LD=(DBO:2)(DQO:20)(CROMO:0,01)(GYA:5)(AMONIO:0,4)(SOLIDOS SUSPENDIDOS:10)(NITRATOS:0,2);(FOSFORO:0,5)							

Fuente: Laboratorio especializado Universidad de Nariño, 2011

Hay que tener en cuenta que algunos parámetros fisicoquímicos presentaron concentraciones por debajo del límite de detección <LD, de acuerdo a los protocolos de validación del laboratorio especializado de la Universidad de Nariño, por lo tanto con el objeto de realizar los perfiles de calidad y otros análisis y con la necesidad de obtener valores numéricos se determinó adoptar el valor correspondiente al límite de detección establecido para cada parámetro por el laboratorio.

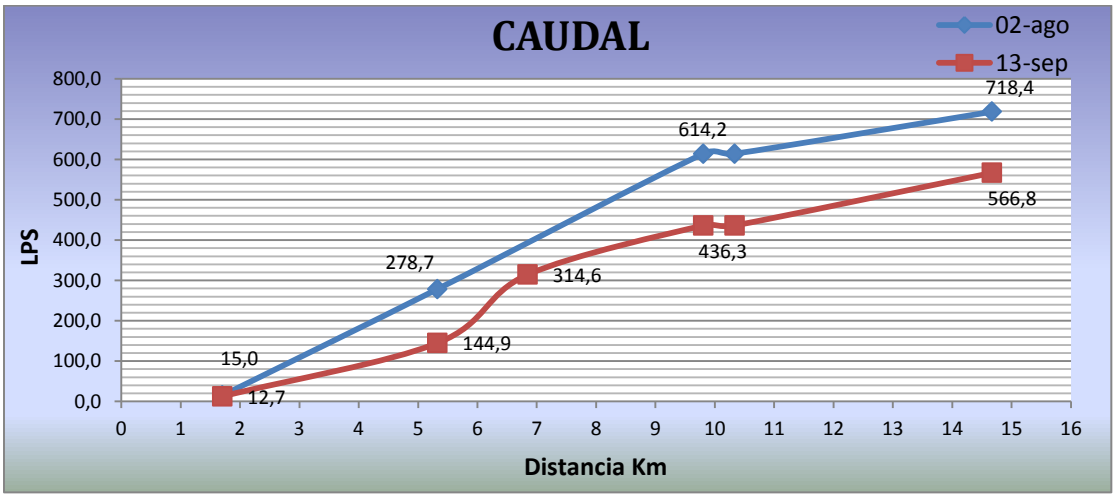
- PERFILES DE CALIDAD

Los perfiles de calidad sobre el cauce principal del Rio Bermúdez permiten observar y analizar el comportamiento del Rio en los puntos muestreados y los cambios a lo largo de su trayecto desde el inicio en la vereda Daza del Municipio de Pasto, hasta la confluencia con el Rio Pasto en el municipio de Chachagüi.

Mediante estos perfiles se identifica y evalúa la conducta de la fuente hídrica como receptora de vertimientos, la asimilación y depuración de esta fuente hídrica a lo largo de su trayecto, en las siguientes graficas se relaciona el comportamiento de cada parámetro evaluado con la distancia desde el nacimiento hasta la desembocadura con el Rio Pasto en las dos jornadas de muestreo.

- Caudal: corresponde a la cantidad de agua en litros por segundo contenida en el cauce principal del Rio Bermúdez, en el momento en que se efectuaron las jornadas de muestreo.

Figura 24. Caudal Cauce principal Rio Bermudez



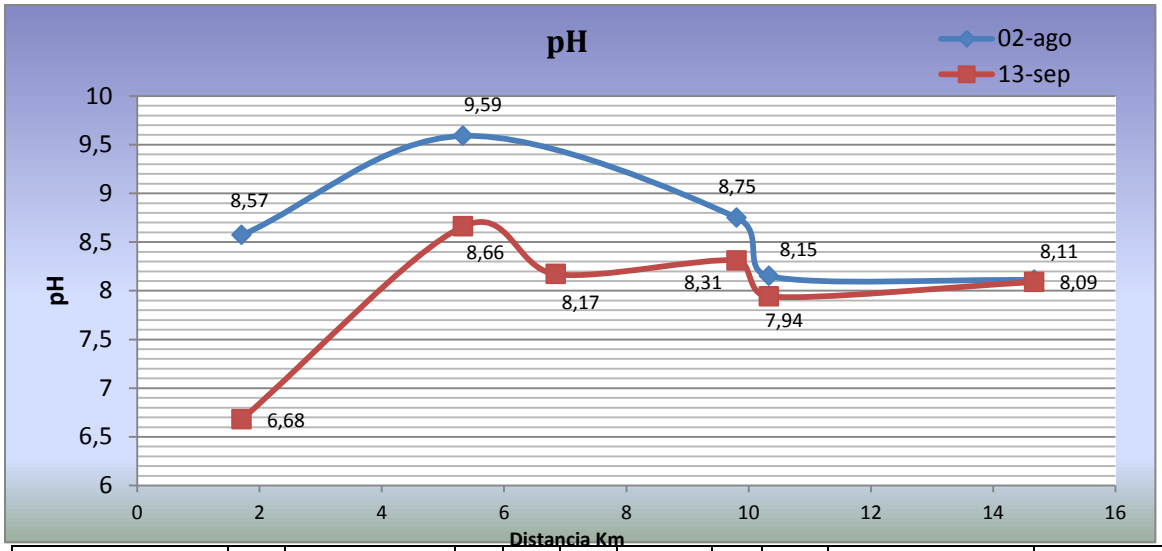
Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Para el análisis de los parámetros que se tomaron para identificar la calidad en las jornadas de muestreo, es importante destacar que estas se realizaron en dos épocas del año las cuales se procuró coincidieran con la época seca o verano moderado y la época de lluvia, por esta razón se destaca que los valores representativos para el análisis de la calidad de la corriente principal se focaliza en los resultados del muestreo realizado en la época identificada como de verano moderado.

La grafica presenta los resultados sobre cinco puntos del cauce principal, los cuales fueron aforados en las jornadas de muestreo y coinciden con los puntos de muestreo. El comportamiento del caudal en las dos jornadas de muestreo es creciente a medida que se acerca a la unión con el Rio Pasto, en la parte alta el caudal es bajo y en el tramo final aporta al Rio Pasto un caudal aproximado de 600 L/S.

- pH:el pH es una medida que indica la acidez del agua. El rango varía de 0 a 14, siendo 7 el rango promedio (rango neutral). Un pH menor a 7 indica acidez, mientras que un pH mayor a 7, indica un rango básico. Ya que el pH puede afectarse por componentes químicos en el agua, el pH es un indicador importante de que el agua está cambiando químicamente.

Figura 25. pH Cauce Principal Rio Bermúdez

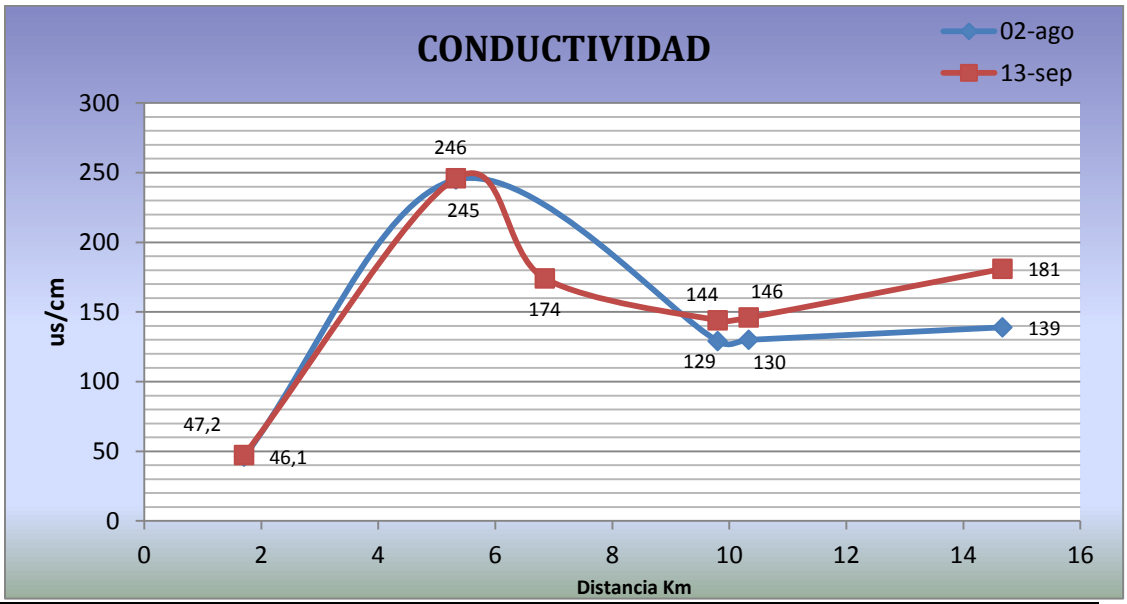


Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

La tendencia central del pH es uniforme para las dos jornadas de monitoreo, es decir mantiene un pH básico. Se observa un incremento en el punto aguas arriba de la Quebrada Yuyas en la Vereda La Josefina con valores en el primer muestreo de 9,59 y en el segundo muestreo 8,66, esto se debe a la presencia de la descargas de la empresa PofrescolLtda y el Túnel de daza que se encuentra justo aguas arriba de este punto de monitoreo, en las estaciones siguientes a este pico los valores de pH permanecen constantes en un promedio de 8.

- Conductividad:es la medición de la habilidad del agua para transportar corriente eléctrica. Depende en gran medida en la cantidad de materia sólida disuelta en el agua (como la sal). Agua pura, como el agua destilada, puede tener muy poca conductividad. La conductividad específica es una medida importante de la calidad del agua, ya que indica la cantidad de materia disuelta en la misma.

Figura 26. Conductividad Cauce Principal Rio Bermúdez



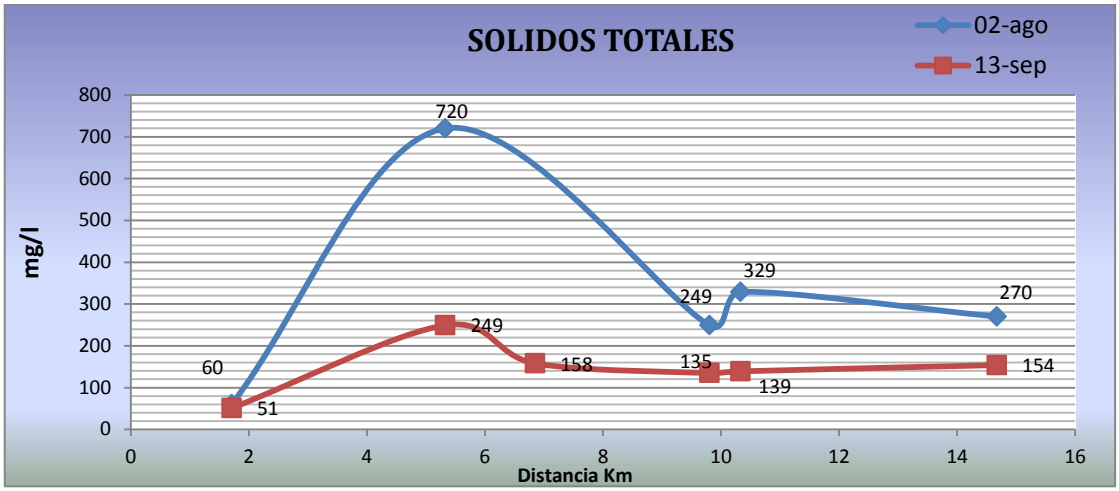
Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

La Conductividad permite identificar cuando una fuente hídrica superficial está siendo afectada por descargas o vertimientos puntuales de origen antrópico, ya que el agua en condiciones naturales presenta valores bajos de este parámetro.

En la gráfica se puede observar dos picos en las dos campañas de muestreo pertenecientes a los puntos de aguas arriba de la quebrada yuyas y pradera, esos puntos coinciden con las descargas de pofrescol y el túnel y en el último punto en la vereda Pradera después del vertimiento de lixiviados de EMAS.

- SOLIDOS TOTALES:su presencia disminuye el paso de la luz a través del agua evitando su actividad fotosintética en las corrientes lo cual es importante para la producción de oxígeno. La presencia de estos parámetros se debe a arrastre de sedimentos.

Figura 27. Solidos Totales Cauce Principal Rio Bermúdez



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

En la gráfica se observa un incremento en el punto ubicado en la Vereda La Josefina antes de la Quebrada Yuyas que se debe al vertimiento del Proyecto Túnel de Daza el cual se caracteriza por la presencia de gran cantidad de solidos provenientes de las labores de excavación y construcción de este túnel, también se evidencia un pico en el punto de monitoreo de la Vereda Palmas Bajo que posiblemente se deba a las descargas de aguas negras y grises de esta vereda y al arrastre de sedimentos. De esta grafica también podemos decir que el Rio tiene una buena capacidad de asimilación ya que en el punto donde se proyecta la construcción del acueducto del Municipio de Chachagüi la concentración de solidos baja considerablemente y finalmente entrega al Rio Pasto un caudal unas características de calidad aceptables.

- ACIDEZ Y ALCALINIDAD TOTAL: la acidez es la capacidad que tiene el agua para neutralizar la Alcalinidad, gracias a la presencia de iones H-.La alcalinidad de aguas superficiales está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas. 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.Las concentraciones de estas especies (hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos) producen en el agua un efecto tampón ya que absorben protones manteniendo el pH a un valor estable.

Figura 28. Acidez Cauce Principal Rio Bermúdez

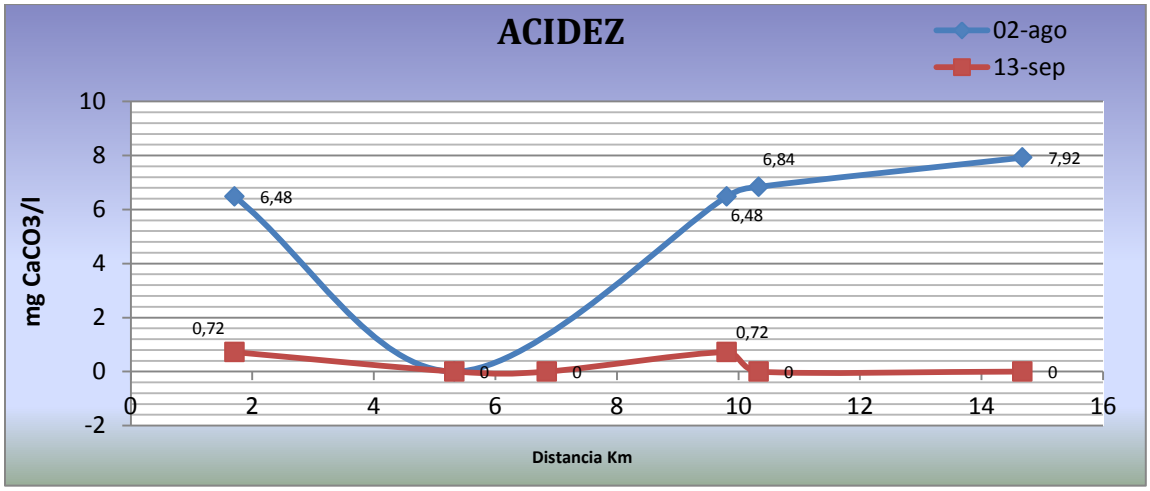
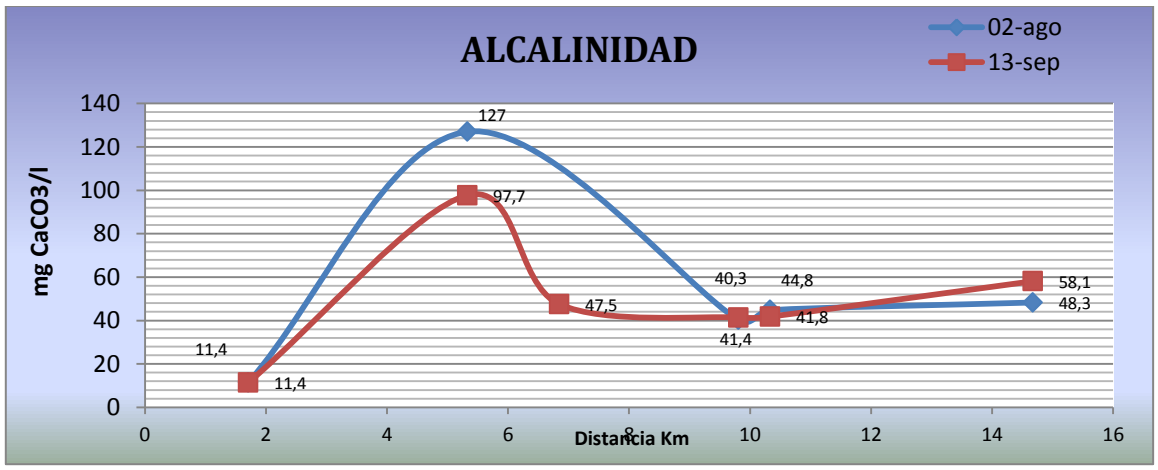


Figura 29. Alcalinidad Cauce Principal Rio Bermúdez



	A		B		C		D	E		F

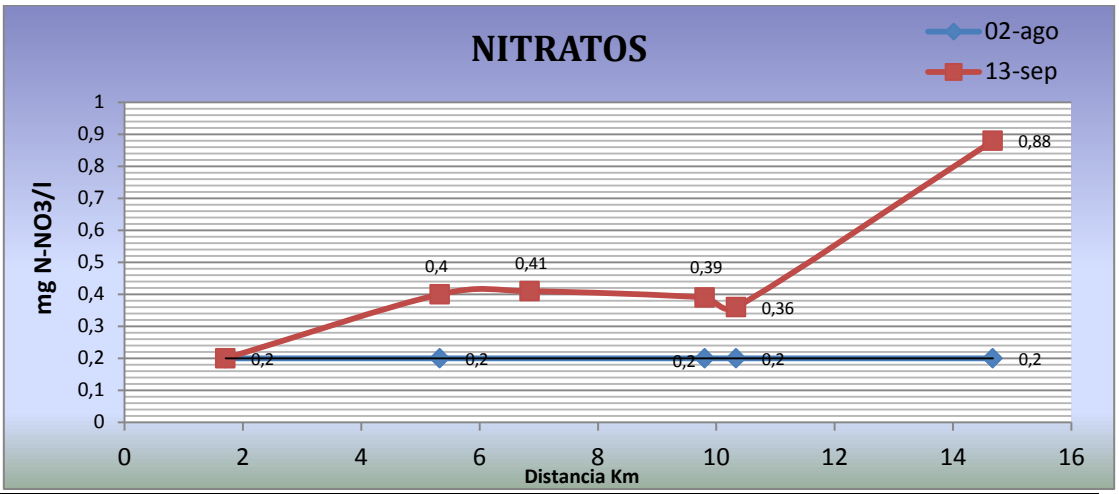
Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Los datos de acidez y alcalinidad muestran una relación que se evidencia en las gráficas, donde el punto de muestreo después de las descargas del túnel las cuales se caracterizan por solidos que salen de la extracción y perforación de material rocoso aumenta la alcalinidad y baja la acidez, en los siguientes puntos de monitoreorealizados sobre el cauce principal del Rio Bermúdez se presenta también una concordancia entre estos dos parámetros.

- NITRATOS:los nitratos constituyen la especie nitrogenada más abundante y de mayor interés en todos los cuerpos de aguas naturales. Los niveles naturales de nitratos en

aguas superficiales y subterráneas son generalmente de unos pocos miligramos por litro, mientras que en aguas residuales domésticas y agrícolas pueden alcanzar niveles relativamente altos.

Figura 30. Nitratos Cauce Principal Rio Bermúdez



	A		B		C		D	E		F

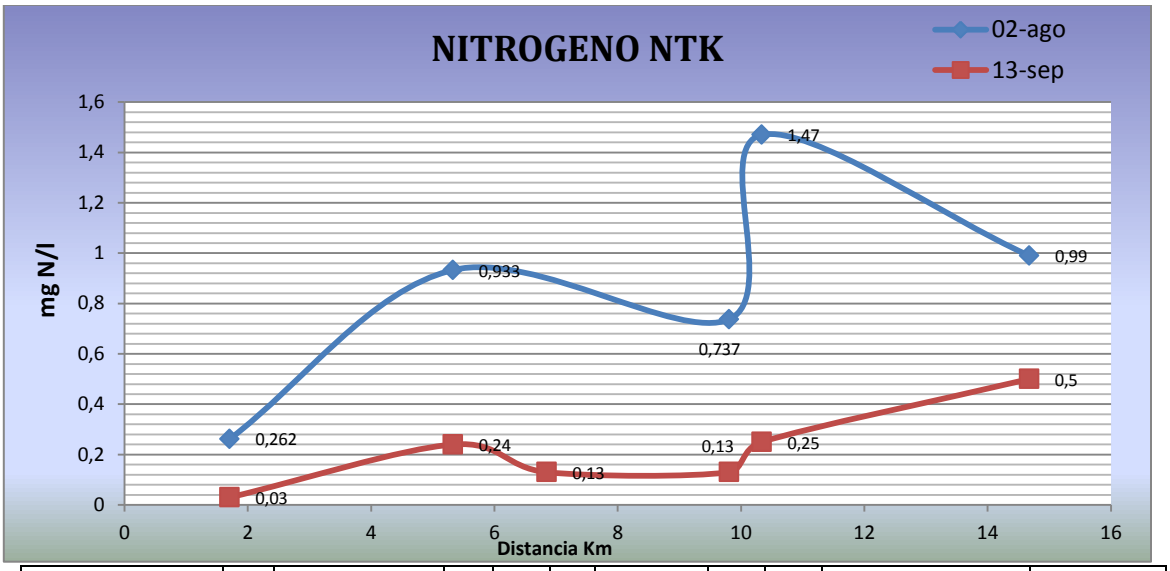
Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Los nitratos, así como los fosfatos, constituyen parte de los nutrientes esenciales para muchos organismos autótrofos o fotosintéticos y en este sentido, su presencia en el agua, puede ocasionar fenómenos de eutrificación en ríos y lagos. Los nitratos son típicos en aguas residuales domésticas y también indican contaminación agrícola, es muy móvil y estable en condiciones aeróbicas.

En los resultados obtenidos de las jornadas de muestreo, los datos reportan valores por debajo del límite de detección (<LD) que corresponde a 0,2 mg/l en todos los puntos de la primera jornada de monitoreo y en la segunda jornada se aprecia un pico en el punto de muestreo que se encuentra después de la descarga de lixiviados en la vereda Pradera, donde predomina el cultivo de café y puede deberse a la reducción de caudal en la época que fue tomada la muestra.

- NITROGENO:varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia excesiva en las aguas es causa de eutrofización. En condiciones normales, los compuestos nitrogenados del agua provienen fundamentalmente de la degradación de la materia orgánica muerta, que a su vez ha sido absorbida de la atmósfera para su metabolismo. En condiciones del medio alteradas, los aportes adicionales de nitrógeno proceden mayoritariamente de los vertidos urbanos y de ciertas instalaciones industriales, así como del uso creciente de fertilizantes y pesticidas en la agricultura.

Figura 31. Nitrógeno NTK Cauce Principal Rio Bermúdez

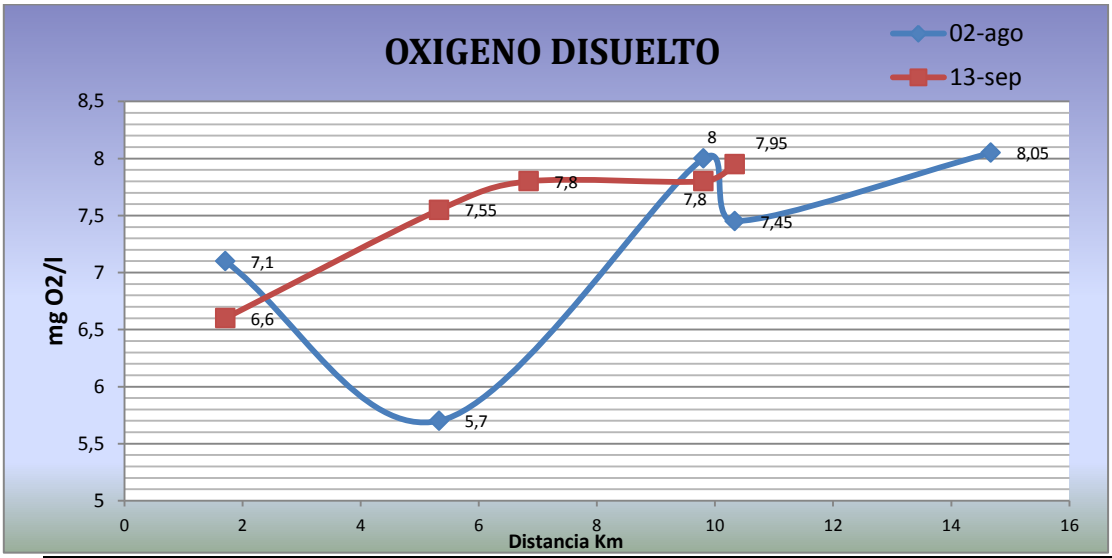


Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

En la gráfica se presentan dos picos de la concentración de Nitrógeno en el Rio, la primera después de las descargas de la construcción del Túnel de Daza, PofrescolLtda y parte de la vereda Daza y La josefina, situación que es similar en las dos jornadas de muestreo y el otro pico se observa solo en la primera jornada de muestreo después del Puente Casabuy(punto E) en la Vereda Palmas alto debido posiblemente a un evento momentáneo ya que no es coherente con la tendencia de los datos del segundo muestreo.

- OXIGENO DISUELTO:en un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno. La producción de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas. Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.

Figura 32. Oxígeno Disuelto Cauce Principal Rio Bermúdez



	A		B		C		D	E		F

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

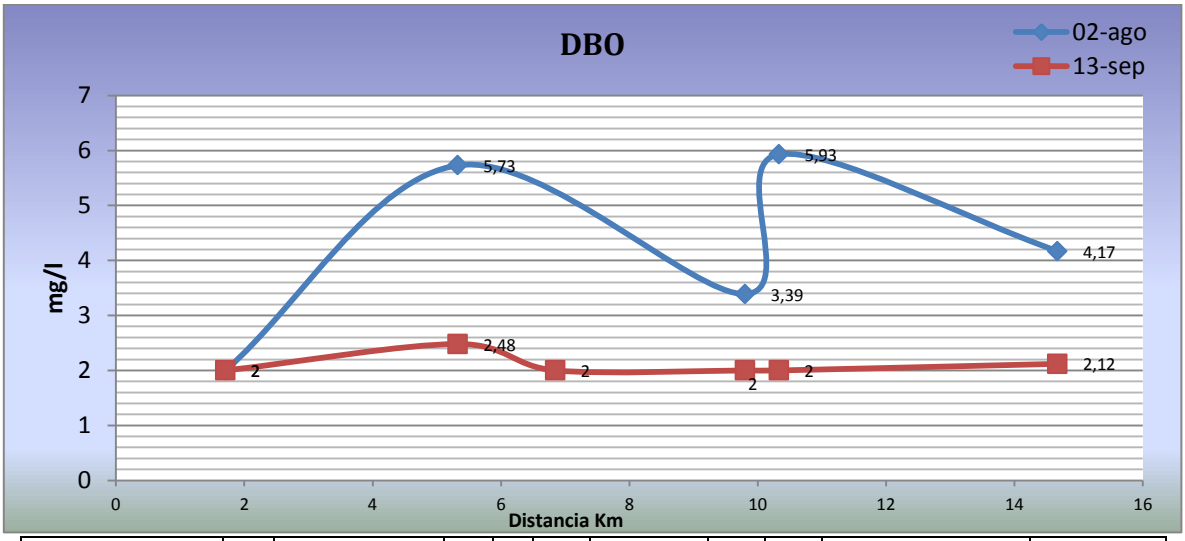
El oxígeno disuelto en el Rio Bermúdez es aceptable en todos los puntos de muestreo ya que esta entre 5,7 a 8,05 mg/l, esto se debe a la entrada de diversos cuerpos de agua y de rocas que permiten una buena oxigenación y aireación permitiendo aumentar la capacidad de asimilación y depuración de la corriente.

La disminución del oxígeno disuelto presente en el agua se observa en el punto correspondiente después de la descarga del afluente al Rio Bermúdez que es receptor de los vertimientos de la construcción del Túnel de Daza y de la empresa PofrescolLtda, pero es relativamente baja la alteración ya que la corriente se recupera rápidamente.

- DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO:DBO_5 es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente.

Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica presente aguas residuales y cuerpos hídricos receptores de vertimientos.

Figura 33. Demanda Bioquímica de Oxigeno DBO5 Cauce Principal Rio Bermúdez



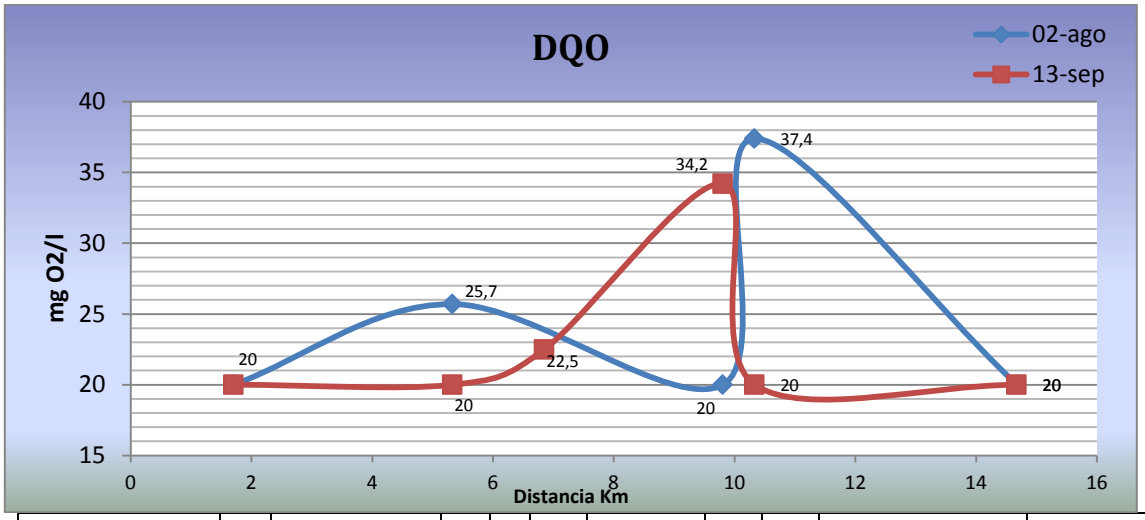
Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

En la segunda caracterización se presentaron valores por debajo o cercanos al límite de detección es decir 2 mg/l, lo que indica una buena capacidad de asimilación de la corriente, en el primer muestreo se observa alteraciones de la calidad del Rio en los puntos tomados en la vereda La Josefina después de los vertimientos industriales y en la Vereda Palmas bajo, en los puntos siguientes a estos picos el agua asimila y se va depurando a lo largo de su cauce.

- DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO:es el parámetro utilizado para caracterizar la contaminación orgánica del agua que se mide a partir de la cantidad de oxígeno disuelto necesario para la degradación química de los contaminantes orgánicos que contiene". Se entiende como "degradación química" la reacción de un oxidante químico, bien dicromato potásico, bien permanganato potásico, que consume materia orgánica.

Es usado para medir la cantidad total de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales y cuerpos hídricos receptores de vertimientos.

Figura 34. Demanda Química de Oxigeno DQO Cauce Principal Rio Bermúdez



	A		B		C		D	E		F

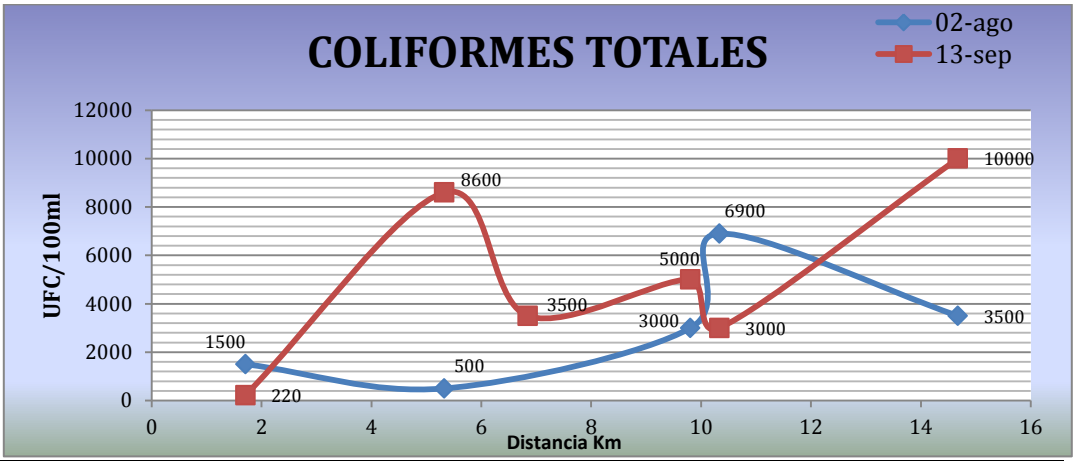
Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Los valores reportados en las jornadas de muestreo indican con respecto a la DQO que la calidad del rio es aceptable, se presentan picos en los puntos ubicados en el Puente Casabuy y en la Vereda Palmas bajo que posiblemente correspondan a un evento momentáneo, teniendo en cuenta que en estos puntos no existen vertimientos que puedan afectar de manera considerable la calidad del recurso, por lo tanto se debe considerar la tendencia de los datos reportados.

- COLIFORMES TOTALES:las bacterias de este género se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, es decir, homeotermos, pero también ampliamente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales.

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.

Figura 35. Coliformes Totales Cauce Principales Rio Bermúdez



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Los resultados mostrados en la gráfica indican que existe contaminación bacteriológica sobre el cauce del Rio, principalmente en los puntos ubicados en la Vereda la Josefina después del vertimiento de la construcción del Tunel de Daza y la empresa de sacrificio de aves PofrescolLtday también se observa un incremento en el punto ubicado en la vereda Pradera, donde existen cultivos y viviendas cercanos al Rio.

- **INDICE DE CALIDAD ICA**

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de compararlo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no.

Para la determinación del "ICA" interviene 9 parámetros, los cuales son:

- 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)

El "ICA" adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio. Posteriormente al cálculo el índice de calidad de agua de tipo "General" se clasifica la calidad del agua con base a la siguiente tabla:

Cuadro 65. Clasificación de la calidad del agua según ICA

ICA		
VALOR	**CALIDAD DEL AGUA**	**COLOR**
91 -- 100	EXELENTE	
71 -- 90	BUENA	
51 -- 70	REGULAR	
26 -- 50	MALA	
0 -- 25	PESIMA	

Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, 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 implicados en el cálculo del Índice los cuales son: Coliformes Fecales, pH, (DBO5), Nitratos, Fosfatos, Cambio de la Temperatura, Turbidez, Sólidos disueltos Totales, Oxígeno disuelto. Además es importante tener en cuenta los valores del peso relativo de cada uno de los 9 parámetros, tal como se indica en la siguiente tabla:

Cuadro 66. 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

Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices (ICAa) o una función ponderada multiplicativa (ICAm). Estas agregaciones se expresan matemáticamente como sigue:

$$ICAa = \sum_{i=1}^{9}(Subi * Wi) \quad (1)$$

$$ICAa = \prod_{i=1}^{9}(Subi^{Wi}) \quad (2)$$

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, es superior a las aritméticas, es decir que son mucho más sensibles a la variación de los parámetros, reflejando con mayor precisión un cambio de calidad. Es por esta razón que la técnica que se aplicará en este estudio es la multiplicativa.

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 y se multiplican los 9 resultados obteniendo de esta manera el "ICA".

Los resultados de "ICA" para el presente estudio se resumen a continuación, estos resultado permitirán analizar el Índice de Calidad de cada uno de los puntos de muestreo sobre el cauce principal del Rio Bermúdez.

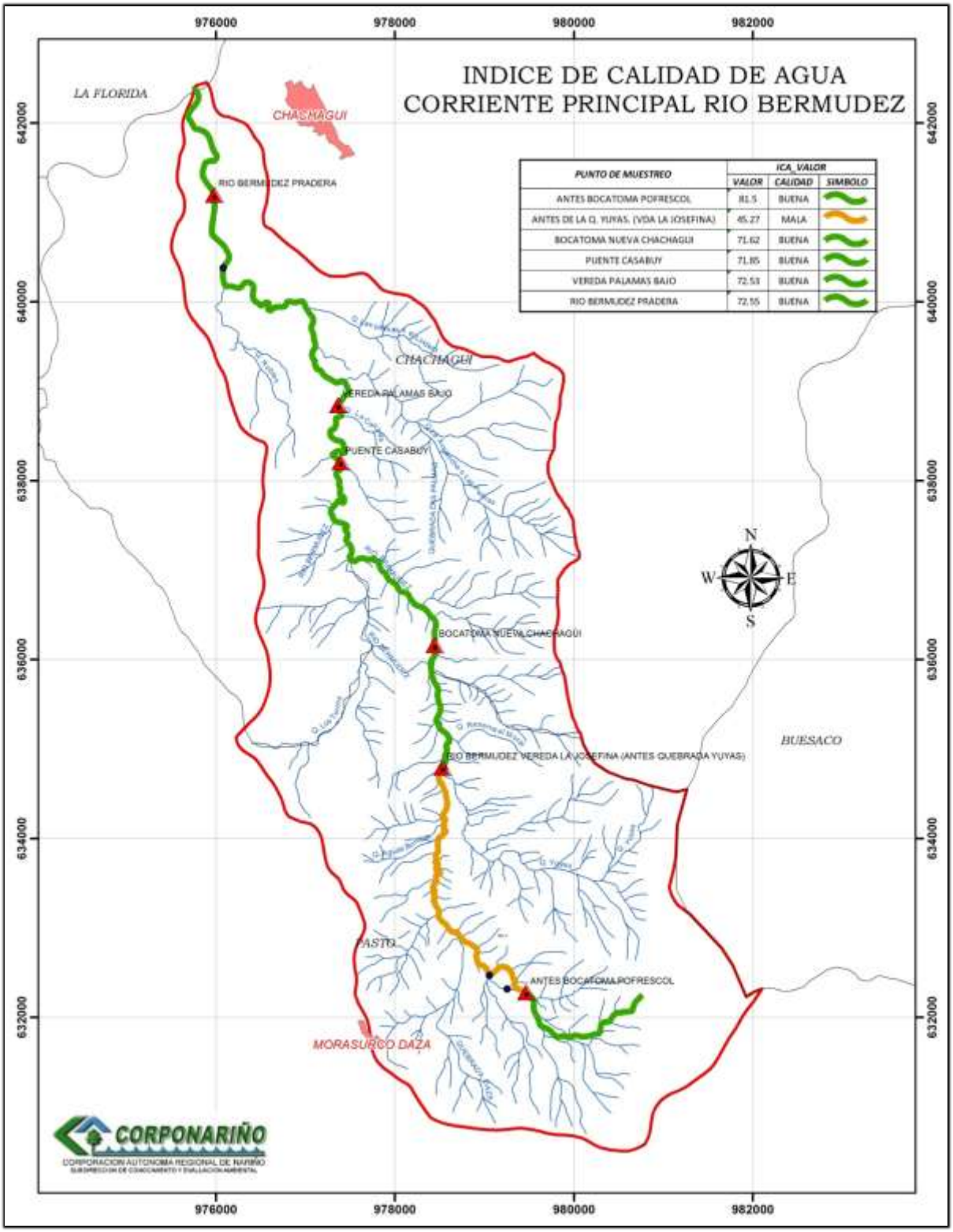
Cuadro 67. ICA Cauce Principal Rio Bermúdez

PUNTO DE MUESTREO	VALOR ICA	CALIDAD	CLASIFICACION COLOR
Punto inicial (antes bocatoma Pofrescol)	81,50	BUENA	
Antes Quebrada Yuyas (vereda La Josefina)	45,27	MALA	
Bocatoma Chachagüi	71,62	BUENA	
Puente Casabuy	71,85	BUENA	
Vereda Palmas Bajo	72,53	BUENA	
Vereda Pradera (Antes confluencia Rio Pasto)	72,55	BUENA	

Fuente: Este estudio, CORPONARIÑO 2011

En el punto de monitoreo inicial antes de la bocatoma de la empresa PofrescolLtda el índice de calidad es bueno ya que en este punto no existen alteración antrópicas que afecten la calidad, sin embargo en el punto antes de la Quebrada Yuyas se identifica la calidad del agua como MALA principalmente por los vertimientos de la empresa Pofrescol y acequias de la vereda La Josefina evidenciado en los resultados, siendo este punto del Rio el que mayor incidencia tiene sobre la corriente, los demás puntos de monitoreo se clasifican de acuerdo al ICA como agua de calidad BUENA indicando que el Rio Bermúdez posee una alta capacidad de asimilación y recuperación a lo largo de su cauce principal.

Figura 36. Mapa Índice de Calidad ICA Cauce Principal Rio Bermúdez



Fuente: Este estudio, CORPONARIÑO 2011

7.5.3 EVALUACION CALIDAD AFLUENTES NATURALES

Corresponde al cálculo de cargas contaminantes y análisis de las características de calidad de los afluentes naturales al Rio Bermúdez como también los vertimientos que se monitorearon en las dos jornadas de muestreo.

- MUESTREO SOBRE AFLUENTES NATURALES:a continuación se presentan los resultados de laboratorio de las dos jornadas de muestreo realizadas sobre afluentes naturales como es la Quebrada Yuyas y afluentes naturales receptoras de vertimiento como son la Quebrada que recibe las descargas de la construcción del Túnel de Daza y la Empresa Pofrescol. (Ver anexo E)

Cuadro 68. Resultados Muestreo 2 de Agosto de 2011 Afluentes al cauce Principal

MUESTREO RIO BERMUDEZ 2 DE AGOSTO DEL 2011					
PARAMETROS	PUNTOS DE MUESTREO AFLUENTES				
	UNIDADES	G	H	I	
		AGUAS ABAJO DESCARGA TUNEL	AGUAS ABAJO DESCARGA POFRESCOL	QUEBRADA YUYAS ANTES RIO BERMUDEZ	QUEBRADA LOS TURCOS(DESPUES BOCATOMA COMFAMILIAR)
CAUDAL	LPS		69,915	130,525	82,7202
pH	pH	11,8	11,17	8,79	
CONDUCTIVIDAD	us/cm	372	339	154	
SOLIDOS TOTALES	mg/l	860	1251	109	
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	330	436	97	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	530	815	12	
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	mg/l	60	65	4,5	
ACIDEZ	mg CaCO3/l	CERO	CERO	13,3	
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/l	258,4	378	48,3	
NITRATO	mg N-NO3/l	0,278	0,402	0,406	
AMONIO	mg N-NH4/l	<LD	0,343	3,02	
FOSFORO TOTAL	mg PO4/l	<LD	<LD	<LD	
NITROGENO NTK	mg N/l	0,59	0,885	4,16	
CROMO HEXAVALENTE	mg Cr+6/l	0,024	0,028	0,014	
OXIGENO DISUELTO	mg O2/l	5	9,6	7,5	
DBO	mg O2/l	2,75	3,15	12,6	
DQO	mg O2/l	<LD	<LD	33,4	
GRASAS Y ACEITES	mg/l	5,43	5,63	<LD	
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	100	100	3000	
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	
<LD=(DBO:2)(DQO:20)(CROMO:0,01)(GYA:5)(AMONIO:0,4)(SOLIDOS SUSPENDIDOS:10)(NITRATOS:0,2);(FOSFORO:0,5)					

Fuente: Laboratorio especializado Universidad de Nariño, 2011

Los reportes del laboratorio de la universidad de Nariño de la segunda jornada realizada el 13 de Septiembre sobre los afluentes naturales y afluentes receptores de vertimientos son los siguientes:

Cuadro 69. Resultados Muestreo 13 de Septiembre de 2011 Afluentes al cauce Principal

MUESTREO RIO BERMUDEZ 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2011					
PARAMETROS	PUNTOS DE MUESTREO AFLUENTES				
	UNIDADES	G	H	I	
		AGUAS ABAJO DESCARGA TUNEL	AGUAS ABAJO DESCARGA POFRESCOL	QUEBRADA YUYAS ANTES RIO BERMUDEZ	QUEBRADA LOS TURCOS(DESPUES BOCATOMA COMFAMILIAR)
CAUDAL	LPS	48,19	71,229	192,022	54,982
pH	pH	10,8	10,9	8,59	
CONDUCTIVIDAD	us/cm	520	493	92,5	
SOLIDOS TOTALES	mg/l	763	766	67	
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	296	331	63	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	467	435	<LD	
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	mg/l	46,7	40	2	
ACIDEZ	mg CaCO3/l	CERO	CERO	CERO	
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/l	109	119	25,5	
NITRATO	mg N-NO3/l	0,61	0,52	0,85	
AMONIO	mg N-NH4/l	0,45	0,49	<LD	
FOSFORO TOTAL	mg PO4/l	<LD	<LD	<LD	
NITROGENO NTK	mg N/l	0,56	0,38	0,17	
CROMO HEXAVALENTE	mg Cr+6/l	0,01	0,01	0,01	
OXIGENO DISUELTO	mg O2/l	7,1	7,5	7,7	
DBO	mg O2/l	6,02	4,94	<LD	
DQO	mg O2/l	29,4	<LD	<LD	
GRASAS Y ACEITES	mg/l	<LD	<LD	<LD	
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	2000	265	100	
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	NEGATIVO	1	NEGATIVO	
<LD=(DBO:2)(DQO:20)(CROMO:0,01)(GYA:5)(AMONIO:0,4)(FOSFORO TOTAL:0,5)(SOLIDOS SUSPENDIDOS:10)					

Fuente: Laboratorio especializado Universidad de Nariño, 2011

- CÁLCULO DE CARGAS: el cálculo de las cargas contaminantes sobre afluentes naturales se realizó para aquellos puntos que se reflejan en los perfiles de modelación, los cuales hacen parte de las entradas más significativas al cauce principal. Para este procedimiento se tomaron los resultados de laboratorio de algunos parámetros y se expresó la carga en unidades de Kilogramo/día, además existían algunas corrientes las cuales no se monitorearon en las jornadas de campo por esta razón se realiza el cálculo de las cargas a partir de valores aproximados de acuerdo a las características físicas de estas teniendo en cuenta que no son afectadas de forma significativa sus características de calidad.

Cuadro 70. Calculo de cargas contaminantes Afluentes Naturales

CALCULO DE CARGAS CONTAMINANTES AFLUENTES NATURALES								
PARAMETROS	UNIDADES	PUNTOS DE MUESTREO AFLUENTES NATURALES						
		Quebrada Pofrescol-Tunel	Escurrimientos varios-la Josefina	Quebrada Yuyas	Quebrada la Cristalina	Quebrada Los Turcos	Quebrada Palmas y Otros	Quebrada Los Robles
SOLIDOS TOTALES	Kg/día	4.713,51	1.309,26	694,66	463,41	1.472,08	1.559,01	74,91
SOLIDOS DISUELTOS	Kg/día	2.036,78	1.067,21	653,18	386,17	799,13	831,47	59,93
SOLIDOS SUSPENDIDOS	Kg/día	2.676,73	242,05	103,68	50,20	112,51	207,87	8,99
ALCALINIDAD TOTAL	Kg/día	732,26	343,27	264,38	154,47	389,05	519,67	42,70
NITRATOS	Kg/día	3,20	8,97	8,81	0,77	6,20	6,24	0,45
AMONIO	Kg/día	3,02	2,04	4,15	1,54	4,21	5,20	0,30
FOSFORO TOTAL	Kg/día	3,08	2,75	5,18	1,93	5,26	5,20	0,37
NITROGENO NTK	Kg/día	2,34	5,12	1,76	0,25	10,20	10,39	0,67
DBO	Kg/día	172,30	38,51	41,47	7,72	48,37	51,97	3,00
DQO	Kg/día	123,07	135,33	346,29	77,23	294,42	239,05	17,98
OXIGENO DISUELTO	mg O2/l	6,71	7	7,7	7,3	6,8	7	7

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

7.5.4 EVALUACION DE CALIDAD EN VERTIMIENTOS

Como parte de la gestión del recurso hídrico orientado principalmente a la prevención y control de la contaminación, se realizó una evaluación aproximada de la carga contamínate que aportan las principales actividades generadoras de vertimientos sobre la corriente y como se identificó en el perfil de modelación son los vertimientos de la construcción del Túnel de Daza Portal Norte, la empresa procesadora de aves PofrescolLtda, los cuales descargan a un afluente al cauce principal y el vertimiento directo en la vereda Pradera del municipio de Chachagüi de lixiviados provenientes del Relleno Sanitario Antanas operado por EMAS Pasto E.S.P S.A.

- RELLENO SANITARIO ANTANAS - EMAS PASTO E.S.P S.A:durante las jornadas de muestreo se reportaron lo siguientes resultados en el punto denominado tanque azul, el cual contiene los lixiviados tratados conducidos hasta este punto en la vereda Pradera justo antes de la descarga final sobre el cauce del rio.

Cuadro 71. Resultados muestreos Vertimiento de Lixiviados

PARAMETROS mg/l	MUESTREO 2 DE AGOSTO 2011	MUESTREO 13 DE SEPTIEMBRE 2011
	J TANQUE AZUL LIXIVIADOS	
CAUDAL	1,6	1,19
pH	8,26	8,15
CONDUCTIVIDAD	3,51	9,21
SOLIDOS TOTALES	1365	5902
SOLIDOS DISUELTOS	1335	5860
SOLIDOS SUSPENDIDOS	30	42,5
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	22	27,5
ACIDEZ	22,3	CERO
ALCALINIDAD TOTAL	1430	439
NITRATO	7,85	80,5
AMONIO	189	19,6
FOSFORO TOTAL	8,15	13,38
NITROGENO NTK	216	9,86
CROMO HEXAVALENTE	<LD	<LD
DBO	72,2	56,7
DQO	265	562
GRASAS Y ACEITES	<LD	<LD
COLIFORMES TOTALES	2000	54000
ECHERICHIA COLI	NEGATIVO	1000

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Además se tuvo en cuenta como información secundaria la información histórica y reportes mensuales entregados por EMAS Pasto S.A E.S.P en el primer semestre del año 2011, esta información permite analizar la tendencia del efluente de la planta de tratamiento de lixiviado y el comportamiento en el tiempo.

Cuadro 72. Reportes mensuales EMAS Pasto S.A E.S.P

CONCENTRACION EMAS PASTO E.S.P S.A								
PARAMETROS	UNIDADES	FECHAS DE MUESTREO 2011						
		25/01	24/02	28/03	07/04	12/05	09/06	29/06
PH	(ph)	8,26	8,18	8,26	8,31	8,16	8,29	8,4
SOLIDOS TOTALES	(mg/L)	5662	5308	3008	2244	2962	3052	
SOLIDOS DISUELTOS	(mg/L)	5339	5200	2941	2190	2897	2957	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	(mg/L)	323	108	67	54	65	95	150
FOSFATOS	(mg PO4/L)	13,2	13,4	10,7		11,2	13,5	13,6
AMONIO	(mg N-NH4/L)	598	538	209		512	280	325
FOSFORO TOTAL	(mg PO4/L)	24,2	17,7	14,1		15,9	12,5	25,2
NITROGENO NTK	(mg N/L)	594	512	322		321	310	386
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	(mg O2/L)	514	390	113	170	275	56,4	201
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	(mg O2/L)	2455	1335	746	444	875	609	810
GRASAS Y ACEITES	(mg/L)	25,6	21,2	19,3		6,4	9,6	9,11

Fuente: Reportes mensuales EMAS S.A E.S.P

Con la información reportada en el año 2011 y analizando el comportamiento de la planta de tratamiento de lixiviados en años anteriores se puede evidenciar que el sistema de tratamiento está funcionando correctamente ya que la carga contamínate en parámetros como DBO, DQO y SST se ha reducido en este último periodo.

Con la información anterior del Relleno Sanitario Antanas y con información secundaria obtenida de controles y monitoreo realizados a POFRESCOL LTDA se calcularon las cargas contaminantes que serán insumos e información base para la corrida del modelo de calidad:

Cuadro 73. Cargas contaminantes de Vertimientos

PARAMETROS	UNIDADES	VERTIMIENTOS		
		Vertimiento Lixiviados EMAS S.A E.S.P	Vertimiento PofrescolLtda	Vertimiento Tunel de Daza DEVINAR S.A
SOLIDOS TOTALES	Kg/día	606,820032	64,0224	2.833,92
SOLIDOS DISUELTOS	Kg/día	602,50176	26,1144	1.382,40
SOLIDOS SUSPENDIDOS	Kg/día	4,36968	17,85888	1.728,00
ALCALINIDAD TOTAL	Kg/día	45,136224	23,41872	449,28
NITRATOS	Kg/día	8,276688	0,412776	3,11
AMONIO	Kg/día	28,78848	0,648648	1,73

FOSFORO TOTAL	Kg/día	1,37567808	0,04212	1,73
NITROGENO NTK	Kg/día	25,704	3,03264	6,91
DBO	Kg/día	25,18992	37,908	34,56
DQO	Kg/día	71,9712	82,5552	691,20

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

7.6 MODELO DE SIMULACION DE CALIDAD DEL RIO BERMUDEZ

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.

De acuerdo a lo estipulado en el Decreto 3930 del 2010 se aplicó un modelo de simulación de calidad de agua con el propósito de evaluar la capacidad de asimilación del Rio Bermúdez, generando diferentes escenarios que muestran el comportamiento de la corriente con relación a los vertimientos y afluentes naturales que recibe a lo largo de su trayecto. Para este fin y en ausencia hasta la fecha de la Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico que emitirá el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se aplicó el Modelo de Simulación existente “River and StreamWaterQualityModel - 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 (EchecrichiaColi) Coliformes Fecales.

7.6.1 **INSUMOS**

Los insumos corresponden a la información recopilada y levantada en campo, así como también el análisis de información secundaria y los muestreos realizados sobre la corriente en estudio, a continuación se describen de forma general la información que se tuvo en cuenta para la corrida y calibración del modelo de calidad.

- MORFOLOGÍA DEL CAUCE PRINCIPAL: De acuerdo a la clasificación Schumm y Rosgen El cauce Principal del Rio Bermúdez por su geometría se define como un rio meandrico.

Imagen 22. Morfología Zona altaImagen No x. Imagen 23. Morfología zona media





Imagen 24. Morfología Zona Baja

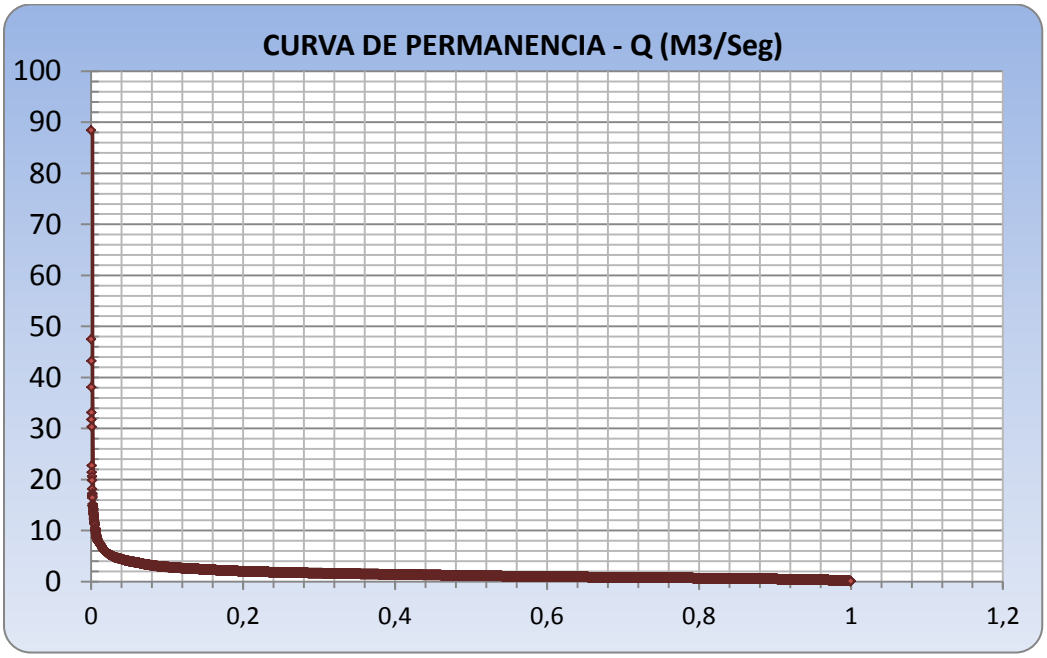


Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011

- USOS DEL SUELO**:** esta información se encuentra descrita en detalle en ítems anteriores donde se expresan los usos actuales sobre la corriente principal y además se detallan las principales afectaciones y necesidades del recurso hídrico.

- CURVA DE PERMANENCIA**:**Al no contar con información referente a estaciones limnimetricas y limnigraficas, se tomó como base para el análisis la estación que se acerca lo más posible a las condiciones de la corriente en estudio, en este caso se evaluaron los datos de la estación centenario No. 52047030 la cual fue instalada en Julio de 1960, los periodos reportados corresponden a los años de 1988 a 2010 y los valores totales analizados fueron 8012.

Figura 37. Curva de permanencia estación centenario



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

- 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. En este proyecto, el estudio empezó con la inyección instantánea de una sustancia química, que se denomina trazador, en un punto determinado de la corriente. A continuación, se hacen mediciones periódicas de la concentración del trazador en dos puntos aguas abajo del punto de inyección. Esta concentración manifestó cambios los cuales determinan la variación en la dispersión del contaminante.

Para la buena realización de la prueba se aseguró que el trazador seleccionado sea conservativo, es decir que no reaccione con otro componente de la corriente y que su concentración pueda ser medida de manera fácil y confiable. Además fue importante seleccionar puntos de medición que garanticen una longitud mínima para lograr mezcla completa y que no existan efluentes ni afluentes entre los puntos de medición y el punto de inyección en lo posible[4]

[4] KILPATRICK F.A.,WILSON JR. (1982). Measurement of Time Of Travel In Streams By Dye Tracing. USGS, Denver, United State.

Los datos de concentración de contaminante tomados en los dos puntos de medición se usaron para determinar concentración media, masa de contaminante, tiempo de viaje, varianza temporal, coeficiente de dispersión y velocidad de la corriente.

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[5]:

$$U = \frac{x_2 - x_1}{\bar{t}_2 - \bar{t}_1}$$

Dónde:

$U = velocidad\ de\ la\ corriente$

$x = dis\tan cia\ a\ cada\ punto\ de\ medición$

$\bar{t} = tiempo\ de\ viaje\ en\ cada\ punto$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1}(C_i t_i + C_{i+1} t_{i+1})(t_{i+1} - t_i)}{\sum_{i=0}^{n-1}(C_i + C_{i+1})(t_{i+1} - t_i)}$$

Dónde:

$C = concentración\ del\ trazador$

$t = tiempo\ de\ medición\ de\ C$

La prueba de trazadores se realizó sobre la corriente principal, el criterio para la selección de sitios es la representatividad de los diferentes tramos de la corriente, basándose en la similitud de cauces y pendiente principalmente.

El trazador seleccionado fue Cloruro de Sodio, por sus propiedades conservativas, bajo costo y facilidad de medición a través de la conductividad, para lo cual inicialmente se estableció una curva de relación de conductividad vs concentración de sal, con el fin de inferir correctamente la una de la otra. En este análisis se determinó que la relación lineal responde a la siguiente ecuación lineal:

$$Concentración\ de\ sal\ (mg/l) = Conductividad(\mu s/cm) \times 0.5345$$

- Velocidad de la corriente: en las siguientes figuras se presenta el análisis para la determinación de la velocidad de la corriente, las velocidades resultantes se presentan en los cuadros.

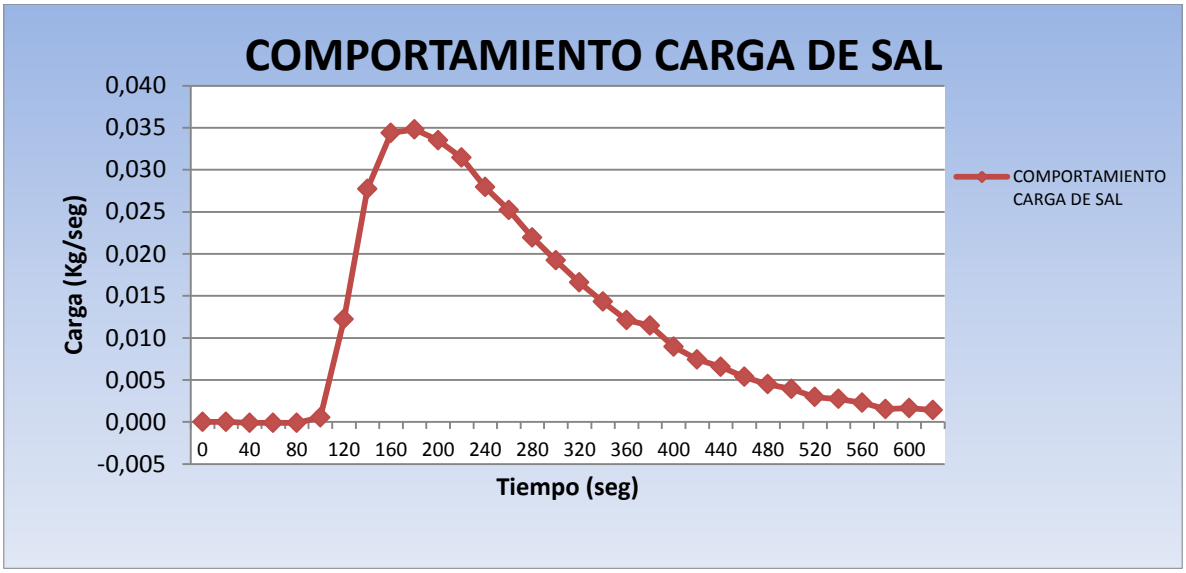
[5]CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2005). QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

Cuadro 74. Resultados prueba de trazadores Zona Alta.

UBICACION PUNTO DE MEDICION	FECHA PRUEBA	CANTIDAD DE SAL Kg	LONGITUD PARA MEDICION mts	DURACION DE LA PRUEBA min	CONDUCTIVIDAD INICIAL FUENTE µS/cm
Q. YUYAS	14-sep-11	7	42	940	201
CONCENTRACION INICIAL FUENTE mg/L	CARGA INICIAL FUENTE Kg/seg	CAUDAL (VADEO) Lps	TIEMPO VIAJE TRAZADOR seg	VELOCIDAD CORRIENTE (CHAPRA) mts/seg	CARGA MAXIMA Kg/seg
107,4345	0,02193	204,161	412,17	0,10	0,014

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Figura 38. Resultado prueba de trazadores Zona alta Río Bermúdez



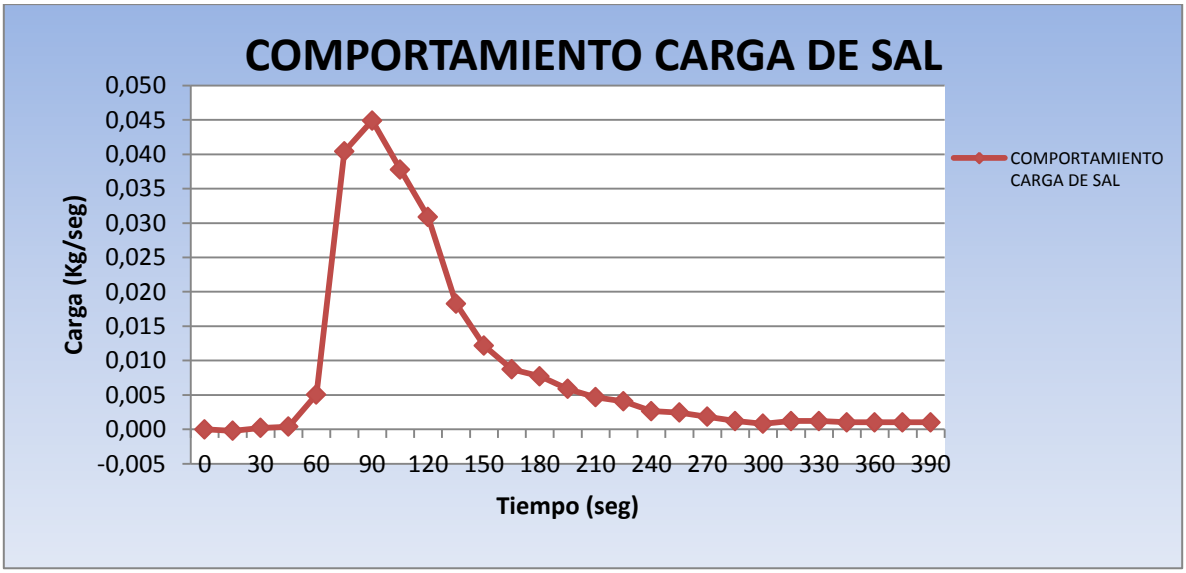
Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Cuadro 75. Resultados Prueba de Trazadores Zona Media.

UBICACION PUNTO DE MEDICION	FECHA PRUEBA	CANTIDAD DE SAL *Kg*	LONGITUD PARA MEDICION *mts*	DURACION DE LA PRUEBA *min*	CONDUCTIVIDAD INICIAL FUENTE *µS/cm*
PUENTE CASABUY	14-sep-11	7	74	390	146
CONCENTRACION INICIAL FUENTE mg/*L*	CARGA INICIAL FUENTE Kg/*seg*	CAUDAL (VADEO) *Lps*	TIEMPO VIAJE TRAZADOR *seg*	VELOCIDAD CORRIENTE (CHAPRA) *mts/seg*	CARGA MAXIMA *Kg/seg*
78,037	0,02965757	380,045	109,36	0,68	0,002

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

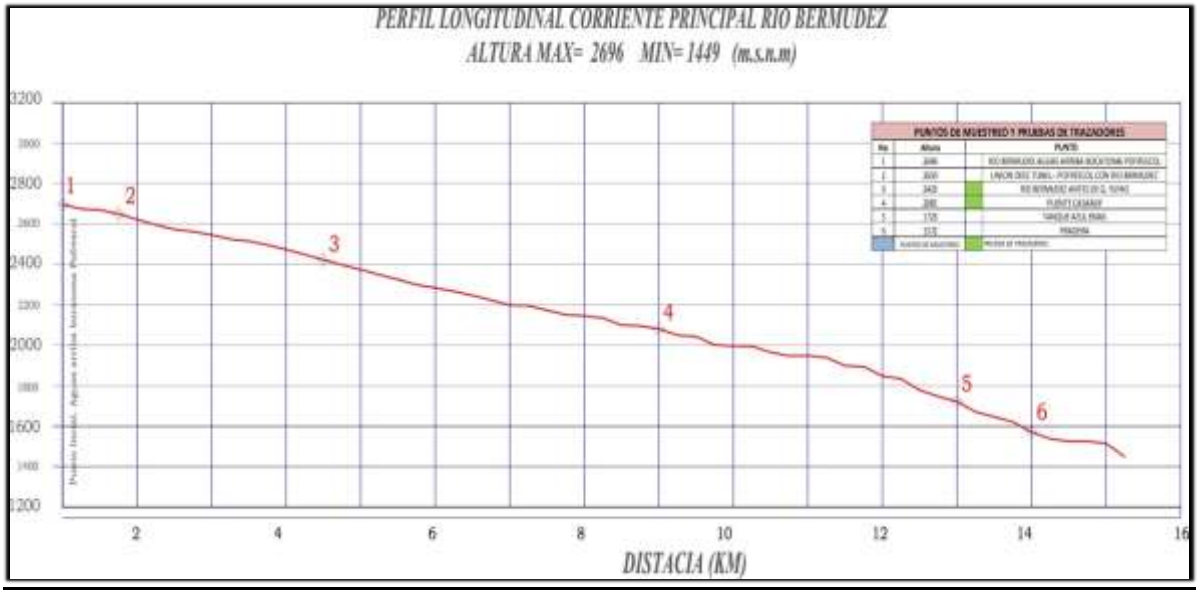
Figura 39. Resultado prueba de trazadores sector Zona Media Río Bermúdez



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

- Perfil Longitudinal: Corresponde a la gráfica que relaciona altura con distancia longitudinal del cauce principal. Permite establecer las pendientes de la corriente superficial en su recorrido.

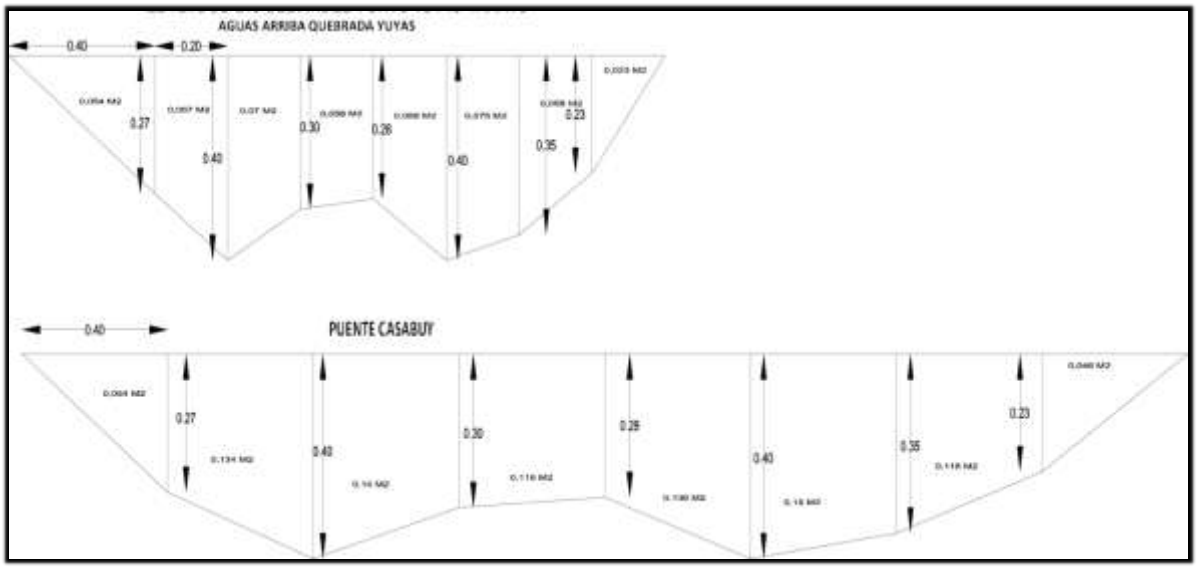
Figura 40. Perfil Longitudinal Cauce Principal Rio Bermúdez



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

- Corte Transversal:Corresponde al gráfico de las secciones transversales o anchos típicos del cauce principal en las estaciones o puntos donde se efectuaron las pruebas de trazadores.

Figura 41. Corte Trasversal Cauce Principal



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

- Caracterización fisicoquímica y microbiológica:Corresponde a la información reportada por el laboratorio especializado de la Universidad de Nariño de las dos jornadas de muestreo realizadas sobre la corriente principal como sobre afluentes naturales y vertimientos, además de la información de cargas contaminantes calculadas y asumidas que se describen en ítem anteriores detalladamente.

- Topología Simplificada: la configuración de una topología de modelación es fundamental para el proceso, puesto que ello permite de una forma simplificada representar las principales características de la corriente.

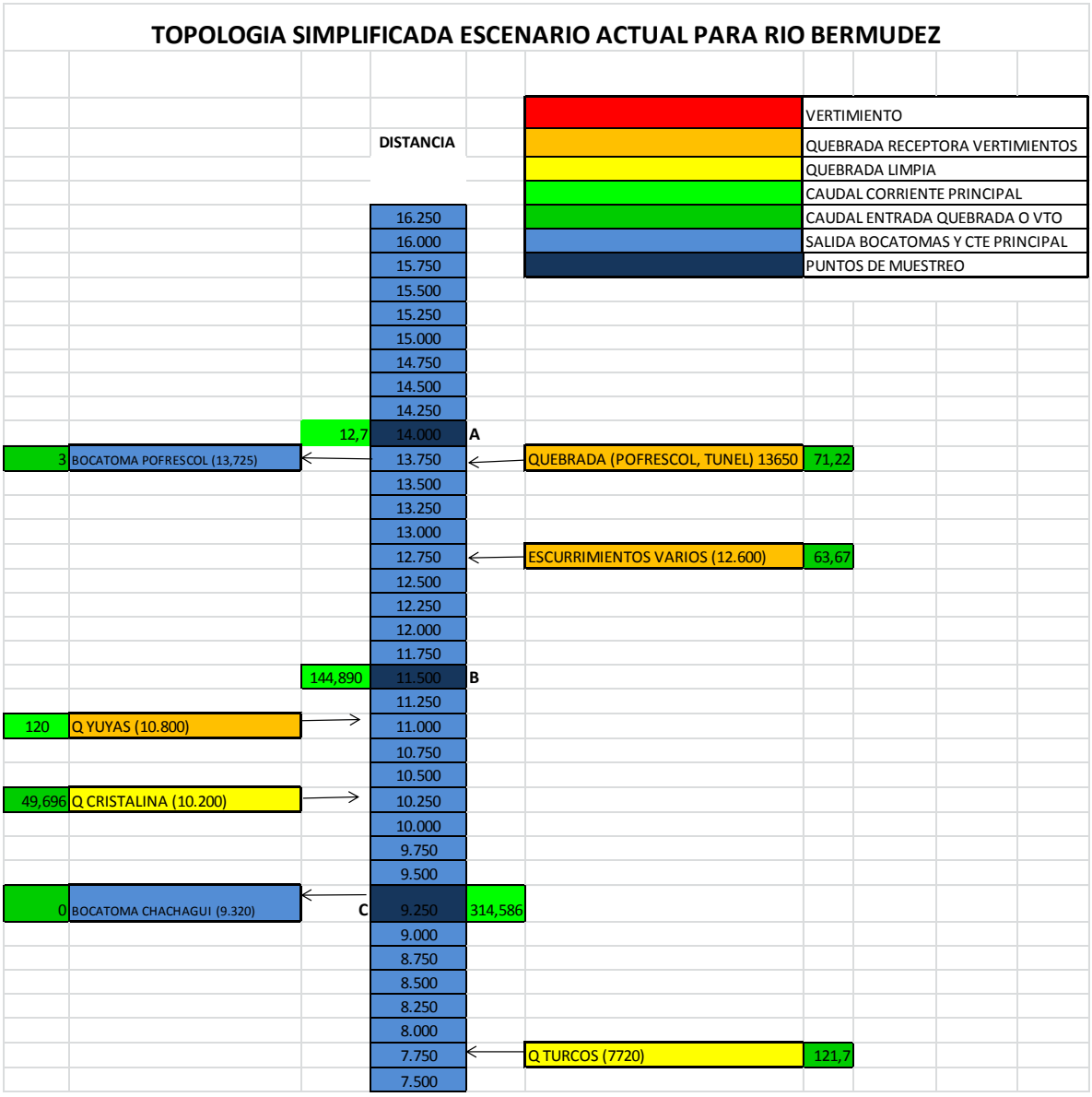
En este esquema se presentará la conformación de la corriente, característica de los elementos computacionales y los puntos de entrada y salida de flujo y contaminante.

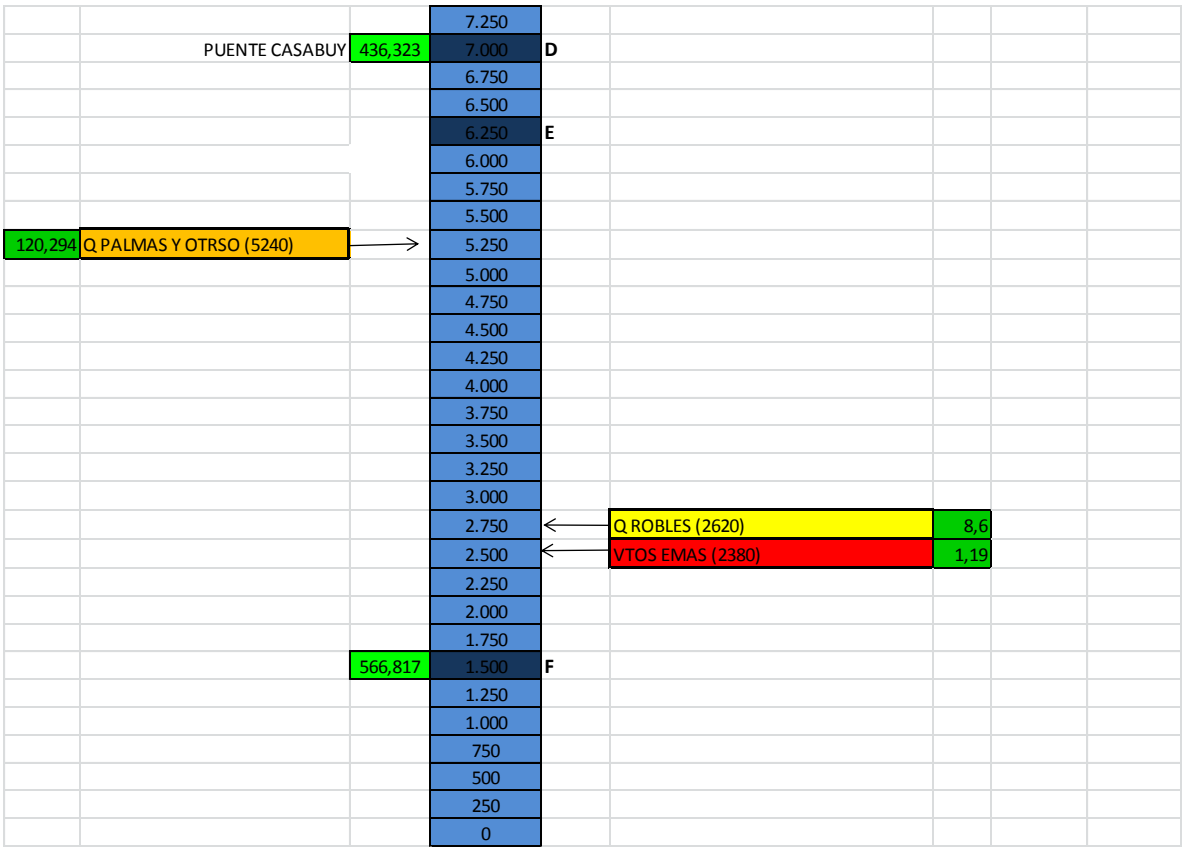
Las actividades previas a la configuración de las corrientes fueron:

- Identificación de sub-cuencas de aporte (corriente principal y tributario).
- Localización planimetrica y altimétrica de Afluentes (ríos y quebradas).
- Localización planimétrica y altimétrica de descargas de aguas residuales.
- Localización de salidas de flujo en la corriente principal y tributario.
- Representatividad de los afluentes y descargas.
- Definición de los tramos a modelar según su representatividad.
- Definición del tamaño y el número de los elementos computacionales.

A continuación se presenta la topología simplificada del cauce principal del Rio Bermúdez

Figura 42. Topología Simplificada Rio Bermúdez





Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

7.6.2 **APLICACIÓN MODELO DE CALIDAD**

Es claro que la selección del modelo es sólo un paso de todo el proceso de modelación de corrientes hídricas superficiales, dicho paso es extenso y complejo, pero en general lo que se busca es que el modelo escogido sea capaz de representar las condiciones reales referidas a la calidad de agua del río en estudio.

Para el desarrollo de este proyecto el modelo seleccionado fue el "River and StreamWaterQualityModel- Qual2Kw" versión 5.1, desarrollado por la división de investigación en ecosistemas de La Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos EPA y Tuftsuniversity, selección que fue realizada 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.

En definitiva el modelo debe estar en la capacidad de:

- Simular los parámetros básicos de calidad de agua como oxigeno 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.

- Ser flexible, 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.

- Tener antecedentes de aplicabilidad, o sea que haya sido implementado con éxito en otras regiones con características similares.

- Ser simple en su ejecución y preciso en sus resultados, un modelo con entrada de datos o procesos más complejos, necesariamente no es más preciso.

- Tener Viabilidad Económica. No se justifica hacer una gran inversión cuando los resultados finales no ofrecen una sustancial mejora en la precisión del los resultados.

- Ser congruente 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[6].

➢ 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.

[6] 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.

- 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 y Caudal.

- 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 interfase gráfica se utiliza Excel y todas las operaciones con el usuario se efectúa bajo Microsoft Office macro language: Visual Basic ForApplications.

- 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).

- 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 del río 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[7]

[7]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.

- 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.

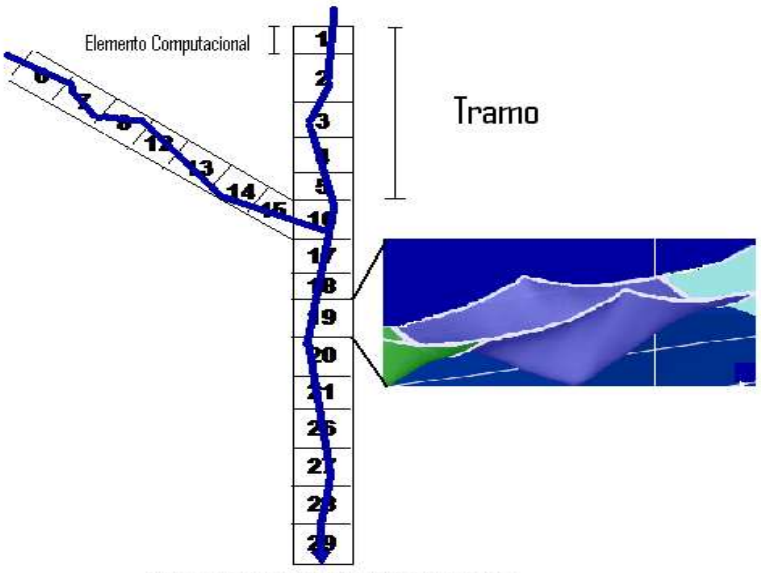
- Balance De Flujo: el modelo Qual2Kw trabaja bajo régimen estacionario, o sea que el flujo entrante y saliente en cada uno de los elementos computacionales en análisis se mantiene constante a través del tiempo.

El 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:

$$\tau_k = \frac{V_k}{Q_k} \qquad\qquad t_{t,j} = \sum_{k=1}^{j} \tau_k$$

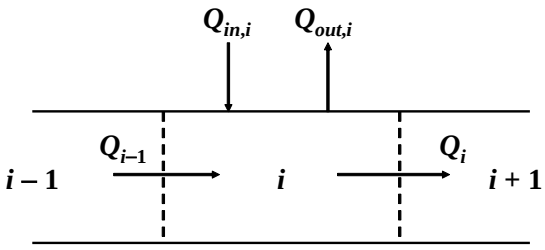
Donde,

ζ_k =Tiempo de Residencia de cada elemento; V_k =Volumen de Cada Elemento (m^3); Q_k=*Caudal en cada elemento (m³/s);* $t_{t,j}$ = Tiempo de Viaje de la Corriente (d).



Representación Qual2K Corriente Hídrica superficial

Figura 43. Esquema de Balance de Flujo



En donde,

$$Q_i = Q_{i-1} + Q_{in,i} - Q_{out,i}$$

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, siendo estas dos últimas las utilizadas en el río Pasto para su definición. Utilizándose la primera de ellas para los cauces irregulares y la segunda para los tramos canalizados tal como la quebrada Miraflores dentro de la zona urbana. Las principales ecuaciones que rigen este comportamiento hidráulico son:

Curvas de Relación

$$U = aQ^b$$

$$H = \alpha Q^{\beta}$$

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

$$Q = \frac{S_0^{1/2}}{n}\frac{A_c^{5/3}}{P^{2/3}}$$

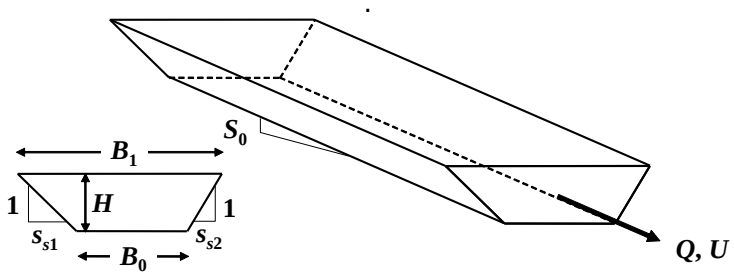
$$A_c = [B_0 + 0.5(s_{s1} + s_{s2})H]H$$

$$P = B_0 + H\sqrt{s_{s1}^2 + 1} + H\sqrt{s_{s2}^2 + 1}$$

En donde,

Q: Caudal; Ac: Área Transversal; P: Perímetro Mojado; So: Pendiente Longitudinal, B1: Ancho Superficial; H: Tirante; Ss: Pendiente de talud

Figura 44. 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:

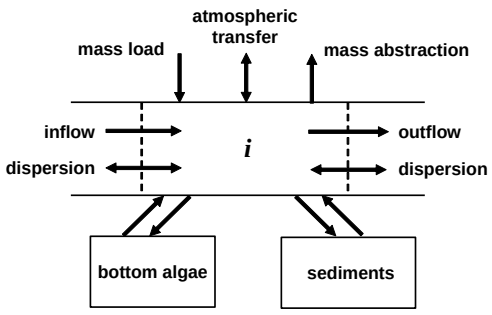
$$E_{p,i} = 0.011 \frac{U_i^2 B_i^2}{H_i U_i^*}$$

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 opérdida de nutrientes por fuentes externas o internas (descargas puntuales, captaciones y sedimentación, entre otros.). El modelo conceptual planteado se refleja mediante la figura siguiente.

Figura 45. 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:

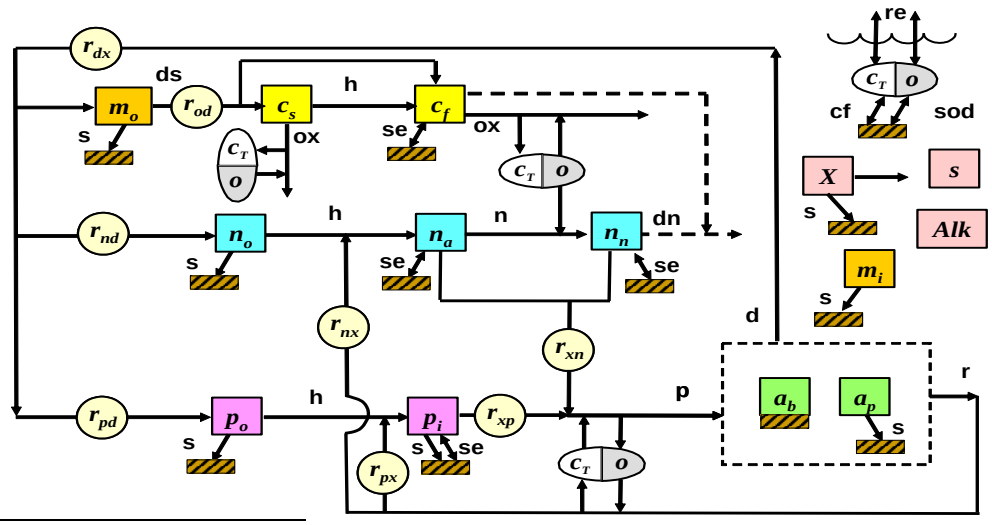
$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial (A_x D_L \partial C / \partial x)}{A_x \partial x} - \frac{\partial (A_x u C)}{A_x \partial x} + \frac{dC}{dt} + \frac{Si}{V}$$

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 figura que se presenta a continuación, en el esquema se puede apreciar los diferentes procesos asociados a la materia Orgánica, el ciclo del nitrógeno y fósforo principalmente[8] .

Figura 46. Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos



[8]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 EnvironmentalEngineeringDept., TuftsUniversity, Medford, MA.

En donde, entre los procesos cinéticos se encuentran:

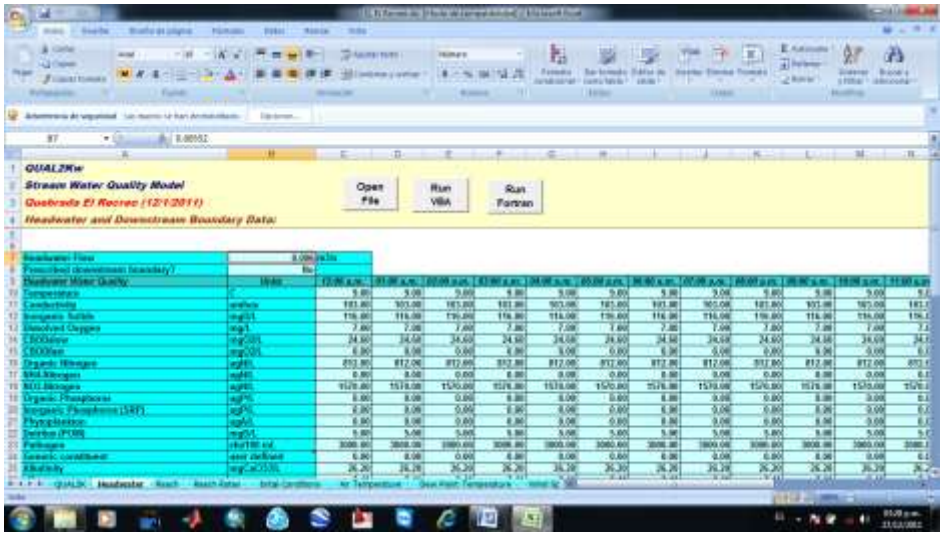
ds: disolución; h: Hidrólisis; ox: Oxidación; n: Nitrificación; dn: Denitrificación; p: Fotosíntesis; d: Muerte; r: Respiración, Excreción. Entre los procesos de transferencia de masa se consideran: re: Reaireación; s: Sedimentación, SOD: Demanda de Oxigeno por Sedimentos; se: Intercambio de sedimentos; cf: Flujo de Carbono Inorgánico de los sedimentos

- ENTRADAS DEL MODELO: la simulación 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 del río en el punto inicial de los tramos en consideración, tal como se muestra en la figura.

Figura 47. 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 48. Hoja de cálculo de Posición y elevación de elementos computacionales.

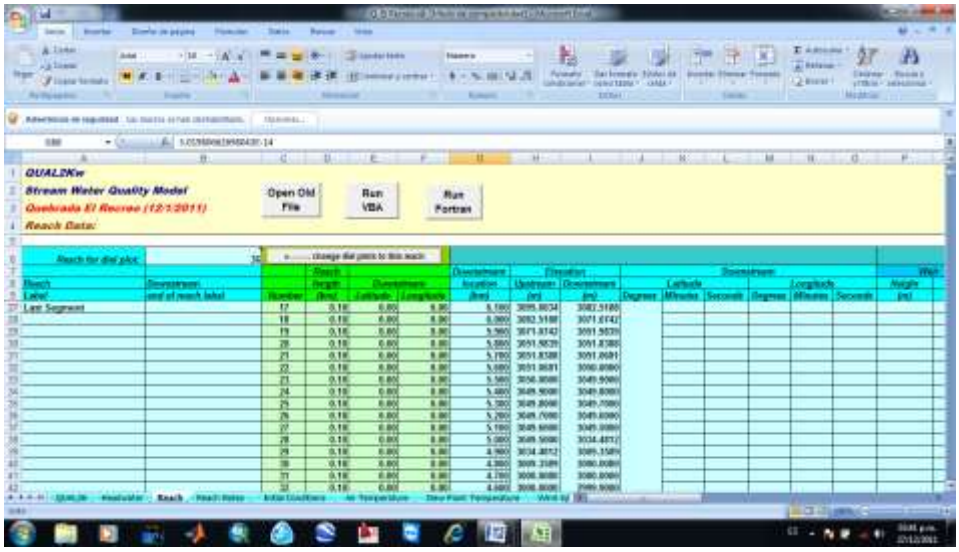
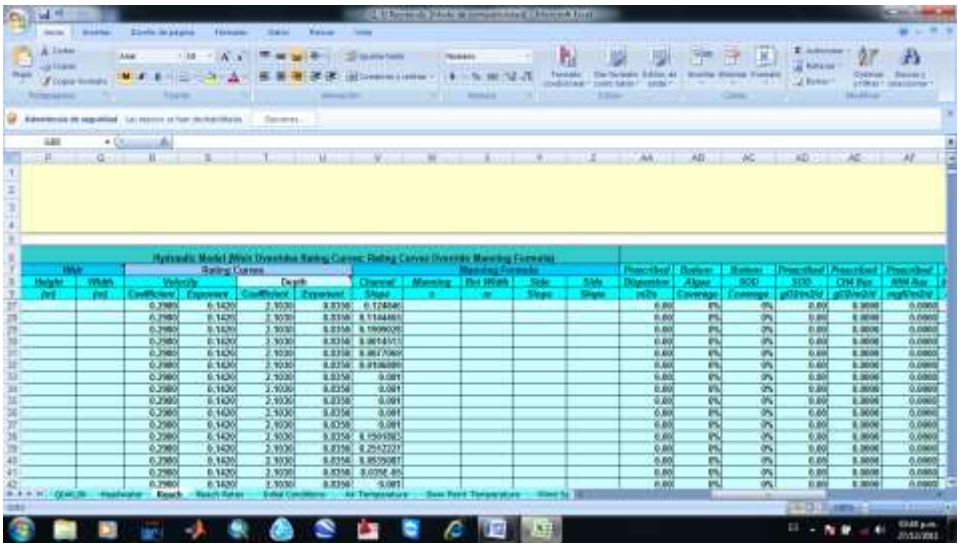


Figura 49. Hoja de cálculo de Parámetros Hidráulicos de la corriente

.



- Constantes de reacción física y química: 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, tal como se muestra en la figura 9.

- 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 o descoles de alcantarillado, 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 especifico, 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 el río. 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 figura 10 y la figura 11.

Figura 50. Hoja de cálculo de Constantes Cinéticas

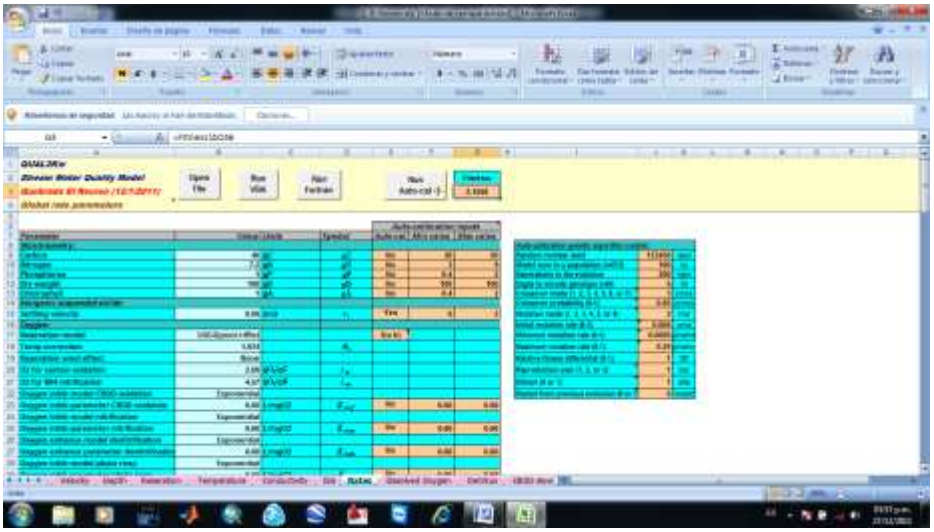


Figura 51. Hoja de cálculo Descargas Puntuales

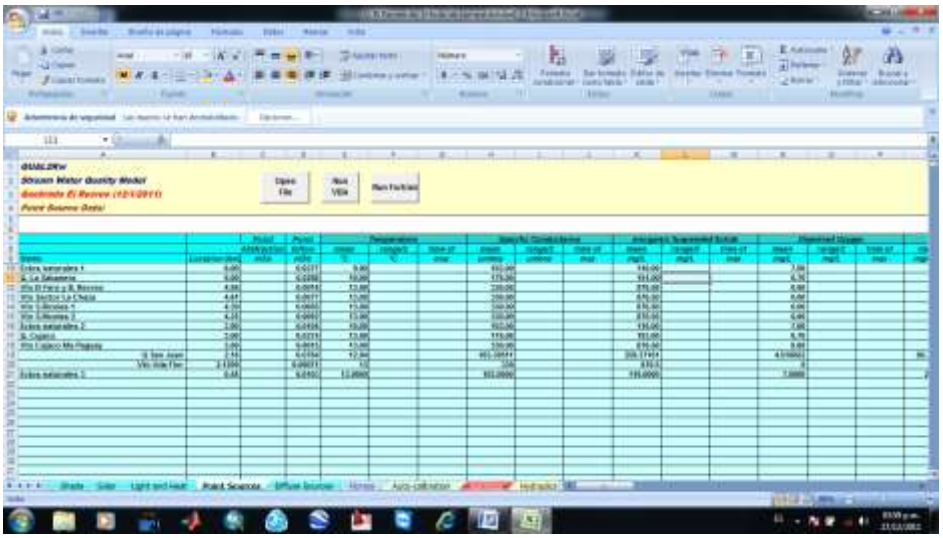
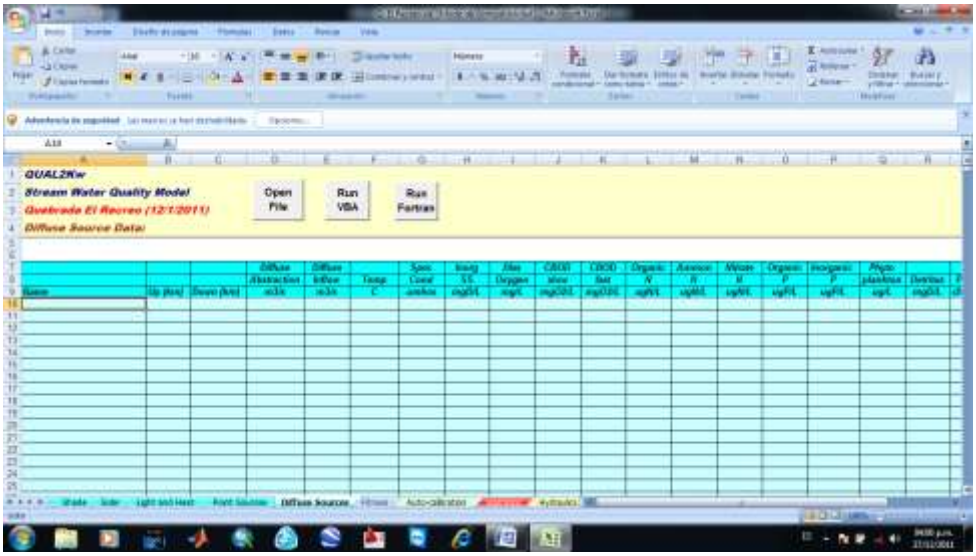


Figura 52. Hoja de cálculo Descargas Difusas



- 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.

- 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 todo el río.

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.

Cuadro 76. Coeficientes Hidráulicos Río Bermúdez.

Sitio	H-Q		V-Q	
	A	β	a	B
Parte Alta	1.246	0.085	0.253	0.468
Parte Baja	0.327	0.496	1.195	0.841

- 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: Pool&Riffle
- Constante de Hidrolisis de la DBO lenta: 2 d-1
- Constante de Oxidación de la DBO lenta: 0.5 d-1
- Constante de Oxidación de la DBO rápida: 7 d-1
- Constante de Hidrólisis de Nitrógeno Orgánico a NH3: 1 d-1
- Constante de Nitrificación: 5 d-1
- Constante de Denitrificación: 5 d-1
- Constante de Hidrólisis de Fósforo Orgánico: 0,03 d-1
- Constante de Disolución de Detritus: 4 d-1
- Constante de Decaimiento de patógenos: 0.1 d-1

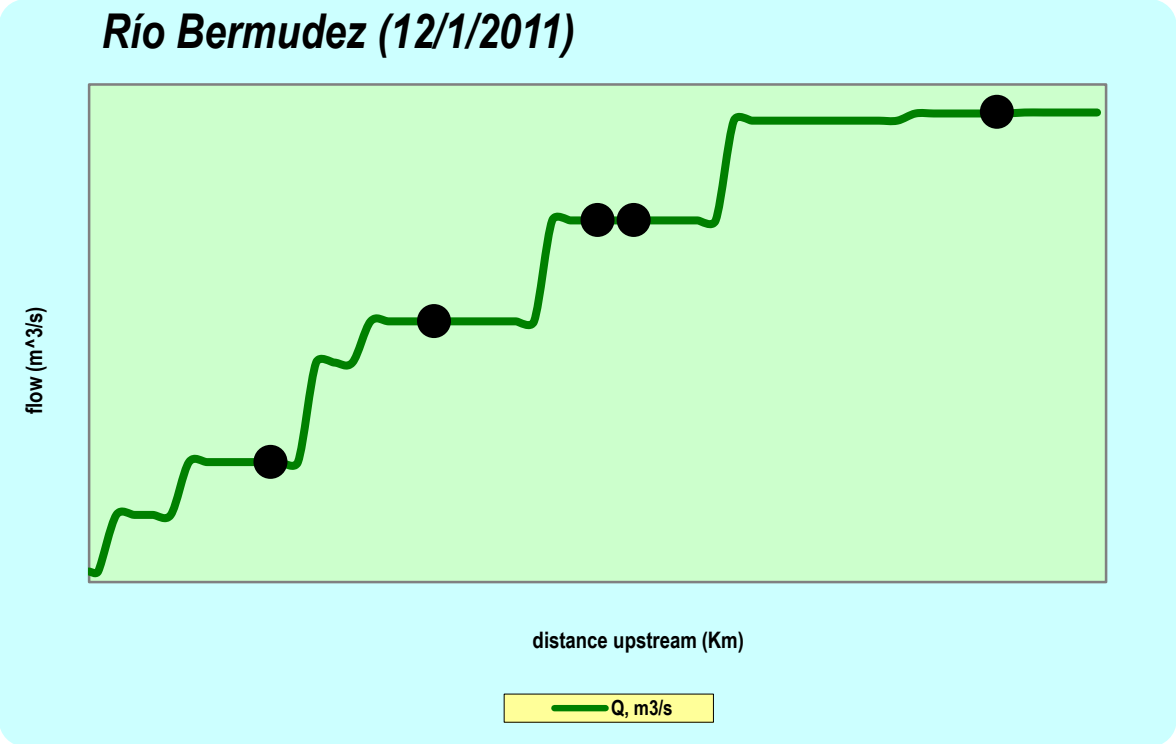
7.6.3 ESCENARIO ACTUAL DE CALIDAD DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RIO BERMUDEZ

Es importante conocer las condiciones actuales del Rio para poder comparar su comportamiento con los escenarios que se van a generar.

Con la información recopilada y analizada se pudo establecer todos los factores que afectan tanto la calidad como la cantidad del recurso y son insumos que permitirán apreciar su comportamiento actual. Los factores relevantes que afectan la calidad en este momento son los vertimientos de la empresa de sacrifico y procesamiento de aves PofrescolLtda y los lixiviados tratados provenientes del Relleno Sanitario Antanas.

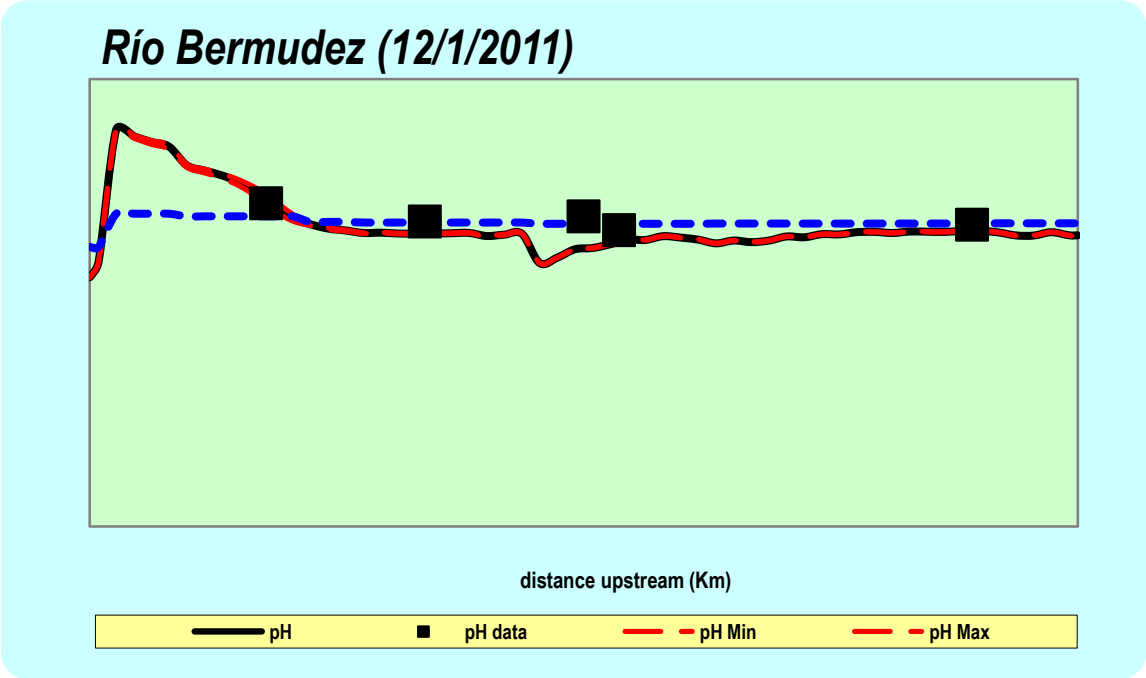
Teniendo en cuenta los insumos analizados se aplicó el modelo de simulación QUAL2K y se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 53. Resultado Caudal río Bermúdez- modelo Qual2kw.



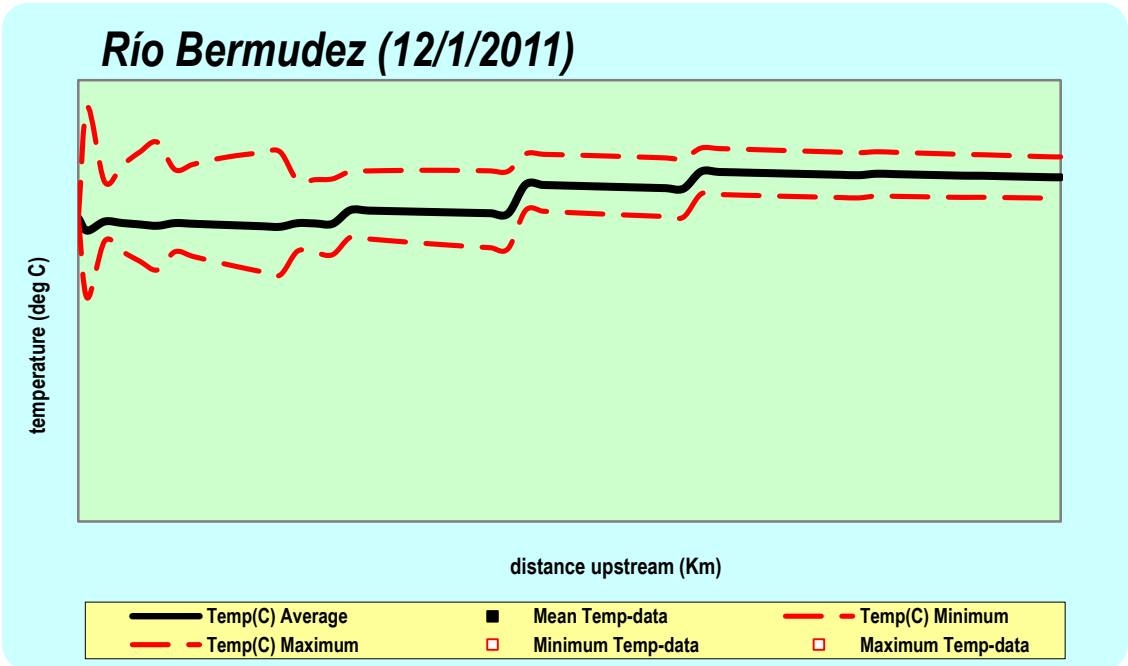
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Figura 54. Resultado pH río Bermúdez- modelo Qual2kw



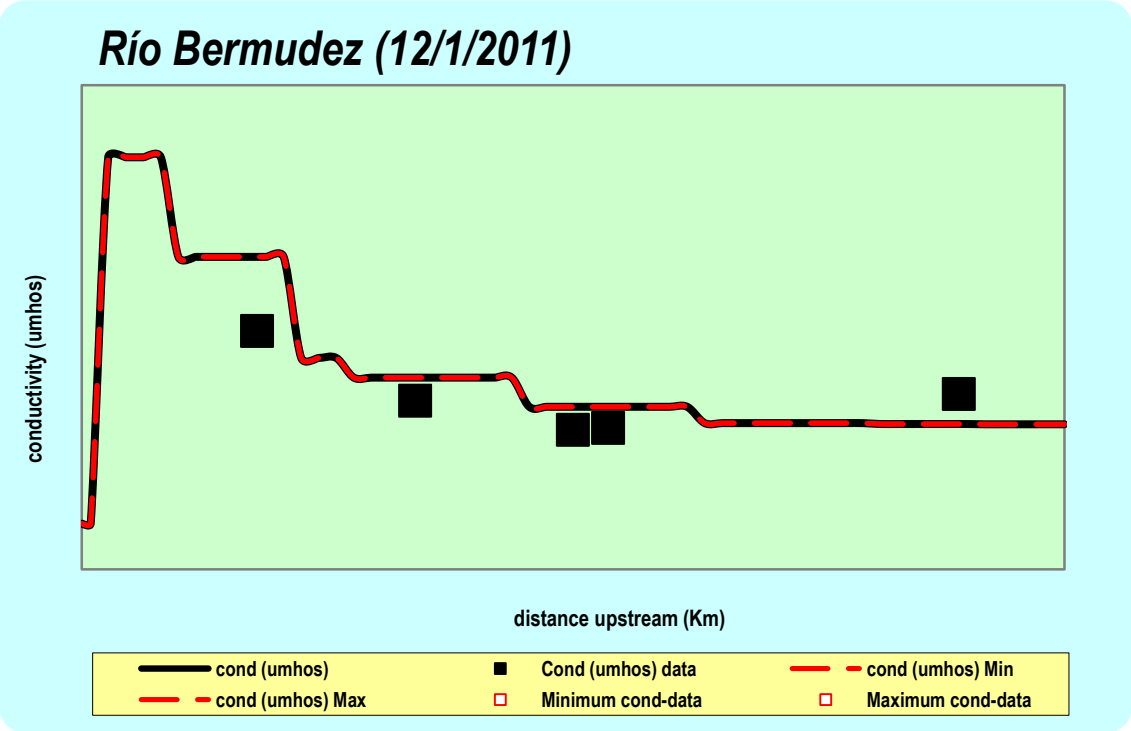
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Figura 55. Resultado de Calibración de Temperatura río Bermúdez- modelo Qual2kw.



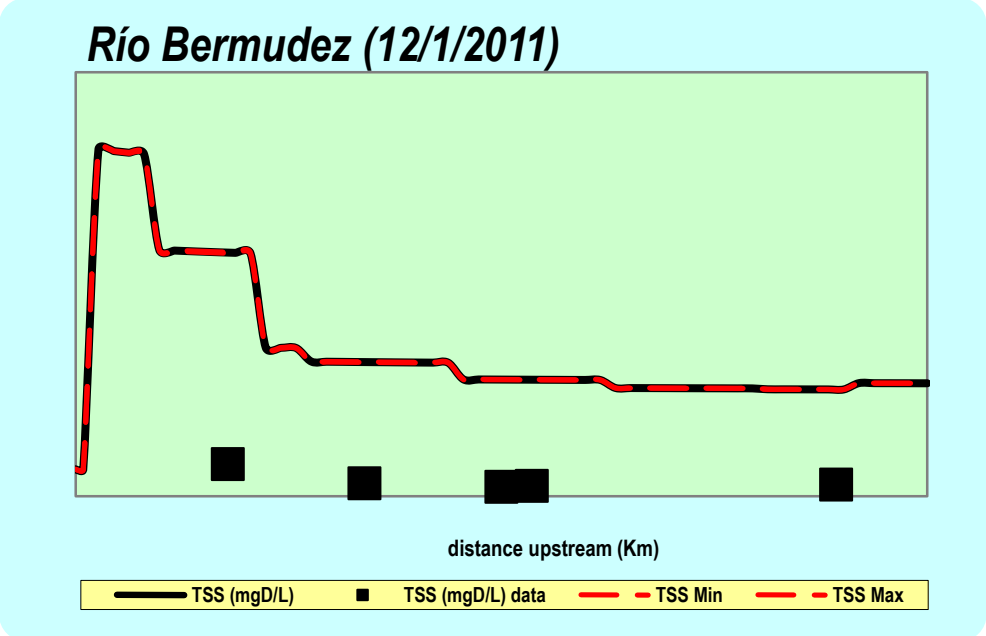
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Figura 56. Resultado Conductividad río Bermúdez- modelo Qual2kw.



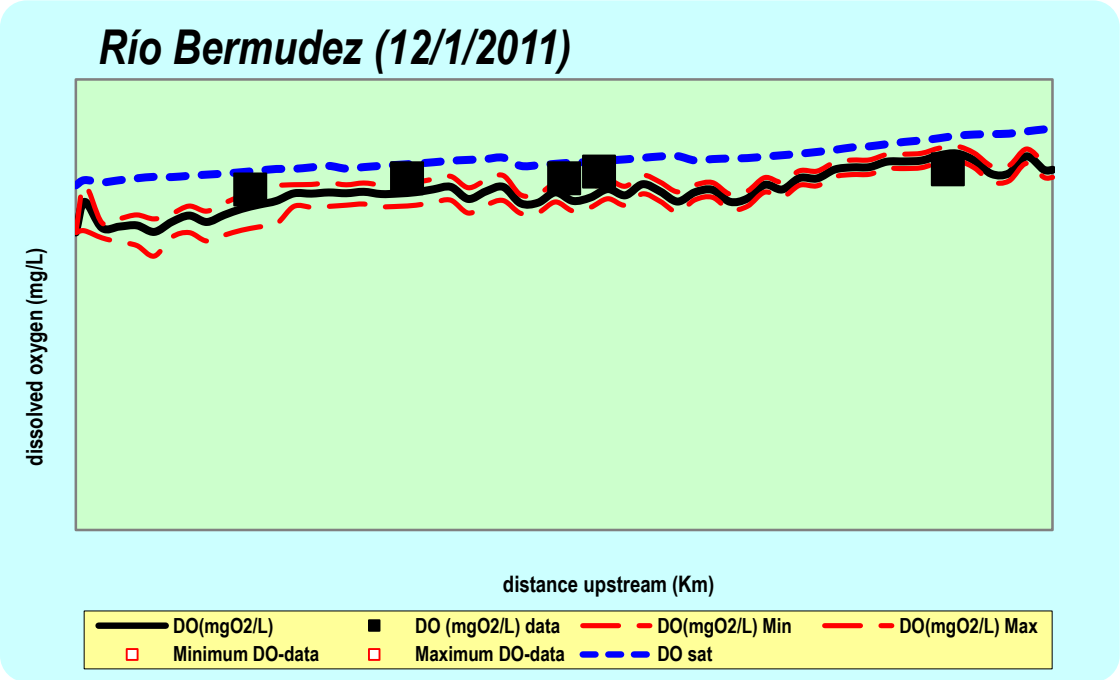
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Figura 57. Resultado SST río Bermúdez- modelo Qual2kw.



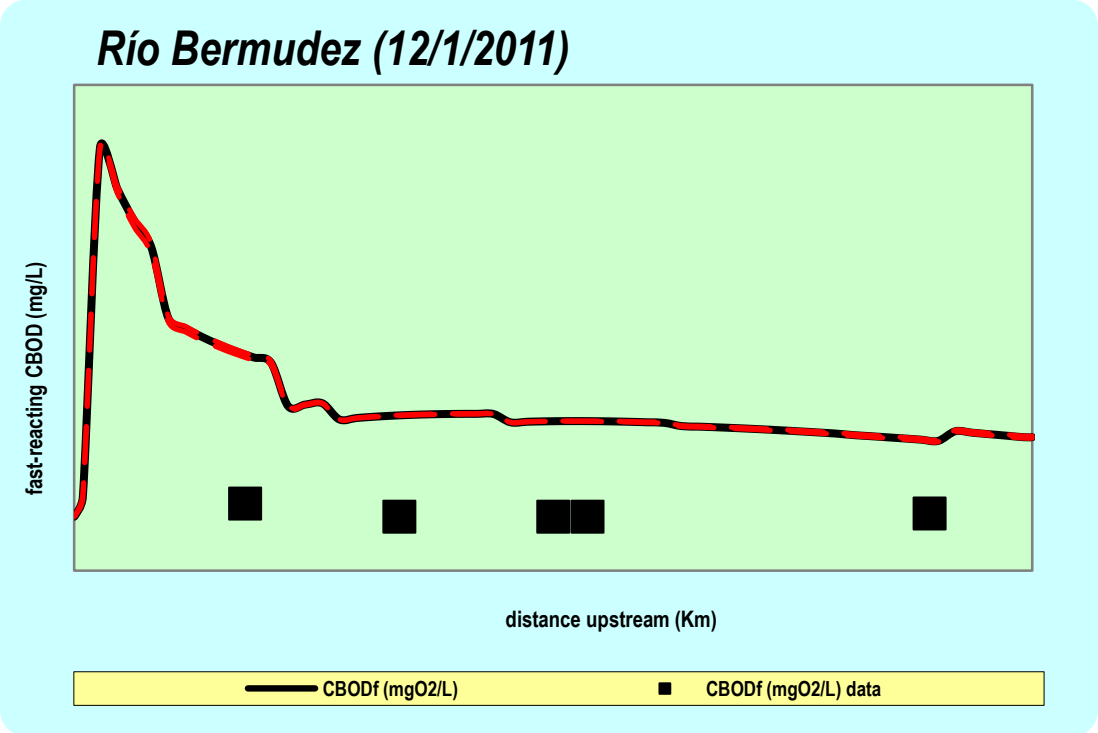
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Figura 58. Resultado Oxígeno Disuelto río Bermúdez- modelo Qual2



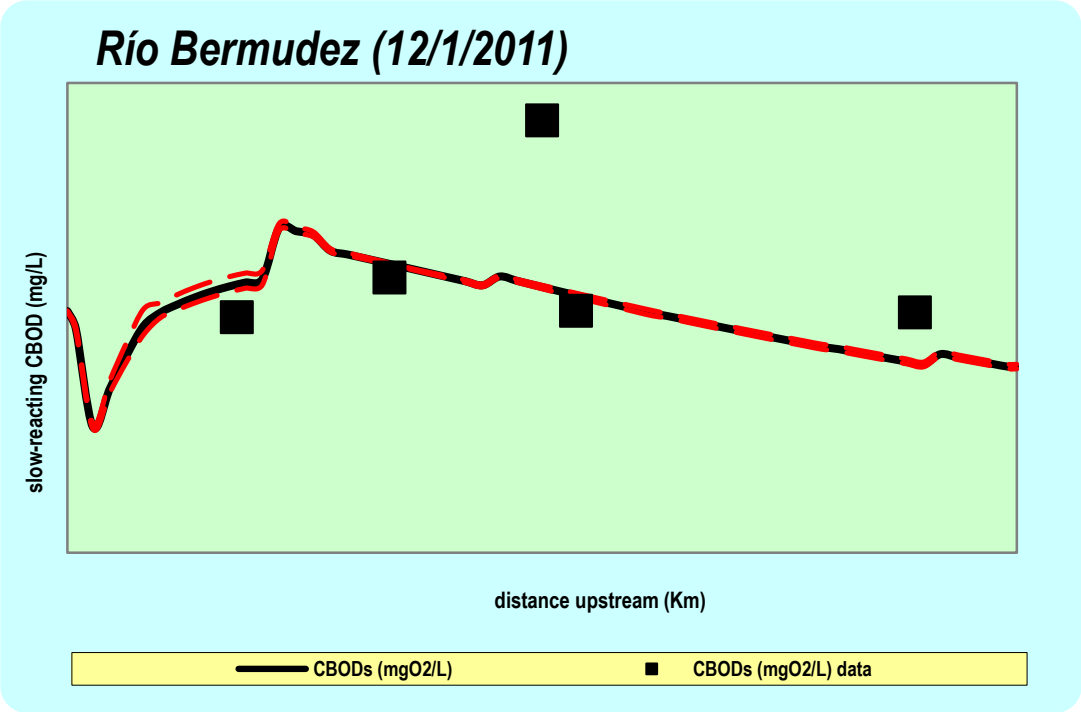
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Figura 59. Resultado materia orgánica de rápida degradación río Bermúdez- modelo Qual2kw.



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

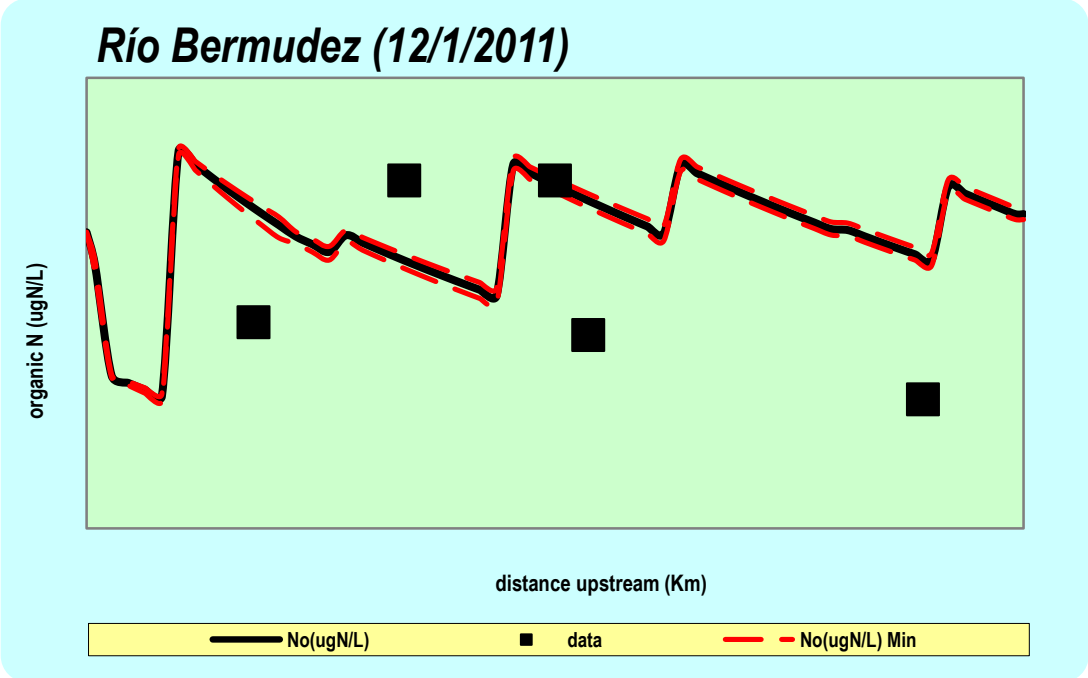
Figura 60. Resultado materia orgánica de lenta degradación río Bermúdez- modelo Qual2kw



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

.

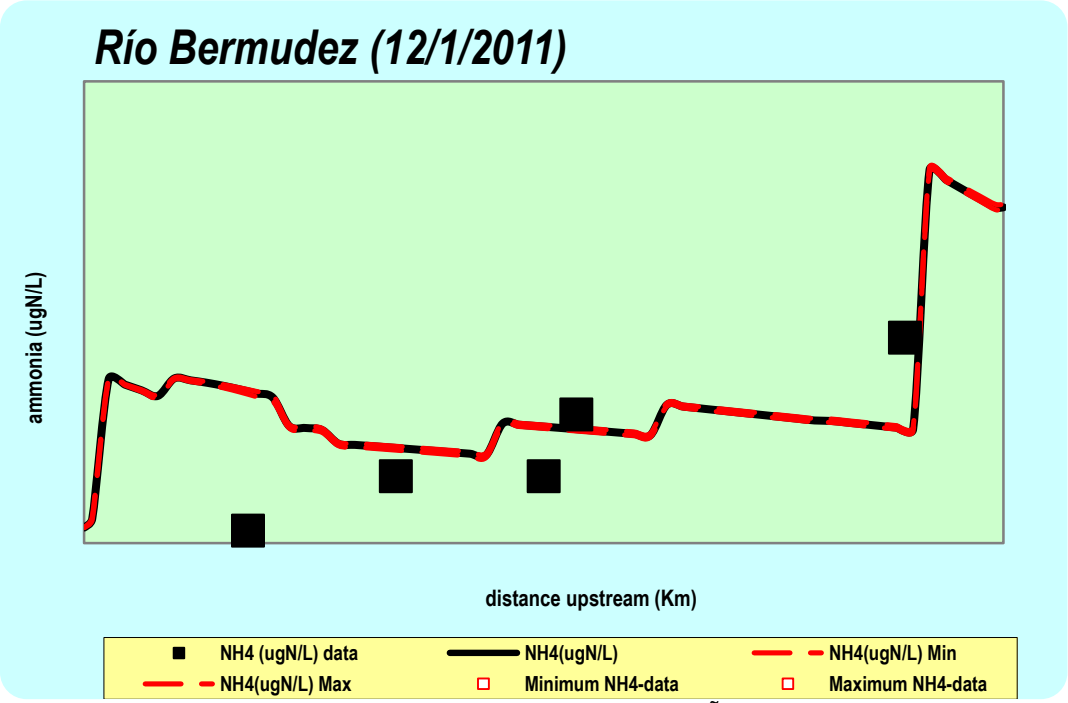
Figura 61. Resultado Nitrógeno Orgánico río Bermúdez- modelo Qual2kw



.

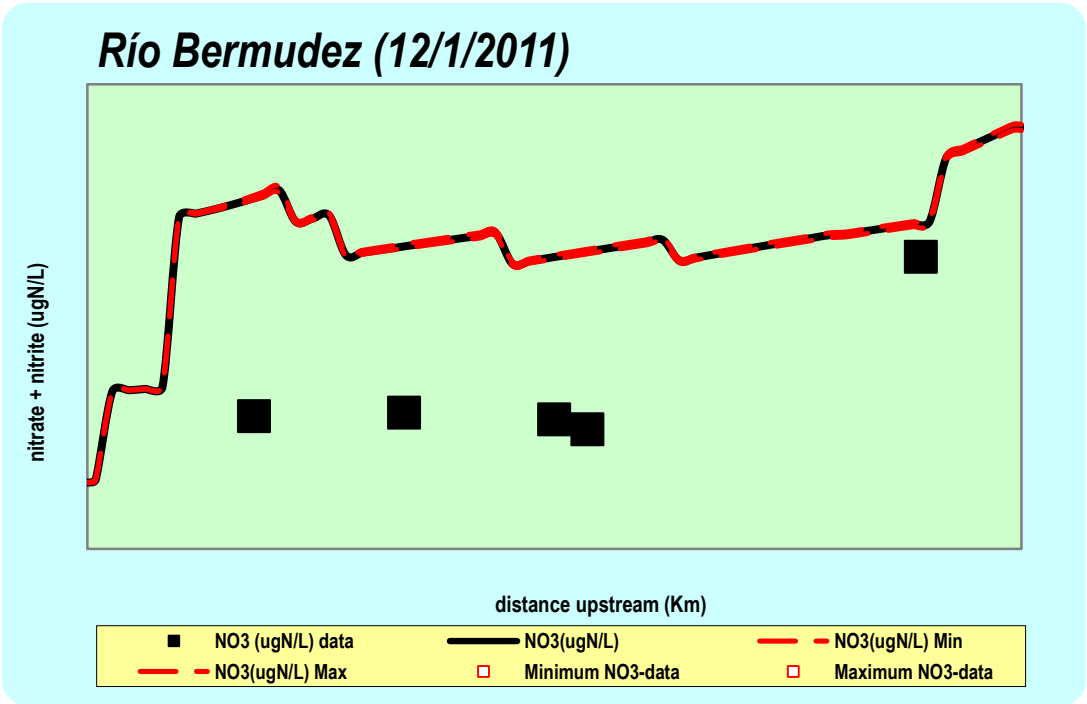
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Figura 62. Resultado Nitrógeno Amoniacal río Bermúdez- modelo Qual2kw.



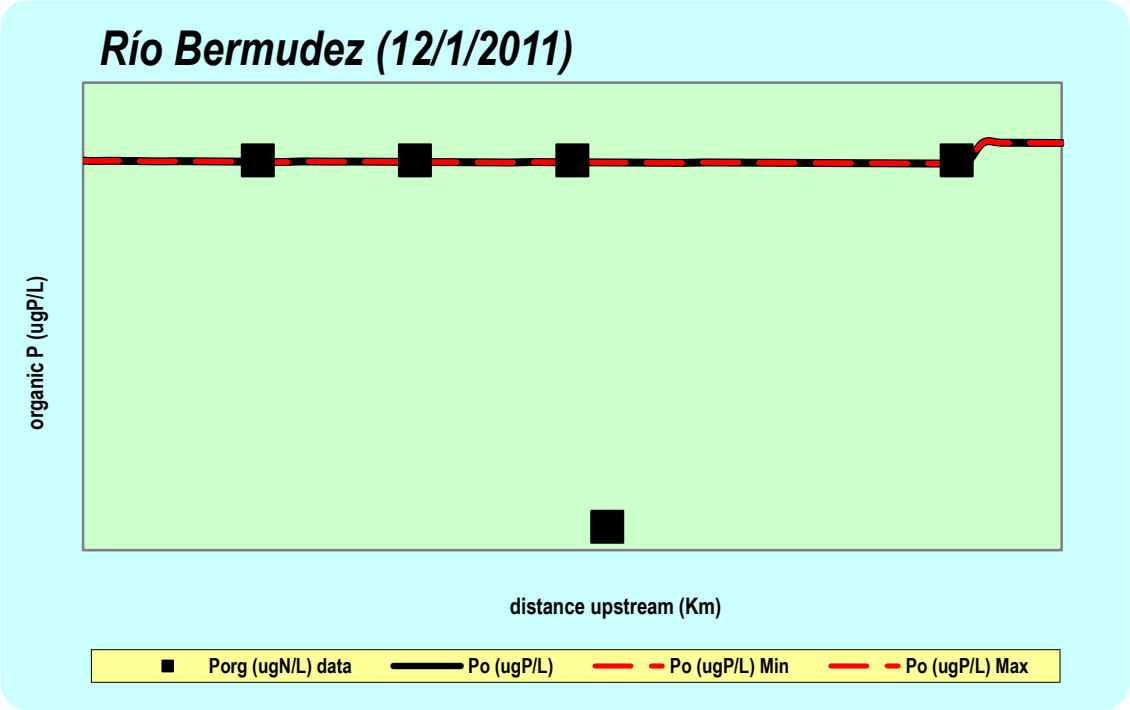
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Figura 63. Resultado Nitratos río Bermúdez- modelo Qual2kw.



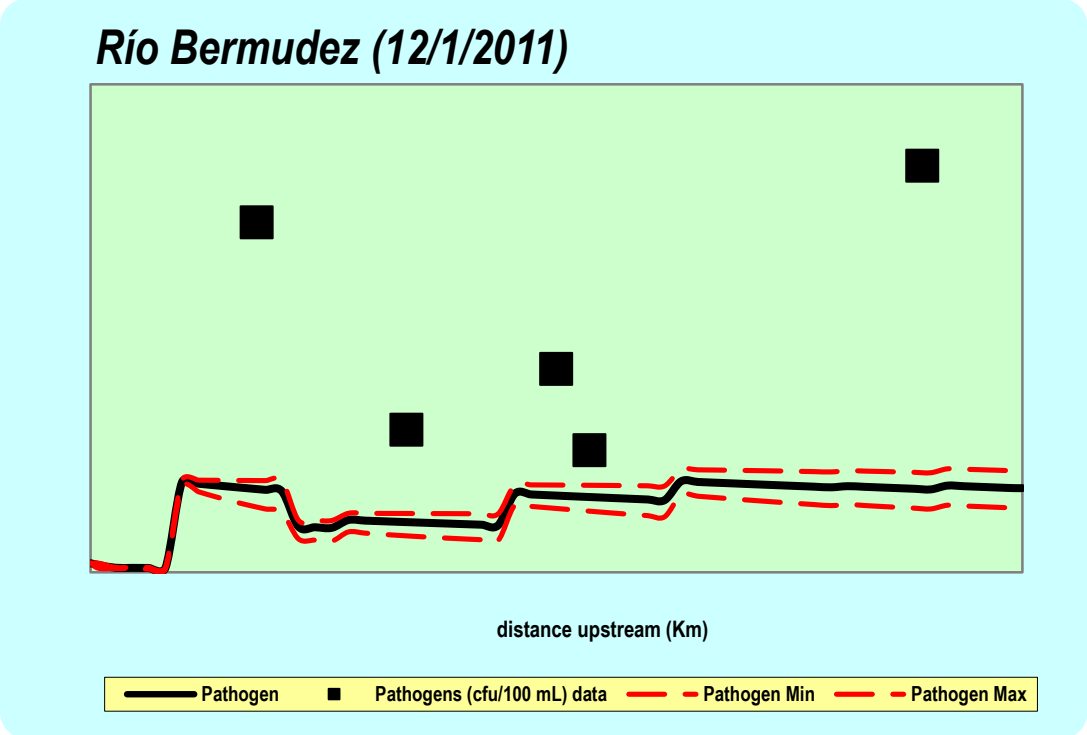
Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Figura 64. Resultado Fósforo Total río Bermúdez- modelo Qual2kw



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Figura 65. Resultado Coliformes Totales río Bermúdez- modelo Qual2kw.



Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Las gráficas anteriores muestran el comportamiento actual del rio Bermúdez de acuerdo a los resultados del modelo de simulación, donde se evidencia que el caudal es ascendente a medida que llega hacia el Rio Pasto, la temperatura se asemeja a las condiciones del clima para los Municipios de Pasto en la zona alta y Chachagüi para la Zona baja, la conductividad se incrementa en los puntos donde el cauce principal recibe afluentes naturales y descargas de vertimientos, los sólidos suspendidos muestran un incremento en el área de descarga de las aguas residuales de la empresaPofrescolLtda y DEVINAR S.A, la materia orgánica de rápida y lenta degradación muestra una alteración significativa y abrupta en el punto donde se unen la quebrada receptora de los vertimientos de PofrescolLtda y de la Construcción del Túnel de Daza portal norte (quebrada Pofrescol-Túnel) con el cauce principal del Rio Bermúdez, el vertimiento de lixiviados generan un pequeño incremento de la DBO_5, pero también se puede ver que el Rio tiene una buena capacidad de asimilación y recuperación como lo muestra la gráfica del comportamiento del oxígeno disuelto, gracias a los aportes de caudal de varias quebradas sin alteraciones en su calidad de manera significativa, además este Rio presenta en su trayecto resaltos que hacen que se oxigene y aumente su capacidad de oxigenación.

Lo anterior indica que los vertimientos industriales generados de la empresa PofrescolLtda inciden de forma significativa la calidad de este recurso y por lo tanto es necesario evaluar mediante la generación de escenarios tendenciales y factibles las posibles acciones que mitiguen este impacto y que no comprometan los usos actuales y potenciales del recurso hídrico.

7.7 USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HIDRICO

La calidad del recurso hídrico responde necesariamente a la calidad de los suelos que los confina y las actividades que se realizan sobre ellos. La calidad del agua depende esencialmente de los usos del recurso y tiene también relación con los usos del suelo. El ordenamiento del recurso hídrico debe orientarse a la planificación de sus usos actuales y potenciales de tal forma que los escenarios de calidad a establecer correspondan adecuadamente con los criterios de calidad que se definan.

De acuerdo a lo identificado en la fase de diagnóstico y a lo establecido en el Decreto 3930 del 2010, se describen a continuación los usos actuales y potenciales sobre el cauce principal del Rio Bermúdez:

- USOS ACTUALES:

Cuadro 77. Usos Actuales Recurso Hídrico

USO INDUSTRIAL	
	El único usuario que destina agua del cauce principal para actividades industriales es la empresa de sacrificio y procesadora de aves PofrescolLtda, capta un caudal de 3 l/s en la parte alta de la subcuenca para consumo de sus trabajadores y para sus actividades productivas, cuentan con concesión de aguas vigente.
USO RECEPTORA DE VERTIMIENTOS	
	En la vereda Pradera del Corregimiento de Casabuy se vierten directamente sobre el cauce principal los lixiviados tratados del Relleno Sanitario Antanas afectando la calidad de la corriente.

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

Teniendo en cuenta que la calidad del recurso no es la óptima y que las comunidades asentadas en cercanías al cauce principal perciben la calidad del recurso visualmente por el color gris sobretodo en la parte alta ocasionado por los vertimientos del Tunel de Daza, el uso actual del recurso no satisface todas las necesidades y además las comunidades en esta zona cuentan con afloramientos naturales de agua en sus predios lo que les permite derivar su caudal para usos agrícolas y pecuarios.

- USOS POTENCIALES:

En los recorridos de campo se pudo identificar usos potenciales teniendo en cuanta las necesidades de las comunidades asentadas en cercanías al cauce principal, en estos recorridos y gracias al diagnóstico participativo se presentan a continuación los usos potenciales encontrados sobre la corriente principal:

Cuadro 78. Usos Potenciales Recurso Hídrico

CONSUMO HUMANO	
	En la Vereda Palmas Alto se construirá la nueva bocatoma del acueducto de Municipio de Chachagüi y abastecerá a 2600 habitantes, se considera este uso como el más importante por su destinación y por los usuarios beneficiados, además este es un uso potencial a realizarse a corto plazo.
PRESERVACION DE FLORA Y FAUNA	
	Se identificó este uso en la parte alta, teniendo en cuenta que es una zona de recarga hídrica y que abastece a diferentes acueductos verdales del Corregimiento de Morasurco. Esta zona debe ser destinada exclusivamente a conservar la flora y la fauna y por consiguiente el recurso hídrico. También se identificó este uso en la parte baja antes de la confluencia con el Rio Pasto ya que por la topología del terreno es difícil destinar el recurso para otro uso.
USO PISCICOLA	
	De acuerdo a las necesidades manifestadas por los habitantes de estos sectores se identificó este uso en las zona alta y media del rio Bermúdez y se encontró infraestructura que no se encuentra en funcionamiento, este uso es una alternativa de los habitantes de estos sectores para incluirla como una actividad productiva.

USO AGRICOLA	
	A lo largo del cauce principal del Rio Bermúdez existen cultivos que podrían beneficiarse con la destinación de este recurso para riego, pero por la escases de este recurso en la zona baja principalmente en el Corregimiento de Casabuy los habitantes de este sector han identificado el rio Bermúdez en el puente Casabuy la única fuente de abastecimiento para riego de cultivo de café principalmente, para lo cual han tramitado concesión de aguas que se encuentra vigente y un proyecto de distrito de riego el cual se encuentra en la alcaldía del Municipio de Chachagüi, que hasta el momento no se ha ejecutado.
USO RECREACIONAL	
	Las Veredas Pertenecientes al Municipio de Chachagüi que tiene un clima cálido son visitadas frecuentemente como lugares de recreación por su atractivo paisajístico, además existe en la alcaldía de Chachagüi un proyecto para la realización de un sendero ecológico sobre la margen derecha del cauce principal del Rio Bermúdez.

Fuente: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011

7.8 RIESGOS ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO

Los cuerpos de agua como respuesta a su escasez natural o a los desórdenes en la forma como las personas aprovechan su oferta y sus atributos, así como también factores climáticos y fenómenos naturales, reducen la calidad de agua y la cantidad de ella que puede ser efectivamente aprovechable para satisfacer la demanda de acuerdo a los diferentes usos para los cuales han sido destinados y planificados

Los riesgos identificados sobre la subcuenca del Río Bermúdez que ponen en peligro la destinación del recurso para las necesidades de las comunidades son las siguientes:

Cuadro 79. Riesgos Asociados a la Disponibilidad del Recurso Hídrico

Tipo de Riesgo	Descripción del Riesgo	Actividades Generadoras del Riesgo	Población beneficiaria vulnerable	Intensidad del Riesgo
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. - Uso Ineficiente y desperdicio del caudal de agua captado. - De una captación destinada para consumo humano se está derivando caudal para uso industrial. - Taponamiento de bocatomas por deslizamientos naturales.	- Parte baja de la Subcuenca, especialmente el Corregimiento de Casabuy y sus veredas. - Corregimiento de hato viejo y usuarios beneficiarios del acueducto veredal.	Alto
Riesgo por disminución del caudal natural de la corriente superficial	Acciones antrópicas que generen una disminución gradual del caudal en el transcurso del tiempo. Acciones Climáticas que generen disminución del caudal de manera temporal en ciertas épocas del año.	- Deforestación y desprotección de la ronda hídrica. - Presión sobre el recurso hídrico por la captación del 100% de los afloramientos naturales impidiendo que estos escurran o aporten caudal al Cauce Principal. - Temporada de verano y fenómenos climáticos como el del Niño que generan un déficit en la precipitación interanual.	- Todas las veredas que derivan caudal de afluentes al Rio Bermúdez.	Medio
Riesgo por contaminación de la corriente superficial	Alteración de la calidad fisicoquímica y bacteriológica natural del agua volviéndola no apta para la satisfacción de los usos estipulados.	- Vertimientos puntuales de origen doméstico, industrial y de servicios. - Vertimientos difusos o esporádicos provenientes de arrastre de suelos con agroquímicos y fungicidas. - Disposición inadecuada de residuos sólidos de agroquímicos y fungicidas. - Desestabilización del sistema de tratamiento de lixiviados en el Relleno Sanitario Antanas por fallas operativas,	- Habitantes cercanos a la línea de conducción de lixiviado y la vereda pradera.	Alto

		geológicas, desestabilización de las lagunas. -Desestabilización en la conducción como fisuras, fugas de lixiviado tratado, movimiento de tierra que genere daños al sistema de conducción y otros factores que pongan en riesgo la salud de las personas, el suelo, el agua y el ambiente.		
Riesgo por inundaciones o desbordamientos	Crecimientos de caudal de la Corriente superficial que afecten a poblaciones ubicadas en áreas no apropiadas.	- Invasión de la Ronda Hídrica.	Viviendas cercanas al cauce principal de la corriente principalmente la vereda La Josefina y Palmas.	Medio

Fuente: Esta Investigación, CORPONARIÑO 2011.

8. PROSPECTIVA



La Fase prospectiva tiene como base e insumos toda la información recolectada, evaluada y analizada en la fase de diagnóstico. La prospectiva busca proyectar escenarios teniendo en cuenta las evoluciones futuras de las variables consideradas que afectan al recurso en su calidad como cantidad, así como los comportamientos de los actores implicados, de manera que permite vislumbrar el presente y aporta mecanismos que conducen a un futuro aceptable, conveniente o deseado.

Para la construcción de escenarios es importante la identificación de los elementos con que constaran o variables que los integrarán así mismo, esta labor tiene como propósito elegir al final el escenario más útil, provechoso y sus implicaciones, la determinación de estrategias encaminadas a alcanzarlo y finalmente tener el conocimiento de los intereses, alianzas y conflictos de los Actores Sociales entorno a esa visión de futuro.

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.

8.1 ANALISIS SOCIAL

Teniendo en cuenta los resultados del diagnóstico, con los actores del proceso se analizan cuáles son las necesidades e intereses, posibles soluciones y escenarios factibles para la recuperación en cuanto a calidad y cantidad del Rio Bermúdez teniendo en cuenta el sentir de la comunidad. (Ver anexo F).

8.1.1 NECESIDADES E INTERESES DE LOS ACTORES

- La descontaminación por causa de lixiviados del Río
- Abastecimiento de agua de calidad para la totalidad de las familias de las veredas
- Construcción de acueducto para la cabecera Municipal de Chachagui
- Sistema de riego con agua de buenas condiciones.
- construcción de pozos sépticos tecnificados
- El Río como fomento del turismo y la recreación
- Mayor atención a los problemas ambientales por parte de las autoridades civiles, ambientales y municipales.
- Medidas de control con las empresas generadoras de vertimientos.
- Generación de empleo
- Educación sobre el cuidado de los recursos naturales.
- Implementación de proyectos productivos sostenibles con el medio ambiente.

8.1.2 ACCIONES

- Personales:toma de conciencia de la riqueza ambiental que se posee, y de esta forma participar y conformar grupos de apoyo para el mejoramiento del medio ambiente, y cambiar actividades como la tala de árboles y otras para minimizar la contaminación para que las nuevas generaciones no sufran las consecuencias de la escasez y contaminación del agua.

- Comunitarias: los participantes de los talleres expresan que es importante la conformación de comités para el cuidado del río, además de fomentar en la comunidad el trabajo en minga para la reforestación y jornadas de aseo y otras acciones que requieren del compromiso comunitario.

Por otro lado, los líderes comunales deben gestionar ante instituciones ambientales y entes gubernamentales, el desarrollo de programas que favorezcan el cuidado de la naturaleza, como por ejemplo la realización de información publicitaria para la educación ambiental, solicitar charlas, capacitaciones para enfocar a los jóvenes en el cuidado y protección del medio ambiente.

- Institucionales: las entidades gubernamentales como la gobernación, la alcaldía y también instituciones educativas y otros usuarios presentes en la zona como DEVINAR S.A, POFRESCOL LTDA Y EMAS Pasto S.A E.S.P, deben Apoyar mutuamente las acciones que vayan encaminadas al bienestar natural en beneficio de la comunidad presente y futura. Invirtiendo recursos en reforestación y necesidades prioritarias del medio ambiente.

8.1.3 ESCENARIOS

Los escenarios factibles a corto, mediano y largo plazo para la recuperación de calidad y cantidad del agua del Rio Bermúdez de acuerdo a las manifestaciones de la comunidad, serian:

- Alcaldía Municipal:

- Recuperación de la calidad del Rio Bermúdez y proteger el recurso de manera que satisfaga las necesidades de la comunidad como la construcción de acueductos para el abastecimiento de la población de la cabecera del municipio de Chachagui y veredas.
- Gestionar programas y proyectos que permitan la recuperación del Rio Bermúdez.
- Fomentar Educación ambiental en el cuidado de las cuencas hidrográficas a través de UMATA, Saneamiento Básico, secretaria de educación.

- CORPONARIÑO:

- Realizar control y seguimiento a la calidad del recurso hídrico para los usos actuales y futuros necesarios que requiera la población.
- Aplicar las normas ambientales para la recuperación del rio Bermúdez

- Comunidad:

- Tomar las medidas adecuadas para evitar la contaminación con las aguas residuales domésticas
- Gestionar recursos económicos y Solicitar asesoría técnica para implementar pozos sépticos o sistemas de tratamiento de aguas residuales
- Utilizar adecuadamente el recurso hídrico para el aprovechamiento en el consumo doméstico, en riegos de hortalizas, frutales, cafetales, en recreación, ganadería y como uso paisajístico.

- Capacitación sobre el cuidado del medio ambiente y recuperación de las fuentes de agua.
- Organización de la comunidad para la conformación de un grupo veedor de control y vigilancia ambiental.
- Realizar jornadas de aseo, arborización y educación ambiental.
- Solicitar compensación a las empresas EMAS Pasto S.A E.S.P, DEVINAR S.A; POFRESCOL LTDA
- Gestionar compensaciones económicas a las familias que conserven y protejan al medio ambiente

8.1.4 POSIBLES SOLUCIONES PLANTADAS POR LA COMUNIDAD:

Como posibles soluciones a la problemática los miembros de la comunidad manifiestan:

- Conducir los lixiviados del Relleno Sanitario Antanas directamente al Río Pasto
- Mayor control y seguimiento de las autoridades a las diferentes actividades generadoras de vertimientos y contaminación del recurso hídrico.
- Mayor educación ambiental.
- Más gestión por parte de la alcaldía de Pasto y Chachagui.
- Planificación integral de las veredas, corregimientos y del municipio.
- Ejecución de proyectos identificados con relación a la producción de energía eléctrica
- Proyectos de distritos de riego
- Utilización de la tasa de compensación en la recuperación del Río Bermúdez
- Producción limpia de cultivos
- Compensaciones ecológicas
- Reforestaciones con el apoyo de CORPONARIÑO
- Capacitación a la comunidad en general en producción limpia, conservación de los bosques y fauna
- Apoyo a las zonas de reserva
- Apoyo y retribución a las familias que conservan el ambiente
- Optimización en los sistemas de Tratamiento de aguas residuales industriales.
- Implementación de proyectos de saneamiento básico para la población rural.
- Control y seguimiento estricto a las empresas y otras actividades que realizan vertimientos que alteran la calidad del recurso.

- Potencialidades**:** los actores vislumbran un mejor futuro para el Río Bermúdez y para la comunidad la cual proyecta tener una Hidroeléctrica, una zona de campamento, fomentar el ecoturismo como generador de empleo, que el agua vuelva hacer limpia para la construcción de acueductos, aumentaría la riqueza en fauna (peses, aves, roedores, otros), construcción de estanques con especificaciones técnicas requeridas para la actividad piscícola , el agua sería útil para riego, producción amplia de bosques recuperando y conservando el roble y motilón característico en esta zona.

- Responsables:

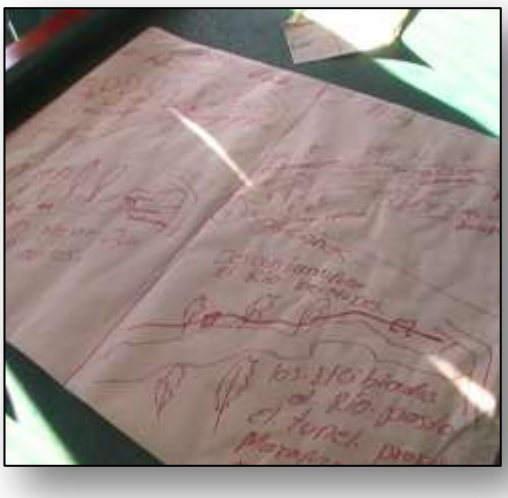
- Gobernación de Nariño
- Alcaldía Municipal de Pasto y Chachagui
- CORPONARIÑO
- Corregidores
- IEM Morasurco – IEM de Chachagui
- JAC de la Josefina, Casabuy y Hato viejo
- JAA de la Josefina, Casabuy y Hato viejo
- Comunidad de las veredas
- Organismos ambientales no gubernamentales

Como conclusiones generales de las jornadas de socialización y desarrollo de talleres participativos la comunidad expresa lo siguiente:

- Las comunidades de las veredas del área de influencia del Rio Bermúdez La Josefina, Daza, Hato Viejo, Palmas Alto, Palmas Bajo, Robles y Pradera, enfatizan que es importante el Río Bermúdez, porque es una fuente importante para los sistemas de riego y fomentar la actividad agropecuaria, se hace la reseña de que el Río por mucho tiempo tuvo gran importancia por los diversos usos que se le daba y que actualmente ya no son posibles.
- Un Río limpio permite la oxigenación y vida de plantas silvestres y cultivos permitiendo el equilibrio del medio ambiente conservando fauna y flora propia de la zona. Así mismo los grupos analizan que el Río es importante para el desarrollo de la región ya que la recorre de sur a norte dándole un panorama recreativo y turístico para ser aprovechado en diferentes sistemas productivos.
- Con un proceso de descontaminación el Río sería fundamental para ser abastecedor de acueductos que distribuyan agua de calidad para beneficio de toda la comunidad.

Imagen 25. Talleres Participativos





Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

8.2 USOS ACTUALES Y POTENCIALES

El ordenamiento del recurso hídrico se orienta principalmente a la planificación de sus usos actuales y potenciales de manera que, los escenarios de calidad a establecer, correspondan adecuadamente con la calidad necesaria para garantizar escenarios de recuperación, de preservación, de conservación, o aquellos que se definan para cada tramo de la corriente. Es importante identificar entre todo los usos encontrados, cuál será el más connotado y predominante del cuerpo de agua para la destinación más conveniente.

Los usos actuales y potenciales presentes sobre la corriente se identificaron en la fase diagnostica y con los resultados del monitoreo de la calidad de agua se determinaron los siguientes usos preponderantes para cada tramo del cauce principal del Rio Bermúdez:

Cuadro 80. Usos Actuales y potenciales Preponderantes

USO	ACTUAL	POTENCIAL	UBICACIÓN Y DESCRIPCION
Consumo humano		X	En La Vereda Palmas Alto del Corregimiento de Hato Viejo del Municipio de Chachagüi (zona media), existe el proyecto aprobado para la construcción de la bocatoma del nuevo acueducto del Municipio de Chachagüi que abastecerá a 2400 personas.
Agrícola	X	X	Se realizan captaciones ilegales en la parte alta y media sobre afluentes al cauce principal. Existe un proyecto para establecer un distrito de riego que beneficiara principalmente a las veredas Robles y Pradera.
Recreacional		X	Las Veredas Pertenecientes al Municipio de Chachagüi que tiene un clima cálido son visitadas frecuentemente como lugares de recreación por su atractivo paisajístico.
Preservación y Conservación de flora y fauna.	X	X	La zona alta del Rio, por ser una zona de recarga hídrica y también la zona baja en la confluencia con el Rio pasto.

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

8.3 CRITERIOS DE CALIDAD

Teniendo en cuenta que el ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible no publicado aún los criterios de calidad de acuerdo al Decreto 3930 del 2010, actualmente se encuentran vigentes los criterios de calidad estipulados en el Decreto 1594 de 1984, hasta tanto se expida y defina los nuevos criterios de calidad para el uso de las aguas superficiales, subterráneas y marinas.

En los siguientes cuadros se establecen los criterios de calidad para cada uso preponderante de acuerdo al Decreto 1594 de 1984, la guía Metodológica para el establecimiento de objetivos de calidad de los cuerpos de agua – Metodología MESOCA y criterios obtenidos de otras normas de aplicación internacional, además de fundamentos técnicos encaminados a la escogencia de valores adecuados que permitan el establecimiento de los usos preponderantes del cauce principal de la corriente.

Cuadro 81. Criterios de Calidad Para Uso Agrícola

CRITERIOS DE CALIDAD PARA USO AGRICOLA	
PARAMETRO	**CRITERIO**
DBO5 (mg O2/L)	≤ 5
SST (mg/l)	≤ 20
OD (mg O2/L)	≥ 6
PH (pH)	6,5 - 8,5
Coliformes Totales (NPM/100 ml)	5000
Coliformes Fecales (NPM/100 ml)	1000
Olores Ofensivos y sustancias flotantes	Ausentes
Películas de Grasas y Aceites	Ausentes
Sustancias de Interés Sanitario y otras	Cumplimiento Decreto 1594/84, Decreto 3930 del 2010 o Norma que lo sustituya o modifique

Cuadro 82. Criterio de calidad para Consumo Humano

CRITERIOS DE CALIDAD PARA CONSUMO HUMANO	
PARAMETRO	**CRITERIO**
DBO5 (mg O2/L)	≤ 3
SST (mg/l)	≤10
OD (mg O2/L)	≥6
PH (pH)	6,5 - 8,5
Coliformes Totales (NPM/100 ml)	2000
Coliformes Fecales (NPM/100 ml)	1000
Olores Ofensivos y sustancias flotantes	Ausentes
película de Grasas y Aceites	Ausentes
Sustancias de Interés Sanitario y otras	Cumplimiento Decreto 1594/84, Decreto 3930 del 2010 o Norma que lo sustituya o modifique

Cuadro 83. Criterio de Calidad Para Uso Agrícola - Recreativo

CRITERIOS DE CALIDAD PARA USO RECREATIVO - AGRICOLA	
PARAMETRO	**CRITERIO**
DBO5 (mg O2/L)	≤ 4
SST (mg/l)	≤ 10
OD (mg O2/L)	≥ 6
PH (pH)	5 - 9
Coliformes Totales (NPM/100 ml)	1000
Coliformes Fecales (NPM/100 ml)	500
Olores Ofensivos y sustancias flotantes	Ausentes
Películas de Grasas y Aceites	Ausentes
Sustancias de Interés Sanitario y otras	Cumplimiento Decreto 1594/84, Decreto 3930 del 2010 o Norma que lo sustituya o modifique

Cuadro 84. Criterios de Calidad para Uso Preservación Flora y Fauna

CRITERIOS DE CALIDAD PARA USO PRESERVACION FLORA Y FAUNA	
PARAMETRO	**CRITERIO**
DBO5 (mg O2/L)	≤ 4
SST (mg/l)	≤ 10
OD (mg O2/L)	≥ 6
PH (pH)	6,5 - 8,5
Coliformes Totales (NPM/100 ml)	1000
Coliformes Fecales (NPM/100 ml)	300
Olores Ofensivos y sustancias flotantes	Ausentes
película de Grasas y Aceites	Ausentes
Sustancias de Interés Sanitario y otras	Cumplimiento Decreto 1594/84, Decreto 3930 del 2010 o Norma que lo sustituya o modifique

8.4 DEFINICION DE TRAMOS SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL

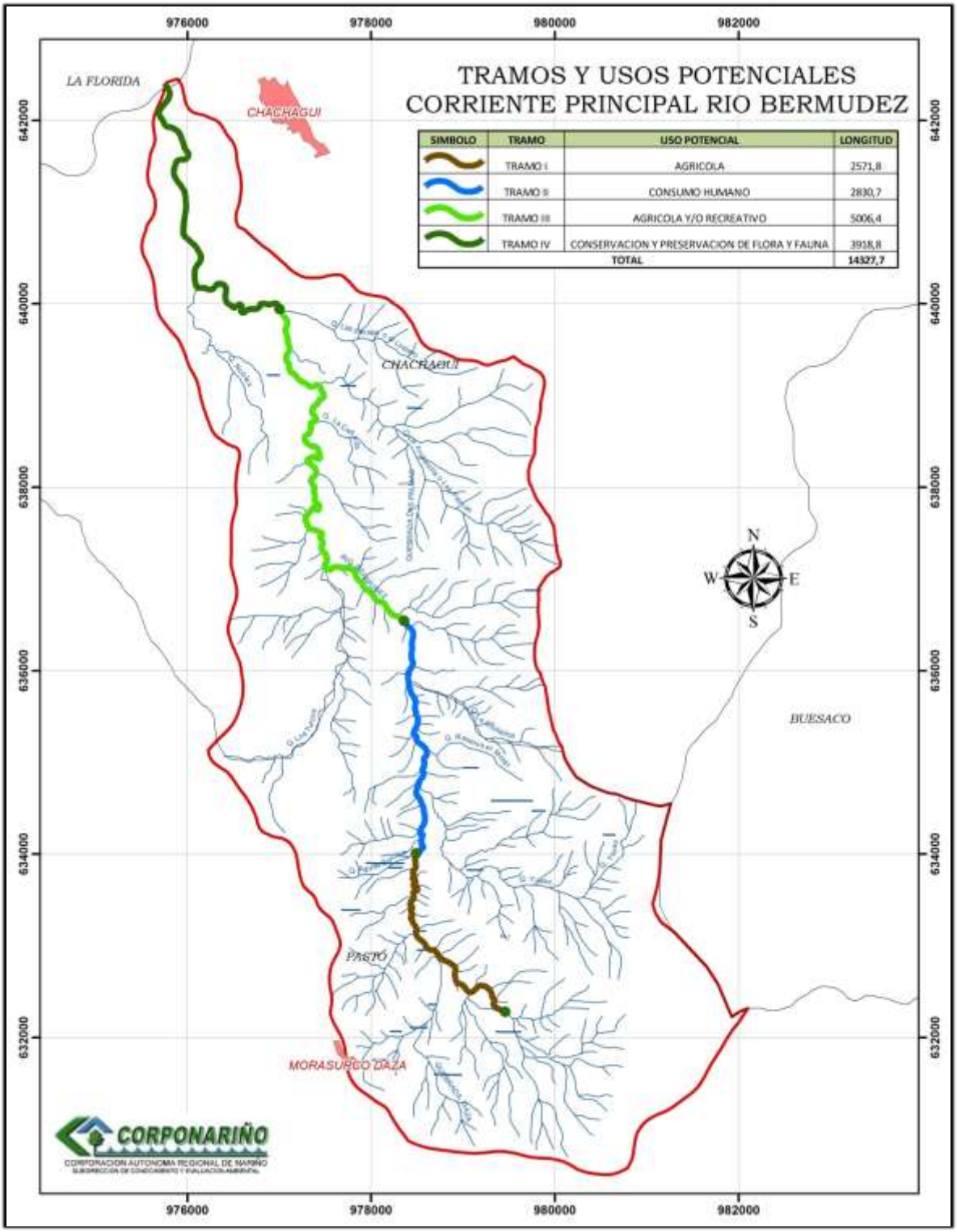
La totalidad de la corriente debe estar enfocada a unos usos o destinación específica de acuerdo a los usos preponderantes identificados y los criterios de calidad para cada uso, por lo tanto se ha dividido el cauce principal del Rio Bermúdez en cuatro tramos así:

Cuadro 85. Tramos sobre el Cauce principal del rio Bermúdez

TRAMO	UBICACIÓN			DESCRIPCION
		W	N	
TRAMO I	INICIO	979457	632280	Sector correspondiente desde el inicio de la corriente hasta la Quebrada aguas bonitas en la vereda la Josefina, en este tramo se caracteriza por el desarrollo de actividades agrícolas principalmente para las veredas Daza y La Josefina. Todo este tramo pertenece al Municipio de Pasto.
	FIN	978488	634006	
TRAMO II	INICIO	978488	634006	Corresponde desde la Quebrada aguas bonitas hasta aguas arriba de la Quebrada Los Turcos, en este tramo ya se entra al Municipio de Chachagüi y el principal uso es el consumo humano, presente por la construcción de la bocatoma del acueducto de Chachagüi.
	FIN	978359	636542	
TRAMO III	INICIO	978359	636542	Inicia aguas arriba de la Quebrada Los Turcos hasta la Quebrada el lindero, en este tramo el clima es más cálido apto para la destinación del recurso como recreativo. En este tramo también se identificó como importante el uso agrícola.
	FIN	977001	639942	
TRAMO IV	INICIO	977001	639942	Este tramo inicia en la Quebrada el lindero hasta la confluencia con el Rio Pasto, por su topología no puede ser aprovechado y de acuerdo a sus características la destinación de este recurso es para conservación y preservación de flora y fauna.
	FIN	975755	642398	

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Figura 66. Mapa Tramos y Usos Corriente Principal Rio Bermudez



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

8.5 GENERACION DE ESCENARIOS DE CALIDAD

Un escenario es un conjunto formado por la descripción de una situación futura que puede presentarse con una cierta probabilidad estimada y que además está influida por acciones o dinamismos ocasionados por decisiones tomadas o como resultado de la dinámica evolutiva de la corriente.

Para observar el comportamiento de la calidad de la corriente se generó un escenario tendencial a 10 años y escenarios factibles a 3, 5 y 10 años utilizando como herramienta el modelo matemático QUAL2K cuya base teorica se describió en la fase diagnostica, los resultados obtenidos se presentan en el Anexo G.

Para los parámetros DBO5 y Oxigeno disuelto se utilizó un modelo simplificado Streeter and Phelps (sustento teorico Anexo H), los resultados se presentan a continuacion:

8.5.1 ESCENARIO TENDENCIAL

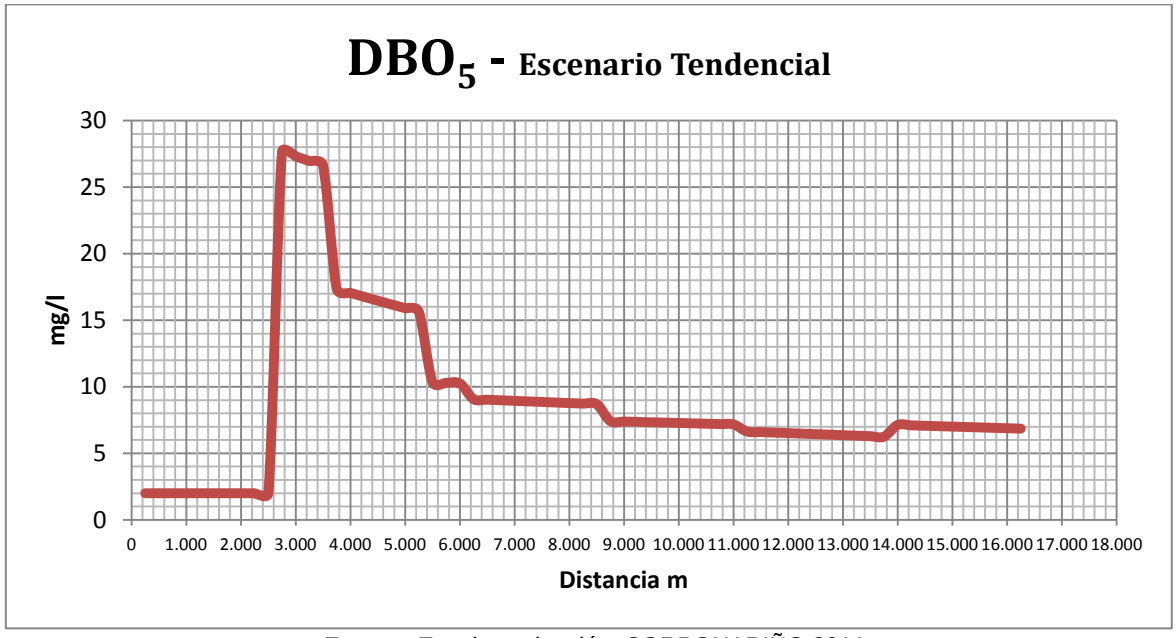
El escenario tendencia representa una situación basada en la continuación, sin modificaciones de las prácticas y formas actuales de apropiación del uso y manejo del recurso hídrico y del territorio.

Se ha proyectado un escenario tendencia a 10 años y fue modelado para los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxigeno – DBO y Oxígeno Disuelto – OD, donde se estima un crecimiento en la producción del 1,5% anual, es decir a 10 años 15% para la empresa PofrescolLtda, pero conservando las condiciones del sistema de tratamiento actual, esto generará un aumento de la carga contaminante del efluente de la planta de tratamiento; se estimó de acuerdo al crecimiento del 15% de producción para la corrida del modelo un caudal vertido de 3 l/s.

Para los lixiviados del relleno Sanitario Antanas se adoptaron los valores proyectados de producción de lixiviado calculados en el estudio de ingeniería presentado por EMAS Pasto E.S.P S.A, teniendo en cuenta que este relleno tiende a la regionalización, por lo tanto para la corrida del modelo en el escenario tendencial se tomó un caudal vertido de 1,168 l/s y una DBO_5 de 245 mg/l, esta DBO_5 corresponde al promedio mensual del primer semestre del año 2011 de acuerdo a los resultados de muestreos reportados a la Corporación. Los vertimientos de la construcción del Túnel de Daza Portal Norte no aportan una carga contaminante representativa para los parámetros modelados es decir DBO5 y Oxígeno Disuelto, pero si aportan una gran cantidad de solidos por las actividades de excavación y construcción que se adelantan, este vertimiento se lo tiene en cuenta en la entrada denominada Quebrada Túnel – Pofrescol la cual es receptora de los vertimiento del túnel y la empresa PofrescolLtda para el proceso de modelación y generación de escenarios, además se estima que el vertimiento del proyecto Túnel de Daza es temporal teniendo en cuenta que después de finalizadas las obras estas descargas deben corresponder a afloramientos de agua canalizados fuera del Túnel.

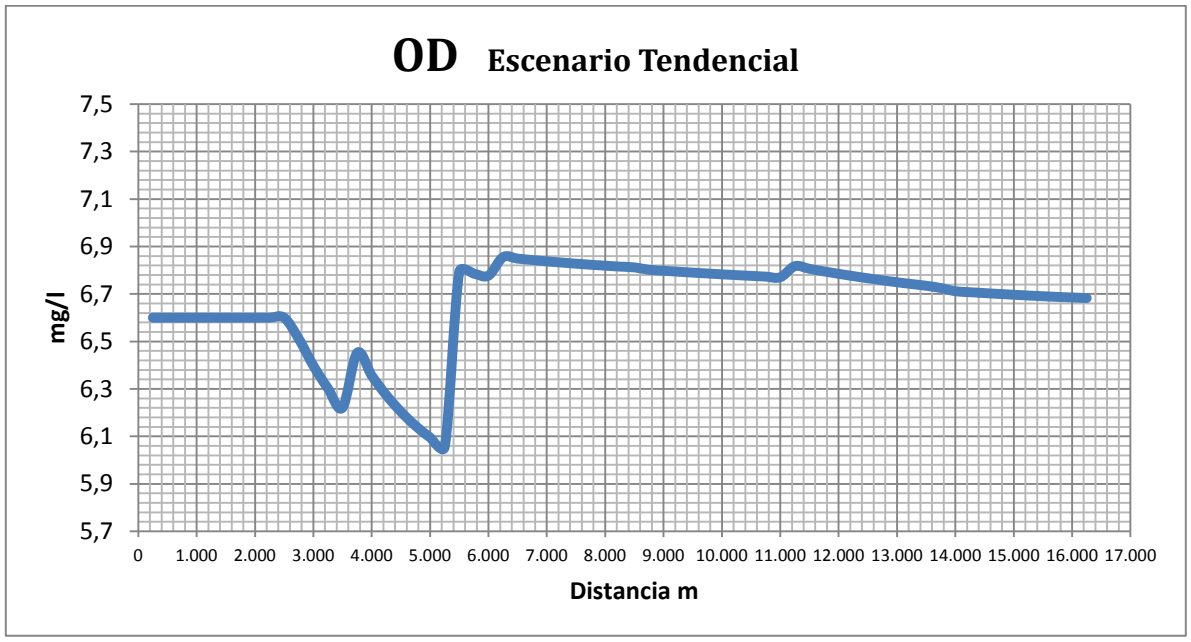
El comportamiento de la DBO como del Oxígeno Disuelto en las condiciones mencionadas es el siguiente:

Figura 67. Escenario Tendencial Comportamiento DBO5



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Figura 68. Escenario Tendencial Comportamiento Oxígeno Disuelto



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

De aumentar la producción y la carga contaminante vertida sin ningún tipo de optimización del sistema de tratamiento existente sobre el Rio Bermúdez, en concordancia con el escenario actual presentado en el diagnostico se observa en las gráficas anteriores un aumento significativo en el pico de la DBO_5 en el punto de confluencia de la quebrada receptora de los vertimientos de la empresa PofrescolLtda y el Túnel de Daza, afectando así los usos futuros aguas abajo que se han identificado principalmente el uso para consumo humano con la construcción de la nueva bocatoma del acueducto de Chachagüi.

8.5.2 ESCENARIO FACTIBLE

Por lo previsto en el escenario tendencial se establece la necesidad de generar unos escenarios factibles a tres (2014), cinco (2016) y diez años (2021) donde se determine las características de los vertimientos de tal manera que no genere conflictos con los usos actuales y potenciales.

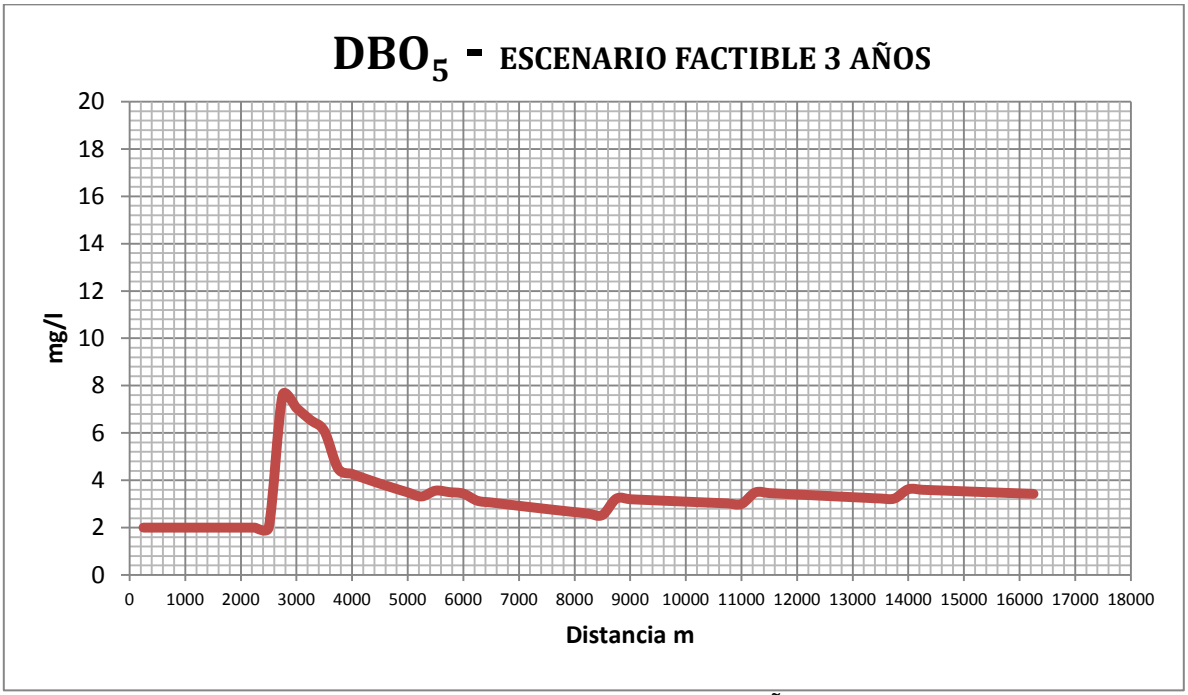
El primer escenario se proyecta en un periodo de 0 a 3 años donde se corrió el modelo asumiendo un funcionamiento eficiente de las plantas de tratamiento de la empresa PofrescolLtda y el Relleno Sanitario Antanas, asumiendo un porcentaje de remoción superior al 90 % teniendo en cuenta un aumento de la producción de la empresa Pofrescol del 1,5% anual, para el relleno sanitario Antanas se tomaron los datos de producción de lixiviado proyectados en el estudio de ingeniería presentado por EMAS Pasto E.S.P S.A, para el vertimiento de la construcción del Túnel de Daza por DEVINAR S.A en este escenario se proyectó la optimización del sistema de tratamiento actual, pero teniendo en cuenta que este vertimiento no aporta carga contaminante significativa para los parámetros de DBO_5 y Oxígeno disuelto, pero si aportan gran cantidad de solidos por las actividades de excavación y construcción que se adelantan, además se estima que el vertimiento del proyecto Túnel de Daza es temporal teniendo en cuenta que después de finalizadas las obras estas descargas deben corresponder a afloramientos de agua canalizados fuera del Túnel.

Además se tuvo en cuenta la captación de 90 l/s de la bocatoma de Chachagüi y la implementación de estrategias de saneamiento básico para las vereda Daza y La Josefina con lo cual se pretende reducir la carga contaminante vertida a los afluentes al Rio Bermúdez.

Las medidas anteriormente mencionadas se proyectaron para reducir la carga contaminante vertida y mejorar las condiciones de calidad de la corriente, estableciéndose de cumplimiento prioritario a desarrollarse desde el segundo año y se deben mantener en los siguientes escenarios es decir, a 5 y a 10 años con el fin de recuperar y conservar las características de calidad de la corriente y asegurar los usos identificados principalmente el uso para consumo humano teniendo en cuenta que la construcción de la nueva bocatoma del Municipio de Chachagüi es un proyecto que está en ejecución y se debe garantizar la calidad del recurso.

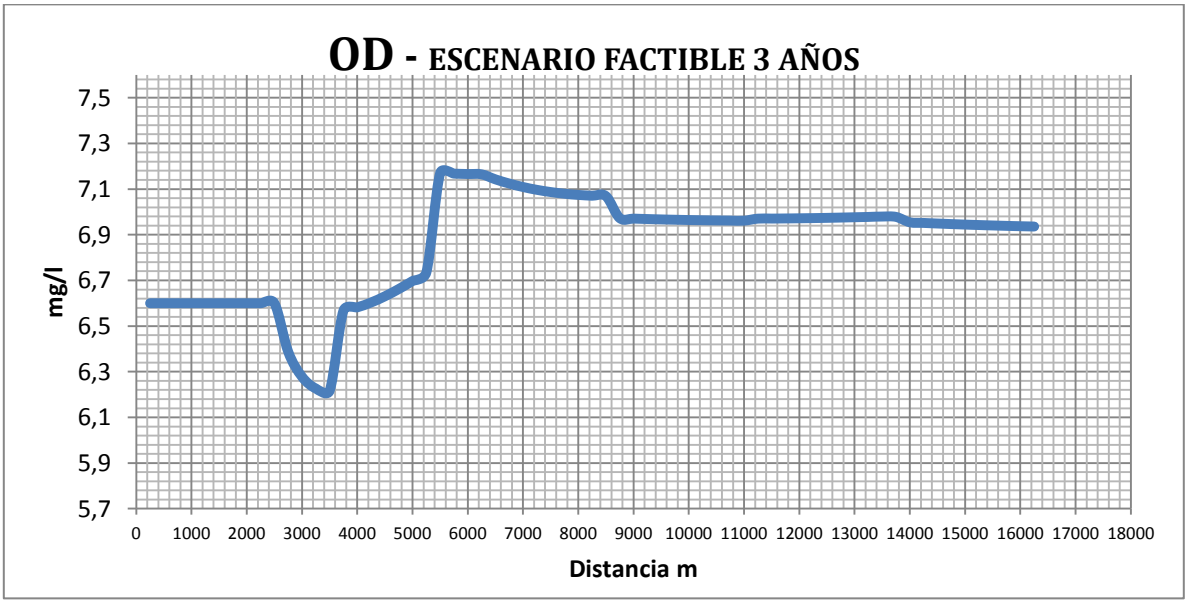
A continuación se presentan los resultados de la modelación del primer escenario proyectado en un periodo de 0 a 3 años, en el cual se realizan las acciones descritas anteriormente:

Figura 69. Escenario Factible 3 años Comportamiento de la DBO5



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Figura 70. Escenario Factible 3 años Comportamiento del Oxígeno Disuelto



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Con una optimización de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y de lixiviados, además de un manejo adecuado de los vertimientos rurales se puede observar claramente una disminución de la DBO_5 y una estabilización del oxigeno disuelto en comparación con los escenarios anteriores y sobretodo se aprecia la incidencia sobre la futura bocatoma del acueducto de Chachagüi.

La información con la cual se dan los resultados anteriores se obtuvo a partir la relación de la concentración y cargas contaminantes de las entradas al Rio Bermúdez detalladas en la parte diagnostica mediante el diagrama o topología detallada tanto de afluentes naturales como de vertimientos, teniendo en cuenta el crecimiento de producción a los 3 años y con una eficiencia de más del 90% de las plantas de tratamiento para los vertimientos de la empresa PofrescolLtda como de los lixiviados del Relleno Sanitario Antanas:

Cuadro 86. Concentraciones Escenario Factible 3 años

PARAMETROS	UNIDADES	AFLUENTES NATURALES Y VERTIMIENTOS									
		AFLUENTES NATURALES							VERTIMIENTOS		
		Quebrada Pofrescol-Tunel	Escurrimientos varios-la Josefina	Quebrada Yuyas	Quebrada la Cristalina	Quebrada Los Turcos	Quebrada Palmas y Otros	Quebrada Los Robles	Vertimiento Lixiviados EMAS S.A E.S.P	Vertimiento POFRESCOL Ltda	Vertimiento Tunel DEVINAR S.A
CAUDAL	LPS	71,74	63,67	120	49,696	121,70	120,294	8,67	1,412	2,717	40
pH	pH	7	7,6	8,59	7,5	6,3	7	7	8,15	6,37	7
CONDUCTIVIDAD	us/cm	150	70	92,5	90	90	90	90	9,21	8,12	180
SOLIDOS TOTALES	mg/l	180	80	67	120	140	150	100	2360	608	220
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	100	60	63	100	76	80	80	2344	248	120
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	30	25	10	13	10,7	20	12	33,6	100	40
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/l	40	45	25,5	40	37	50	57	417	200	60
NITRATOS	mg N-NO3/l	0,5	0,2	0,85	0,2	0,59	0,6	0,6	72	4,16	0,8
AMONIO	mg N-NH4/l	0,49	0,37	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	239	5,7	0,5
FOSFORO TOTAL	mg PO4/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	12	0,5	0,5
NITROGENO NTK	mg N/l	0,3	0,93	0,17	0,066	0,97	1	0,9	225	25	1
OXIGENO DISUELTO	mg O2/l	6,57	7	7,7	7,3	6,8	7	7	0	2	3
DBO	mg O2/l	9,02	3	4	2	4,6	5	4	100	70	10
DQO	mg O2/l	20	15	33,4	20	28	23	24	567	705	180

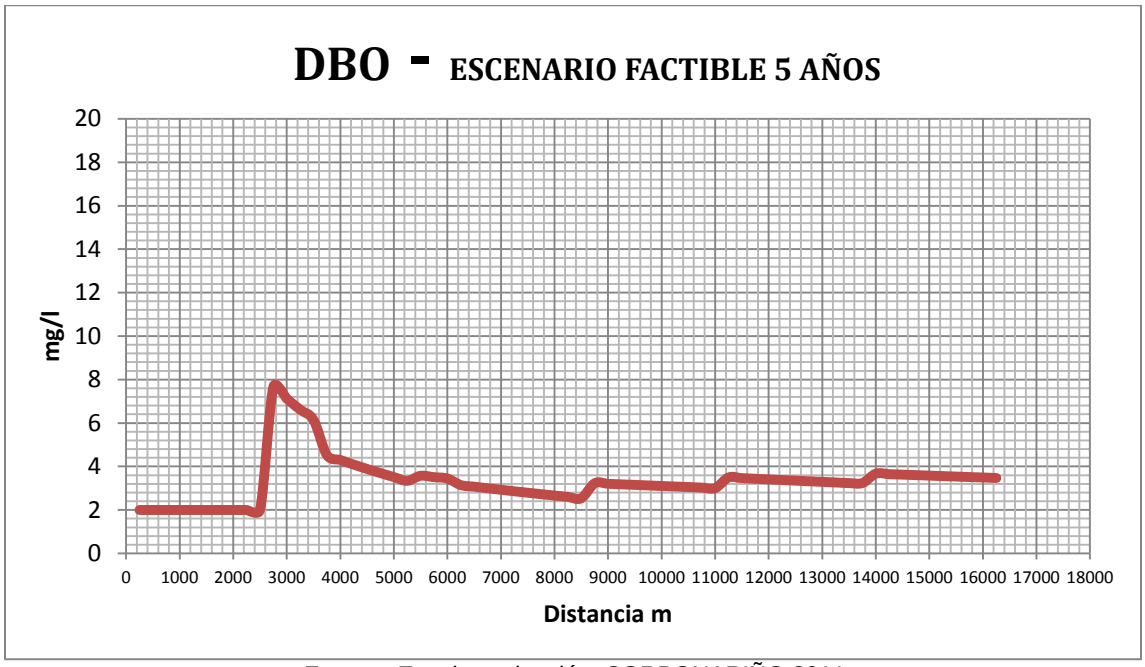
Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

El segundo escenario factible corresponde a un periodo de 3 a 5 años, donde se mantienen las condiciones de concentración (mg/l) de los vertimientos puntuales del escenario anterior proyectado a 3 años, es decir la optimización de las plantas de tratamiento reflejado en un porcentaje de remoción superior al 90% y saneamiento rural con el fin de dar cumplimiento a los usos aguas abajo, principalmente el uso para consumo humano el cual está en ejecución.

Para este escenario se realiza una proyección del caudal vertido teniendo en cuenta el crecimiento anual de la empresa PofrescolLtda es de 1.5% anual y con los datos de producción de caudal entregados por EMAS Pasto S.A E.S.P, la variación del cálculo de cargas (kg/día) se focaliza en los vertimientos puntuales y en las corrientes receptoras de

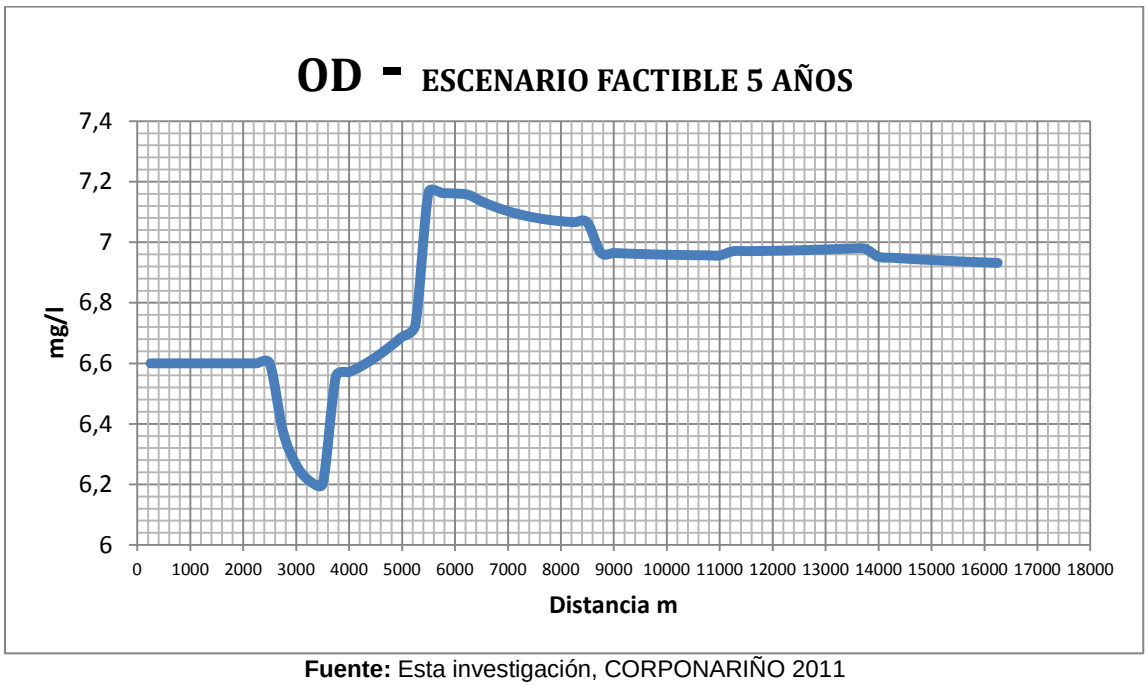
estos, por esta razón las cargas de quebradas y demás fuentes permanecen constantes para todos los escenarios proyectados. Los resultados son los siguientes:

Figura 71. Escenario Factible 5 años Comportamiento DBO5



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Figura 72. Escenario Factible 5 años Comportamiento Oxígeno Disuelto



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Las gráficas indican que manteniendo las concentraciones vertidas del primer escenario factible y proyectando las cargas de acuerdo a la producción de la empresa PofrescolLtday la generación de lixiviados del Relleno Sanitario Antanas, el comportamiento es similar al primer escenario factible, permitiendo un equilibrio en el tramo II de la corriente principal que se determinó para consumo humano.

En el siguiente cuadro se presentan las concentraciones y caudales utilizados para la generación del escenario factible a cinco años:

Cuadro 87. Concentraciones escenario factible 5 años

PARAMETROS	UNIDADES	AFLUENTES NATURALES Y VERTIMIENTOS									
		AFLUENTES NATURALES							VERTIMIENTOS		
		Quebrada Pofrescol-Tunel	Escurrimientos varios-la Josefina	Quebrada Yuyas	Quebrada la Cristalina	Quebrada Los Turcos	Quebrada Palmas y Otros	Quebrada Los Robles	Vertimiento Lixiviados EMAS S.A E.S.P	Vertimiento POFRESCOL Ltda	Vertimiento Tunel DEVINAR S.A
CAUDAL	LPS	71,74	63,67	120	49,696	121,70	120,294	8,67	1,989	2,8	40
pH	pH	7	7,6	8,59	7,5	6,3	7	7	8,15	6,37	7
CONDUCTIVIDAD	us/cm	150	70	92,5	90	90	90	90	9,21	8,12	180
SOLIDOS TOTALES	mg/l	180	80	67	120	140	150	100	2360	608	220
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	100	60	63	100	76	80	80	2344	248	120
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	30	25	10	13	10,7	20	12	33,6	100	40
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/l	40	45	25,5	40	37	50	57	417	200	60
NITRATOS	mg N-NO3/l	0,5	0,2	0,85	0,2	0,59	0,6	0,6	72	4,16	0,8
AMONIO	mg N-NH4/l	0,49	0,37	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	239	5,7	0,5
FOSFORO TOTAL	mg PO4/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	12	0,5	0,5
NITROGENO NTK	mg N/l	0,3	0,93	0,17	0,066	0,97	1	0,9	225	25	1
OXIGENO DISUELTO	mg O2/l	6,57	7	7,7	7,3	6,8	7	7	0	2	3
DBO	mg O2/l	9,11	3	4	2	4,6	5	4	100	70	10
DQO	mg O2/l	20	15	33,4	20	28	23	24	567	705	180

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

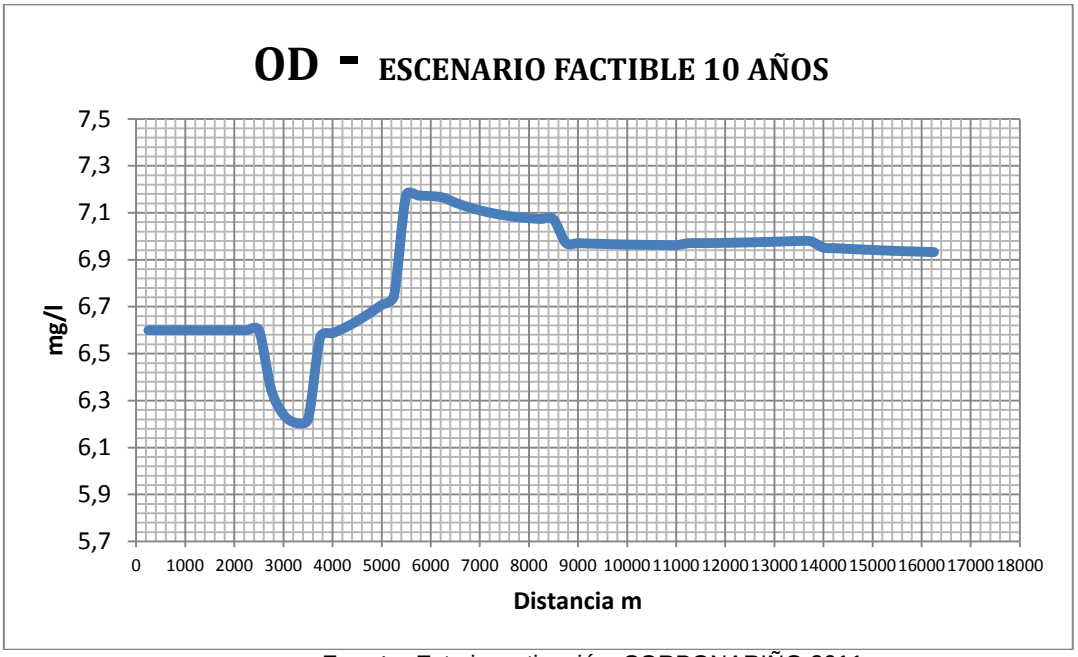
Para el siguiente escenario se proyectó el crecimiento de la empresa Pofrescol y la generación de lixiviado del relleno sanitario Antanas a 10 años, manteniendo las concentraciones de estos dos vertimientos. Los resultados se muestran a continuación:

Figura 73. Escenario Factible 10 Años Comportamiento DBO5



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Figura 74. Escenario Factible 10 Años Comportamiento Oxígeno Disuelto



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

En los tres escenarios factibles se aprecia claramente que con la optimización de los sitemas de tratamiento, reflejado en la concentración y carga vertida, además de la implementación de estrategias de saneamiento básico rural encaminadas a la disposición adecuada de aguas negras y grises de las veredas de la parte alta de la Subcuenca, la concentración de DBO_5 baja considerablemente en comparación con el escenario tendencial, el comportamiento del oxigeno disuelto es similar indicando una buena asimilación y oxigenación causada por la forma del rio y por resaltos naturales, además se observa que es posible el desarrollo de los usos identificados en la fase diagnostica, sobretodo el consumo humano. Las concentraciones con las cuales se generó este escenario son las siguientes:

Cuadro 88. Concentraciones Escenario Factible 10 Años

PARAMETROS	UNIDADES	AFLUENTES NATURALES Y VERTIMIENTOS									
		AFLUENTES NATURALES							VERTIMIENTOS		
		Quebrada Pofrescol-Tunel	Escurrimientos varios-la Josefina	Quebrada Yuyas	Quebrada la Cristalina	Quebrada Los Turcos	Quebrada Palmas y Otros	Quebrada Los Robles	Vertimiento Lixiviados EMAS S.A E.S.P	Vertimiento POFRESCOL Ltda	Vertimiento Tunel DEVINAR S.A
CAUDAL	LPS	71,74	63,67	120	49,696	121,70	120,294	8,67	1,168	3	40
pH	pH	7	7,6	8,59	7,5	6,3	7	7	8,15	6,37	7
CONDUCTIVIDAD	us/cm	150	70	92,5	90	90	90	90	9,21	8,12	180
SOLIDOS TOTALES	mg/l	180	80	67	120	140	150	100	2360	608	220
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	100	60	63	100	76	80	80	2344	248	120
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	30	25	10	13	10,7	20	12	33,6	100	40
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/l	40	45	25,5	40	37	50	57	417	200	60
NITRATOS	mg N-NO3/l	0,5	0,2	0,85	0,2	0,59	0,6	0,6	72	4,16	0,8
AMONIO	mg N-NH4/l	0,49	0,37	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	239	5,7	0,5
FOSFORO TOTAL	mg PO4/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	12	0,5	0,5
NITROGENO NTK	mg N/l	0,3	0,93	0,17	0,066	0,97	1	0,9	225	25	1
OXIGENO DISUELTO	mg O2/l	6,57	7	7,7	7,3	6,8	7	7	0	2	3
DBO	mg O2/l	9,27	3	4	2	4,6	5	4	100	70	10
DQO	mg O2/l	20	15	33,4	20	28	23	24	567	705	180

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Con la generación de los tres escenarios factibles a 3 (2014),5 (2016) y 10 (2021) años se puede establecer que es necesario una reducción considerable de la concentración vertida de la empresa PofrescolLtda mediante la optimización de su planta de tratamiento actual, de esta manera se aseguran los usos aguas debajo de la descarga médiate la reducción de la DBO_5. Además hay que tener en cuenta que la bocatoma del Municipio de Chachagüi es una obra a ejecutarse a muy corto plazo, las reducciones de la concentración vertidas antes de esta deben realizarse en el mismo periodo de tiempo asegurando que la bocatoma pueda captar agua apta para consumo humano previo tratamiento.

9. FORMULACION



El Plan de Ordenamiento del Recurso, es el instrumento de planificación básico para la administración del recurso hídrico, en él se articulan los procesos y productos desarrollados en las fases anteriores y se formulan los programas y proyectos necesarios para alcanzar el escenario propuesto en el tiempo.

9.1 PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD

Establecer objetivos de calidad del recurso hídrico es un condicionante esencial de una adecuada gestión del recurso hídrico, especialmente cuando este se ve amenazado por problemas de deterioro ambiental asociado a contaminación. El establecimiento adecuado de objetivos de calidad del recurso hídrico parte de la observación y análisis de algunos aspectos esenciales como: el establecimientos de lineamientos claves para la gestión de la contaminación, identificación de los cuerpos de agua, el reconocimiento de los usos actuales y potenciales y la calidad o aptitudes del recurso y sus criterios de calidad, para lo cual es importante la información recolectada y recurrir a sistemas de modelación para determinar el comportamiento de la corriente en términos de calidad y asimilación.

El cauce principal del Rio Bermúdez en la actualidad no está siendo aprovechado para las necesidades de usos como el agrícola, recreativo y consumo humano y está siendo receptora de vertimientos industriales, por lo tanto los objetivos de calidad tienden a mejorar las condiciones de calidad de manera que permita asegurar los usos potenciales identificados. Los objetivos de calidad se trazaron de acuerdo al escenario factible en un periodo de o a 3 años con el objeto de asegurar el uso para consumo humano que se desarrollara a corto plazo y esto valores deben conservarse en el tiempo permitiendo el desarrollo de esta actividad indispensable para la comunidad del municipio de Chachagüi. Se dividió la corriente principal en cuatro tramos de acuerdo a los usos preponderantes y se establecieron los objetivos de calidad tendientes a asegurar la calidad del recurso para cada uso de la siguiente manera: (Ver Anexo I)

Cuadro 89. Objetivos de Calidad Tramo I Cauce Principal Rio Bermúdez

RIO BERMUDEZ - OBJETIVOS DE CALIDAD						
TRAMO	**USO ACTUAL**	**USO POTENCIAL PREPONDERANTE**	**PARÁMETRO**	**VALOR MEDIDO**	**CRITERIO DE CALIDAD**	**OBJETIVO DE CALIDAD**
I. nacimiento - Quebrada aguas bonitas vereda la Josefina	Preservación Flora y Fauna Preservación, Industrial, agrícola y receptor de aguas residuales	**AGRICOLA**	DBO5 (mg O2/L)	5,09	≤ 5	≤ 5
			SST (mg/l)	60	≤ 20	≤ 10
			OD (mg O2/L)	7,5	≥ 6	≥ 6
			PH (pH)	8,6	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
			Coliformes Totales (NPM/100 ml)	8600 UFC/100 ml	≤5000	≤5000
			Coliformes Fecales (NPM/100 ml)	4000 UFC/100 ml	≤1000	≤1000
			Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes
			Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes
			Películas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes

			Sustancias de Interés Sanitario y otras		Cumplimiento Decreto 1594/84, Decreto 3930 de 2010 o Norma que lo sustituya o modifique

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

En este tramo se identificaron diversos usos, pero el preponderante es el agrícola, teniendo en cuenta que también en este tramo se reciben las aguas residuales industriales de la empresa PofrescolLtda, túnel de Daza y otros vertimientos domésticos, los objetivos de calidad tienden a recuperar la calidad y conservar las condiciones para el desarrollo del uso preponderante establecido para este tramo y previendo el uso del siguiente tramo que en este caso es el consumo humano.

Cuadro 90. Objetivos de Calidad Tramo II Cauce Principal Rio Bermúdez

RIO BERMUDEZ - OBJETIVOS DE CALIDAD						
TRAMO	**USO ACTUAL**	**USO POTENCIAL PREPONDERANTE**	**PARÁMETRO**	**VALOR MEDIDO**	**CRITERIO DE CALIDAD**	**OBJETIVO DE CALIDAD**
II. Quebrada Aguas Bonitas vereda la Josefina - Aguas arriba Quebrada los turcos	Consumo Humano, agrícola, recreativo, piscícola	**Consumo Humano**	DBO5 (mg O2/L)	2	≤ 3	≤ 3
			SST (mg/l)	24	≤ 10	≤ 10
			OD (mg O2/L)	7,8	≥6	≥6
			PH (pH)	8,17	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
			Coliformes Totales (NPM/100 ml)	3500 UFC/1100ml	≤1000	≤1000
			Coliformes Fecales(NPM/100 ml)	100 UFC/100ml	≤200	≤200
			Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes
			Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes
			Películas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes
			Sustancias de Interés Sanitario y otras		Cumplimiento Decreto 1594/84, Decreto 3930 de 2010 o Norma que lo sustituya o modifique	

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Este tramo se ha identificado para consumo humano principalmente por la bocatoma del acueducto del Municipio de Chachagüi y como uso futuro para esta zona de la subcuenca, por tal razón los objetivos de calidad pretenden que en este tramo se asegure la calidad de tal manera que satisfaga las necesidades de este uso, los valores se establecieron teniendo en cuenta criterios de calidad para la destinación del recursos para consumo humano previo tratamiento físico químico y desinfección. Los valores asignados como objetivo de calidad deben mantenerse a lo largo del tramo pero principalmente antes de la bocatoma del Municipio de Chachagüi.

Cuadro 91. Objetivos de Calidad Tramo III Cauce Principal Rio Bermúdez

RIO BERMUDEZ - OBJETIVOS DE CALIDAD						
TRAMO	**USO ACTUAL**	**USO POTENCIAL PREPONDERANTE**	**PARÁMETRO**	**VALOR MEDIDO**	**CRITERIO DE CALIDAD**	**OBJETIVO DE CALIDAD**
III. Aguas arriba Quebrada Los Turcos - Quebrada El Lindero	Agrícola, recreativo, piscícola	**Agrícola - Recreativo**	DBO5 (mg O2/L)	3	≤ 4	≤ 4
			SST (mg/l)	20	≤ 10	≤ 10
			OD (mg O2/L)	7,8	≥ 6	≥ 6
			PH (pH)	8,3	5 - 9	5 - 9
			Coliformes Totales (NPM/100 ml)	5000 UFC/100ml	≤1000	≤1000
			Coliformes Fecales (NPM/100 ml)	200 UFC/100ml	≤500	≤500
			Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes
			Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes
			Películas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes
			Sustancias de Interés Sanitario y otras		Cumplimiento Decreto 1594/84, Decreto 3930 de 2010 o Norma que lo sustituya o modifique	

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

El uso preponderante para este tramo se definió como agrícola y/o recreativo, por tal razón se pretenden el mantenimiento de la calidad en concordancia con los tramos anteriores y que permita el desarrollo del uso preponderante, en este tramo al encontrarse dos usos, se tomó como criterios de calidad el más restrictivo de manera que se asegure su calidad para estos usos.

Cuadro 92. Objetivos de Calidad Tramo IV Cauce Principal Rio Bermúdez

RIO BERMUDEZ - OBJETIVOS DE CALIDAD						
TRAMO	**USO ACTUAL**	**USO POTENCIAL PREPONDERANTE**	**PARÁMETRO**	**VALOR MEDIDO**	**CRITERIO DE CALIDAD**	**OBJETIVO DE CALIDAD**
IV. Quebrada El Lindero - Confluencia Rio Pasto	Receptor de Aguas Residuales, estético y preservación de flora y fauna	Preservación Flora y Fauna	DBO5 (mg O2/L)	2,12	≤ 4	≤ 4
			SST (mg/l)	22	≤ 10	≤ 10
			OD (mg O2/L)	7	≥ 6	≥ 6
			PH (pH)	8,09	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
			Coliformes Totales (NPM/100 ml)	10000	≤1000	≤1000
			Coliformes Totales (NPM/100 ml)	100	≤300	≤300
			Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes

			Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes
			Películas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes
			Sustancias de Interés Sanitario y otras		Cumplimiento Decreto 1594/84, Decreto 3930 de 2010 o Norma que lo sustituya o modifique	

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Este tramo por tener un uso prioritario para preservación y conservación de flora y fauna los objetivos de calidad del agua, deben apuntar a recuperar su calidad y a contribuir en el logro de los criterios definidos para este uso, se tuvo en cuenta también que en este tramo la corriente es receptora de vertimientos, los cuales deberán regirse a los objetivos establecidos.

9.2 NECESIDADES DE TRATAMIENTO Y OPTIMIZACION

De acuerdo al estado actual y a la capacidad de asimilación de la carga contaminante, los resultados del modelo de simulación y los objetivos de calidad deseados en los diferentes tramos del río Bermúdez, se deben realizar diversas acciones para obtener los objetivos propuestos.

Con la identificación de las necesidades de la población y usos potenciales del recurso, adicional al cumplimiento del escenario factible mediante la aplicación de los objetivos de calidad de acuerdo a cada uso identificado en cada tramo se proyecta la necesidad de optimización de las plantas de tratamiento de aguas residuales de los vertimientos puntuales de los proyectos PofrescolLtda, DEVINAR S.A y el Relleno Sanitario Antanas operado por EMAS Pasto E.S.P S.A de un 95 % y acciones tendientes a mejorar las condiciones de disposición de aguas negras y grises, teniendo en cuenta que sobre el cauce principal del Rio Bermúdez se asienta población rural, de tal manera que la corriente cumpla con los objetivos de calidad propuestos.

Para asegurar los usos establecidos en cada tramo de la corriente como los objetivos de calidad propuestos las actividades de tratamiento, optimización y saneamiento se deben plantear en proyectos a desarrollarse a corto plazo principalmente aguas arriba de la bocatoma del Municipio de Chachagüi de manera que no creen conflictos por la utilización del recurso y tampoco por problemas de calidad que dificulten la potabilización y la salud de la comunidad beneficiada con este acueducto.

Para satisfacer los requerimientos futuros de tratamiento de las aguas residuales de los vertimientos puntuales se hace necesario que se evalué la ampliación de estas, considerando un crecimiento en su actividad productiva y por lo tanto el aumento de carga contaminante vertida sobre la corriente. Adicionalmente se requiere tener en cuenta la necesidad de optimizar las plantas de tratamiento hasta alcanzar una calidad del efluente que cumpla con los requerimientos de lo establecido en los objetivos de calidad como también en las normas vigentes en materia de vertimientos, los sistemas a analizar para dar cumplimiento a lo anteriormente mencionado pueden partir si es el caso del

aprovechamiento de la infraestructura actual y estudiar la necesidad de implementar nuevos sistemas de tratamiento o aumentar a los ya existentes.

La selección del proceso de tratamiento y optimización a implementar se realizará mediante un estudio cuyo objetivo incluye, definir la mejor opción desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y operativo, logrando un mayor aprovechamiento de las fortalezas y eficiencias obtenidas de cada tipo de proceso y tener un conocimiento de las limitaciones que se puedan presentar, los problemas de mantenimiento, facilidad o dificultad del control de los procesos y su capacidad de adaptación a la variación en las condiciones de trabajo y en especial que se apliquen al proyecto costos reales de inversión, de operación, puesta en marcha y mantenimiento.

En la selección las alternativas de tratamiento y optimización a implementar se deben tener en cuenta algunos aspectos como: el efluente deberá tener una calidad planteada en los objetivos de calidad independientemente de la calidad de agua afluente a la planta, todo esto conforme a lo dispuesto en la normatividad ambiental vigente, no exceder los impactos ambientales ya generados, se valorarán alternativas de reusó de los subproductos.

9.3 CARGAS CONTAMINANTES A VERTER SOBRE EL ESCENARIO FACTIBLE

Con la proyección del escenario factible se determinaron unas condiciones en las cuales es posible la realización de los usos identificados y con el fin de superar los impactos sobre la corriente principal del Río Bermúdez, se calculó las cargas contaminantes a verter en Ton/Año en un periodo de 0 a 10 años para las entradas representativas al cauce principal.

En el siguiente cuadro se muestran las proyecciones de cargas a verter de acuerdo al escenario factible para los vertimientos puntuales en los parámetros de DBO_5 y SST, para este cálculo se tomaron los datos de caudal teniendo en cuenta el crecimiento de la empresa POFRESCOL LTDA de 1.5 % anual y con los datos proyectados de producción de lixiviados entregado por EMAS Pasto S.A E.S.P y los datos de concentración se obtuvieron de los resultados del escenario factible.

Cuadro 93. Proyecciones de carga contaminante a verter

CONCENTRACIONES META mg/l	PROYECCIONES CARGA TON/AÑO														
USUARIOS	2012			2013			2014			2015			2016		
	CAUDAL	DBO5	SST	CAUDAL	DBO5	SST	CAUDAL	DBO5	SST	CAUDAL	DBO5	SST	CAUDAL	DBO5	SST
RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A	2	4,770	1,600	1,436	4,530	1,520	1,412	4,453	1,496	1,64	5,178	1,740	1,99	6,273	2,108
POFRESCOL LTDA	2,639	2,180	4,760	2,678	2,220	4,830	2,72	2,251	4,906	2,76	2,284	4,980	2,80	2,318	5,053
USUARIOS	2017			2018			2019			2020			2021		
	CAUDAL	DBO5	SST	CAUDAL	DBO5	SST	CAUDAL	DBO5	SST	CAUDAL	DBO5	SST	CAUDAL	DBO5	SST
RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A	1,88	5,922	1,990	1,73	5,449	1,831	1,64	5,166	1,736	1,56	4,916	1,652	1,17	3,683	1,238
POFRESCOL LTDA	2,84	2,353	5,130	2,88	2,384	5,197	2,93	2,425	5,285	2,97	2,461	5,365	3	2,483	5,414

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

A continuación se presentan las características de la principal corriente natural que es afectadas por vertimientos y las características de las descargas puntuales correspondientes a la construcción del Túnel de Daza, PofrescolLtda y el Relleno Sanitario Antanas, con las condiciones del escenario factible teniendo en cuenta que el vertimiento del Túnel de Daza Portal Norte se realizará durante la ejecución del proyecto y posteriormente serán escurrimientos naturales canalizados los cuales no deben alterar la calidad de la corriente receptora de estas aguas. Estas condiciones de calidad deben presentarse desde el segundo año y conservarse en el tiempo por la necesidad de asegurar los usos establecidos para la corriente, principalmente el consumo humano:

Cuadro 94. Cargas Contaminantes a Verter escenario factible 0 y 3 años

CALCULO DE CARGAS CONTAMINANTES ESCENARIO FACTIBLE 3 AÑOS					
PARAMETROS	**UNIDADES**	**AFLUENTE NATURAL RECEPTOR DE VERTIMIENTOS**	**VERTIMIENTOS**		
		Quebrada Pofrescol-Tunel	**Vertimiento EMAS**	**Vertimiento Pofrescol**	**Vertimiento Tunel DEVINAR S.A**
SOLIDOS TOTALES	Ton /año	407,23	105,09	19,54	277,52
SOLIDOS DISUELTOS	Ton /año	226,24	104,38	7,97	151,37
SOLIDOS SUSPENDIDOS	Ton /año	67,87	1,50	3,21	50,46
ALCALINIDAD TOTAL	Ton /año	90,50	18,57	6,43	75,69
NITRATOS	Ton /año	1,13	3,21	0,13	1,01
AMONIO	Ton /año	1,11	10,64	0,18	0,63
FOSFORO TOTAL	Ton /año	1,13	0,53	0,016	0,63
NITROGENO NTK	Ton /año	0,68	10,02	0,80	1,26
DBO	Ton /año	20,41	4,45	2,25	12,61
DQO	Ton /año	45,25	25,25	22,65	227,06

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Cuadro 95. Cargas Contaminantes a Verter Escenario Factible Entre 3 y 5 Años

CALCULO DE CARGAS CONTAMINANTES ESCENARIO FACTIBLE 5 AÑOS					
PARAMETROS	**UNIDADES**	**AFLUENTE NATURAL RECEPTOR DE VERTIMIENTOS**	**VERTIMIENTOS**		
		Quebrada Pofrescol-Tunel	**Vertimiento EMAS**	**Vertimiento Pofrescol**	**Vertimiento Tunel DEVINAR S.A**
SOLIDOS TOTALES	Ton /año	407,23	148,03	20,13	277,52
SOLIDOS DISUELTOS	Ton /año	226,24	147,03	8,21	151,37
SOLIDOS SUSPENDIDOS	Ton /año	67,87	2,11	3,31	50,46
ALCALINIDAD TOTAL	Ton /año	90,50	26,16	6,62	75,69
NITRATOS	Ton /año	1,13	4,52	0,14	1,01

AMONIO	Ton /año	1,11	14,99	0,19	0,63
FOSFORO TOTAL	Ton /año	1,13	0,75	0,017	0,63
NITROGENO NTK	Ton /año	0,68	14,11	0,83	1,26
DBO	Ton /año	20,61	6,27	2,32	12,61
DQO	Ton /año	45,25	35,57	23,34	227,06

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Cuadro 96. Cargas Contaminantes a Verter Escenario Factible entre 5 y 10 años

CALCULO DE CARGAS CONTAMINANTES ESCENARIO FACTIBLE 10 AÑOS					
PARAMETROS	**UNIDADES**	**AFLUENTE NATURAL RECEPTOR DE VERTIMIENTOS**	**VERTIMIENTOS**		
		Quebrada Pofrescol-Tunel	**Vertimiento EMAS**	**Vertimiento Pofrescol**	**Vertimiento Tunel DEVINAR S.A**
SOLIDOS TOTALES	**Ton /año**	407,23	86,93	21,57	277,52
SOLIDOS DISUELTOS	**Ton /año**	226,24	86,34	8,80	151,37
SOLIDOS SUSPENDIDOS	**Ton /año**	67,87	1,24	3,55	50,46
ALCALINIDAD TOTAL	**Ton /año**	90,50	15,36	7,10	75,69
NITRATOS	**Ton /año**	1,13	2,65	0,15	1,01
AMONIO	**Ton /año**	1,11	8,80	0,20	0,63
FOSFORO TOTAL	**Ton /año**	1,13	0,44	0,018	0,63
NITROGENO NTK	**Ton /año**	0,68	8,29	0,89	1,26
DBO	**Ton /año**	20,97	3,68	2,48	12,61
DQO	**Ton /año**	45,25	20,88	25,01	227,06

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Estas características muestran con respecto al escenario actual una reducción de la carga contaminante del afluente natural debido a la optimización de la planta de tratamiento de la empresa POFRESCOL LTDA y DEVINAR S:A mejorando las condiciones de la descarga e incrementando el porcentaje de remoción, además se evidencia la reducción del vertimiento proveniente del Relleno Sanitario Antanas por el mantenimiento y optimización de la planta de tratamiento generando mejores características del efluente, todo lo anterior incidiendo en la calidad de la corriente principal de acuerdo a los resultados del escenario factible.

9.4 REGLAMENTACION DE VERTIMIENTOS

Vista de manera integral, la reglamentación de vertimientos como proceso para ordenar la calidad del Recurso hídrico deben enfocarse a partir del marco normativo que establece las condiciones y reglas especiales para dos aspectos claves:

- La clasificación del los usos del recurso hídrico como punto de partida para seleccionar los cuerpos de agua que pueden ser habilitados como receptores de descargas líquidas puntuales.
- La utilización de los cuerpos de agua como receptores de descargas líquidas puntuales

Con el fin de recuperar las condiciones de la corriente y permitir la destinación de su uso de acuerdo a las necesidades de la comunidad asentada en esta zona y con el análisis de los escenarios proyectados es necesario determinar las características de los vertimientos que afectan la calidad de la corriente y alteran sus características impidiendo su destinación para los usos identificados, por lo tanto los usuarios de vertimientos deben generar acciones tendientes a cumplir con los objetivos de calidad y cumplir con las siguientes características de sus efluentes:

Cuadro 97. Reglamentación de Vertimientos

USUARIO	CONCENTRACION ACTUAL mg/l 2011		REGALMENTACION VERTIMIENTO mg/l 2013	
	DBO5	SST	DBO5	SST
POFRESCOL LTDA	450	212	70	100
RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A	245	42,5	100	33,6
DEVINAR S.A	10	800	10	40

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

9.5 PROYECTO DE DISTRIBUCION DE CAUDALES

Muchos de los problemas asociados a la disponibilidad de agua se fundamentan en la inexistencia de un marco de normas de convivencia frente a la forma como se usa el recurso y la cantidad de agua que se puede sustraer de un cuerpo de agua. Se considera la distribución de caudales como una herramienta clave para la prevención de conflictos entre usuarios del recurso hídrico y se precisa como el procedimiento que se aplica para obtener una mejor distribución de las aguas, teniendo en cuenta el reparto actual de consumo así como también las necesidades de los usuarios y el ecosistema acuático.

Los usuarios del recurso identificados en la fase diagnostica son los siguientes:

Cuadro 98. Usuarios concesiones cauce principal rio Bermudez

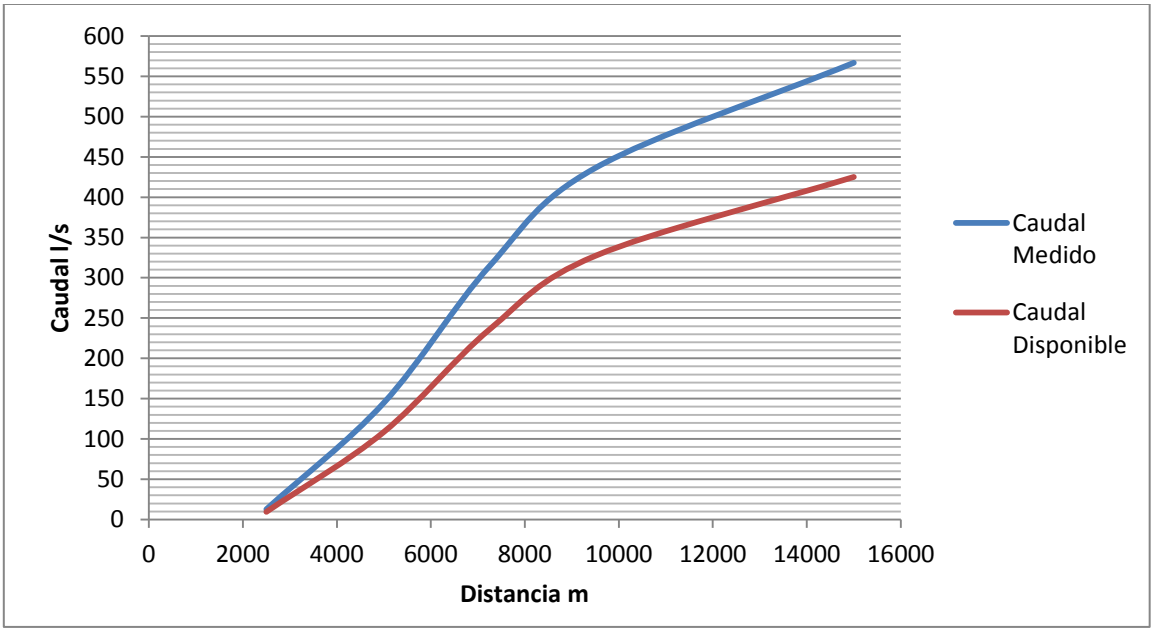
USUARIO	CONCECION	CAUDAL CAPTADO	USO
POFRESCOL LTDA	Resolución 056 del 20/02/2006	3 l/s	Industrial y domestico
Municipio de Chachagüi	Resolución 198 del 08/03/2010	90 l/s	Consumo Humano
Asociacion de Cafeteros de Casabuy	Resolución 224 del 03/06/2009	20 l/s	Agrícola

Fuente: CORPONARIÑO 2011

Para la determinación del caudal disponible para ser distribuido se tuvo en cuenta la oferta hídrica neta calculada en el Índice de escasez del Rio Pasto cuyo valor es de 13,205 millones m^3/año para la subcuenca del Rio Bermúdez, a este valor ya se le ha aplicado los factores de reducción por régimen de estiaje (25%) y reducción por fuentes frágiles (25%), alternativa metodológica propuesta por el IDEAM, sobre la oferta hídrica superficial total.

Para estimar la curva de caudales sobre la oferta hídrica neta anteriormente descrita se tuvo en cuenta la medición de caudal tomada en campo y sobre esta base se trazó la curva de caudales que corresponda a la oferta neta de caudales medios de conformidad a lo calculado en el la estimación del índice de escasez como se muestra en la siguiente gráfica:

Figura 75. Caudal medido y Disponible Cauce Principal Rio Bermúdez.



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

A continuación se presenta la distribución de caudales teniendo en cuenta el caudal disponible y las necesidades de uso del recurso:

Figura 76. Distribucion de caudales cauce principal rio Bermudez

		CAUDAL CON REGLAMENTACION	DISTANCIA M	CAUDAL DISPONIBLE
			500	
			1000	
			1500	
			2000	
			2500	6,35
3 l/s	POFRESCOL LTDA	←	3000	
		3,35	3500	
			4000	
			4500	
			5000	72,445
		69,445	5500	
			6000	
			6500	
			7000	
90 l/s	BOCATOMA CHACHAGÜI	←	7500	157,293
		64,3	8000	
			8500	
	USO POTENCIAL		9000	
20 l/s	DISTRITO DE RIEGO	←	9500	218,16
		125,16	10000	
			10500	
			11000	
			11500	
			12000	
			12500	
			13000	
			13500	
			14000	
			14500	
			15000	283,408
		190,408	15500	
			16000	
			RIO PASTO	

9.6 VINCULACION DE INSTRUMENTOS DE CONTROL Y PLANIFICACION

Actualmente la Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO ha aprobado y adoptado el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Pasto mediante Acuerdo No. 004 del 24 de mayo de 2011 y teniendo en cuenta que la Subcuenca del Rio Bermúdez es un afluente al Rio Pasto, el PORH del Rio Bermúdez está articulado y encaminado a la consecución de los mismos objetivos propuestos y aprobados en el POMCH del río Pasto. El Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pasto en su etapa de Formulación establece y propone unos proyectos priorizados cuya implementación favorecería la materialización del escenario factible escogido para la preservación, mejoramiento y recuperación de la calidad del agua del cauce principal del Rio Bermúdez, por lo tanto se convierte en un instrumento de planificación de este recurso hídrico.

Los aportes de contaminación generados por vertimientos puntuales sobre la corriente principal del Rio Bermúdez como vertimientos realizados a sus afluentes están generando conflictos que comprometen los usos potenciales del recurso e impiden el cumplimiento de los objetivos de calidad, por tal razón es indispensable buscar alternativas que reduzcan el aporte de carga contaminante vertida a través de la implementación de sistemas de descontaminación su consecuente operación y mantenimiento, para lo cual es importante la vinculación de instrumentos de control y planificación, en este caso licencias ambientales, permiso de vertimientos, Planes de uso eficiente y ahorro del agua PUEAA.

Dentro de estos instrumentos de control y planificación se destacan los programas y proyectos incluidos en la licencia ambiental No. Resolución No. 277 del 29 de septiembre de 2003 del Relleno Sanitario Antanas de los que se destacan:

- Programa de manejo de obras de infraestructura:
  - En este programa se proyecta la inspección y evaluación de drenaje de aguas subterráneas y superficiales, lo cual constituye la garantía de la estabilidad del Relleno y además la calidad del agua que discurren y afloran en los vasos que componen el relleno.
  - Proyecto sistema de drenaje de aguas de escorrentía: conducir adecuadamente las aguas de escorrentía producto de las precipitaciones que se presentan sobre el área del relleno con el fin de alejarlas de la masa de desechos y disminuir la percolación y contaminación y atenuar los efectos de arrastre.
  - Proyecto manejo, tratamiento y vertimiento de lixiviados: Proporcionar un manejo adecuado a los lixiviados mediante la construcción, operación y mantenimiento de las estructuras de drenaje que permitan recolectar y transportar los lixiviados producidos. Lograr un nivel de depuración de los lixiviados que permita el cumplimiento de las normas de vertimiento. Prevenir y minimizar la contaminación de los cuerpos superficiales y subsuperficiales de agua en el área de influencia del relleno.

- Programa manejo de coberturas vegetales:
  - Proyecto lineamientos para el ordenamiento de la Quebrada Yuyas: de acuerdo al análisis de riesgo se debe realizar actividades tendientes al manejo adecuado y estrategias que permitan conservar la calidad de esta fuente hídrica.

Además el Relleno sanitario Antanas cuenta con la aprobación de la primera etapa del permiso de vertimientos mediante Resolución 128 del 2010 en la cual se establecen unos compromisos como son:

- Cumplir con porcentajes mínimos de remoción del sistema de tratamiento de lixiviados y el plan de monitoreo a fuentes superficiales y subsuperficiales.
- Programa de monitoreo a la línea de conducción y plan de contingencias contra derrames y filtraciones al suelo.
- Adecuado manejo aguas de escorrentía.
- De acuerdo al Decreto 1900 del 2006 *Todo proyecto que involucre en su ejecución el* uso del agua tomada directamente de fuentes naturales y que esté sujeto a la obtención de licencia ambiental, deberá destinar el 1% del total de la inversión para la recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica.

El Relleno Sanitario Antanas es un usuario de vertimiento cuya fuente receptora es el Rio Bermúdez, por lo tanto debe cancelar tasa retributiva lo que se convierte también en un instrumento de control y planificación.

Para la construcción del Túnel de Daza también se emitió Licencia Ambiental No. 1494 de 31 de Julio del 2009 en la cual se establecen compromisos, algunos se mencionan a continuación:

- El establecimiento de 19,65 ha de especies nativas de pastos naturales.
- el establecimiento de 80,5 ha de especies nativas de bosque natural.
- Tratamiento de aguas residuales previo vertimiento.
- Ejecutar los programas establecido en el Plan de Manejo.

Este proyecto como generador de vertimientos también debe cancelar tasa retributiva, además cuenta con una concesión de aguas y un Plan de uso eficiente y ahorro del agua que está en revisión, todo lo anterior se considera como unos instrumentos de control y planificación.

La Empresa PofrescolLtda cuenta con autorización ambiental No.977 de 1997 en el cual se establece unos compromisos que debe ejecutar, además es usuario de vertimientos por lo tanto genera cobro de tasa retributiva y además cuenta con un Plan de uso eficiente y Ahorro del agua aprobado mediante Resolucion No. 759 de Septiembre del 2010, en donde se establecen algunos proyectos tendientes a la reducción y minimización del agua utilizada en el proceso productivo de sacrificio y procesamiento de aves lo que permite también reducir el caudal vertido y por lo tanto la carga contamínate, algunos de estos proyectos son:

- Conservación y protección de nacimientos y áreas estratégicas de la fuente abastecedora de la empresa POFRESCOL LTDA.
- Reducción del consumo del recurso hídrico por la planta POFRESCOL LTDA.
- El uso adecuado y racional del agua en el ambiente laboral de la empresa POFRESCOL LTDA.
- Meta de reducción aproximada de consumo de agua.

9.7 METAS DE DESCONTAMINACION

El Rio Bermúdez es afectado por aguas residuales provenientes de actividades industriales y de servicios que alteran la calidad del agua, por lo tanto es importante establecer mecanismos de control de la contaminación estableciendo topes y niveles de descarga que permitan la destinación del recurso para los usos identificados anteriormente.

La definición de metas de carga contaminante, es un procedimiento de control y planeación quinquenal. Para este proceso se contó con información de los usuarios y cargas vertidas, así como también la evaluación de la calidad de la fuente receptora en este caso el Rio Bermúdez mediante el análisis de la capacidad de dilución y asimilación y evaluación del nivel de presión sobre el cuerpo de agua. El establecimiento de metas de reducción de cargas puntuales de DBO_5 y SST, tienen coherencia y están ligados a la propuesta de objetivos de calidad y por lo tanto se debe adelantar su aplicación y evaluación, ya que los objetivos de calidad se fijaron de acuerdo a la destinación del recurso a sus usos preponderantes identificados, en consecuencia los objetivos de calidad de la corriente deben reflejar el escenario factible es decir, lo que se espera del recurso y por lo tanto las metas de reducción deben ser coherentes y estar de acuerdo a los objetivos y usos planteados.

De acuerdo al Decreto 3930 de 2010, el proceso de establecimiento de metas de reducción debe considerarse como requisitos cuantificados que tienen su origen en los objetivos de calidad, deben cumplirse para alcanzar dichos objetivos y ser fijados en el marco del cobro de tasas retributivas. Por lo tanto se establecen para el cauce principal del Rio Bermúdez las siguientes metas de reducción de carga contaminante para los siguientes dos quinquenios así:

Cuadro 99. Metas de Reduccion de Carga Contaminante Vertida. Primer Quinquenio

META DE REDUCCION CARGA CONTAMIANATE VERTIDA SOBRE CAUCE PRINCIPAL RIO BERMUDEZ PRIMER QUINQUENIO							
		DBO5 (TON/AÑO)			SST (TON/AÑO)		
USUARIO	**AÑOS**	CARGA PROYECTADA	PROPUESTA DE REDUCCION	CARGA META A VERTER	CARGA PROYECTADA	PROPUESTA DE REDUCCION	CARGA META A VERTER
POFRESCOL LTDA	**2012**	14,04	11,86	2,18	6,62	1,85	4,76
	2013	14,25	12,03	2,22	6,71	1,88	4,83
	2014	14,47	12,22	2,25	6,82	1,91	4,91
	2015	14,69	12,40	2,28	6,92	1,94	4,98
	2016	14,90	12,58	2,32	7,02	1,97	5,05
RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A	**2012**	11,67	6,91	4,77	2,03	0,42	1,60
	2013	11,09	6,57	4,53	1,92	0,40	1,52
	2014	10,91	6,46	4,45	1,89	0,40	1,50
	2015	12,69	7,51	5,18	2,20	0,46	1,74
	2016	15,37	9,10	6,27	2,67	0,56	2,11
DEVINAR S.A	**2012 – 2016**	12,61	0,00	12,61	630,72	580,26	50,46

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Cuadro 100. Metas de Reduccion de Carga Contaminante Vertida. Segundo Quinquenio

META DE REDUCCION CARGA CONTAMIANATE VERTIDA SOBRE CAUCE PRINCIPAL RIO BERMUDEZ SEGUNDO QUINQUENIO							
		DBO5 (TON/AÑO)			SST (TON/AÑO)		
USUARIO	AÑOS	CARGA PROYECTADA	PROPUESTA DE REDUCCION	CARGA META A VERTER	CARGA PROYECTADA	PROPUESTA DE REDUCCION	CARGA META A VERTER
POFRESCOL LTDA	2017	2,35	0,00	2,35	5,13	0,00	5,13
	2018	2,38	0,00	2,38	5,20	0,00	5,20
	2019	2,42	0,00	2,42	5,29	0,00	5,29
	2020	2,46	0,00	2,46	5,36	0,00	5,36
	2021	2,48	0,00	2,48	5,41	0,00	5,41
RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A	2017	5,92	0,00	5,92	1,99	0,00	1,99
	2018	5,45	0,00	5,45	1,83	0,00	1,83
	2019	5,17	0,00	5,17	1,74	0,00	1,74
	2020	4,92	0,00	4,92	1,65	0,00	1,65
	2021	3,68	0,00	3,68	1,24	0,00	1,24
DEVINAR S.A	2017-2021	12,61	0,00	12,61	50,46	0,00	50,46

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Para el cumplimiento de los objetivos de calidad se estipularon las anteriores metas de reducción de vertimientos puntuales sobre el cauce principal del Rio Bermúdez, para el cálculo de las metas se proyectaron las cargas vertidas con las concentraciones que permiten según el escenario factible los usos potenciales de la corriente, es decir teniendo en cuenta la reglamentación de vertimientos y los caudales proyectados a verterse.

Estas metas deben cumplirse desde el segundo año del primer quinquenio teniendo en cuenta que la construcción de la bocatoma del Municipio de Chachagüi está en curso. En el segundo quinquenio la propuesta de reducción es cero ya que las metas ya se están cumpliendo desde el primer quinquenio.

9.8 TASA RETRIBUTIVA

El Rio Bermúdez está siendo afectado en su calidad principalmente por vertimientos puntuales generados por procesos industriales y de servicios, es por ello que se requiere de proyectos alternativos que se orienten claramente a garantizar la recuperación de la sustentabilidad hídrica y busquen una relación de equilibrio con el medio ambiente. Alcanzar estos objetivos dependerá en gran medida de la capacidad de los actores para incorporar a sus intereses y objetivos nuevos proyectos que integren la satisfacción de las necesidades sociales, la viabilidad económica y el desarrollo sustentable.

La tasa retributiva por vertimientos puntuales es un instrumento económico que tiene como objetivo incentivar cambios en el comportamiento de los agentes contaminadores, internalizando en sus decisiones de producción el costo del daño ambiental que ocasiona su contaminación, esto con el fin de lograr metas ambientales que sean social y económicamente sostenibles.

Adicionalmente, se constituye en una fuente de recursos para la inversión en proyectos de descontaminación hídrica y monitoreo de la calidad del agua. En la siguiente tabla se presentan los recursos que serán captados por concepto de tasa retributiva de los dos usuarios de vertimientos sobre el cauce principal del Rio Bermúdez en tres escenarios: primero aplicando para el cobro de la tasa una tarifa mínima, el segundo teniendo en cuenta las metas de reducción de carga contamínate y la reglamentación de vertimientos que se aplican desde el segundo año y se mantienen a lo largo del tiempo y tercero sin metas de descontaminación, en estos cuadros se evidencia que en el escenario donde se aplican las metas de reducción se reduce el cálculo de la tasa retributiva siendo este un indicador de que las acciones tendientes a cumplir con las metas de descontaminación minimizan representativamente los costos que se deberán cancelar por concepto de tasa retributiva.

Cuadro 101. Proyección tasa retributiva con tarifa mínima

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - RIO BERMUDEZ															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MINIMA															
USUARIO	2012			2013			2014			2015			2016		
	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	
RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A	9194,3	1594,9	$ 1.888.373	11095,0	1924,6	$ 1.405.144	10909,56	1892,48	$ 1.434.162	12686,62	2200,74	$ 1.731.148	15367,7	2665,8	$ 2.176.673
POFRESCOL LTDA	13836,4	6518,5	$ 1.121.801	14251,5	6714,0	$ 2.018.935	14468,11	6816,09	$ 2.127.504	14685,23	6918,38	$ 2.241.491	14900,8	7019,9	$ 2.360.815
DEVINAR S.A	12610	630720	$ 32.091.227	12610	630720	$ 33.310.694	12610	630720	$ 34.576.500	12610	630720	$ 35.890.407	12610	630720	$ 37.254.243
TOTAL			$ 35.101.402			$ 36.734.773			$ 38.138.167			$ 39.863.046			$ 41.791.730

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Cuadro 102. Proyección tasa retributiva con tarifa mínima

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - RIO BERMUDEZ															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MINIMA															
USUARIO	2017			2018			2019			2020			2021		
	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
RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A	14510,0	2517,0	$ 2.133.297	13351,1	2316,0	$ 2.037.496	12655,7	2195,4	$ 2.004.768,8	12045,33	2089,50	$ 1.980.587	9024,3	1565,4	$ 1.540.238
POFRESCOL LTDA	15129,1	7127,5	$ 2.488.071	15326,5	7220,5	$ 2.616.321	15586,2	7342,8	$ 2.761.758,3	15820,35	7453,14	$ 2.909.772	15965,1	7521,3	$ 3.047.979
DEVINAR S.A	12610	630720	$ 38.669.904	12610	630720	$ 40.139.360	12610	630720	$ 41.664.656	12610	630720	$ 43.247.913	12610	630720	$ 44.891.333
TOTAL			$ 43.291.272			$ 44.793.178			$ 46.431.183			$ 48.138.272			$ 49.479.551

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Cuadro 103. Proyección tasa retributiva con cumplimiento de metas de reducción

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - RIO BERMUDEZ															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2012			2013			2014			2015			2016		
	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	
RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A	9194,3	1594,9	$ 1.121.801	4528,6	1521,6	$ 610.666	4452,9	1496,2	$ 623.277	5178,2	1739,9	$ 752.345	6272,5	2107,6	$ 945.967
POFRESCOL LTDA	13836,4	6518,5	$ 1.888.373	2216,9	4832,8	$ 505.209	2250,6	4906,3	$ 532.377	2284,4	4979,9	$ 560.900	2317,9	5053,0	$ 590.759
DEVINAR S.A	12610	630720	$ 32.091.227	12610	50460,0	$ 4.032.688	12610	50460,0	$ 4.185.930	12610	50460,0	$ 4.344.995	12610	50460,0	$ 4.510.105
TOTAL			$ 35.101.402			$ 5.148.562			$ 5.341.583			$ 5.658.240			$ 6.046.831

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Cuadro 104. Proyección tasa retributiva con cumplimiento de metas de reducción

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - RIO BERMUDEZ															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2017			2018			2019			2020			2021		
	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
RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A	5922,5	1989,9	$ 927.116	5449,4	1831,0	$ 885.482	5165,6	1735,6	$ 871.259	4916,5	1651,9	860749	3683,4	1237,6	$ 669.377
POFRESCOL LTDA	2353,4	5130,4	$ 622.603	2384,1	5197,4	$ 654.696	2424,5	5285,5	$ 691.089	2460,9	5364,9	728128	2483,5	5413,9	$ 762.712
DEVINAR S.A	12610	50460,0	$ 4.681.489	12610	50460,0	$ 4.859.385	12610	50460,0	$ 5.044.042	12610	50460,0	$ 5.235.716	12610	50460,0	$ 5.434.673
TOTAL			$ 6.231.208			$ 6.399.563			$ 6.606.390			$ 6.824.593			$ 6.866.761

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Cuadro 105. Proyección tasa retributiva sin cumplimiento de metas

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - RIO BERMUDEZ															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO SIN CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2012			2013			2014			2015			2016		
	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	
RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A	9194,3	1594,9	$ 1.121.801	11095,0	1924,6	$ 1.443.988	10909,6	1892,5	$ 1.563.014	12686,6	2200,7	$ 2.018.288	15367,7	2665,8	$ 2.718.229
POFRESCOL LTDA	13836,4	6518,5	$ 1.888.373	14251,5	6714,0	$ 2.154.443	14468,1	6816,1	$ 2.591.586	14685,2	6918,4	$ 3.144.161	14900,8	7019,9	$ 3.786.899
DEVINAR S.A	12610	630720	$ 32.091.227	12610	630720	$ 46.040.314	12610	630720	$ 77.519.875	12610	630720	$ 118.183.127	12610	630720	$ 165.384.007
TOTAL			$ 35.101.402			$ 49.638.745			$ 81.674.475			$ 123.345.575			$ 171.889.136

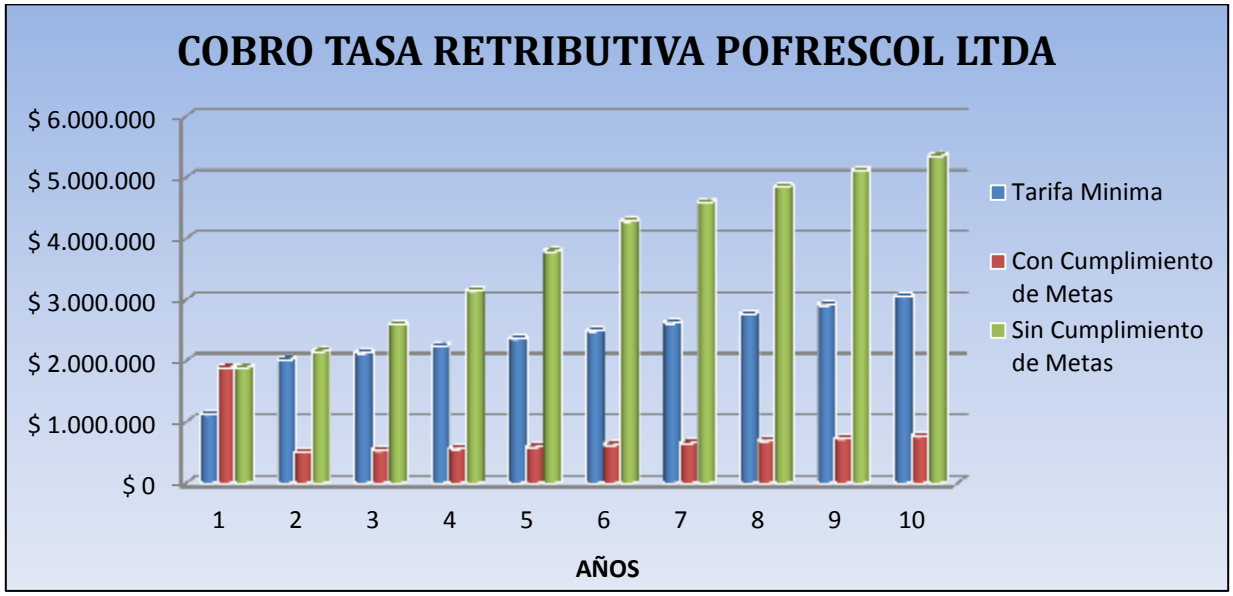
Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Cuadro 106. Proyección tasa retributiva sin cumplimiento de metas

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA MIRAFLORES															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO SIN CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2017			2018			2019			2020			2021		
	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
RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A	14510,0	2517,0	$ 2.767.266	13351,1	2316,0	$ 2.671.158	12655,7	2195,4	$ 2.628.252	12045,3	2089,5	$ 2.596.550	9024,3	1565,4	$ 2.019.253
POFRESCOL LTDA	15129,1	7127,5	$ 4.283.268	15326,5	7220,5	$ 4.591.855	15586,2	7342,8	$ 4.847.108	15820,3	7453,1	$ 5.106.885	15965,1	7521,3	$ 5.349.448
DEVINAR S.A	12610	630720	$ 197.529.457	12610	630720	$ 212.705.168	12610	630720	$ 220.787.964	12610	630720	$ 229.177.907	12610	630720	$ 237.886.667
TOTAL			$ 204.579.991			$ 219.968.180			$ 228.263.325			$ 236.881.341			$ 245.255.368

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

Figura 77. Cobro Tasa Retributiva PofrescolLtda

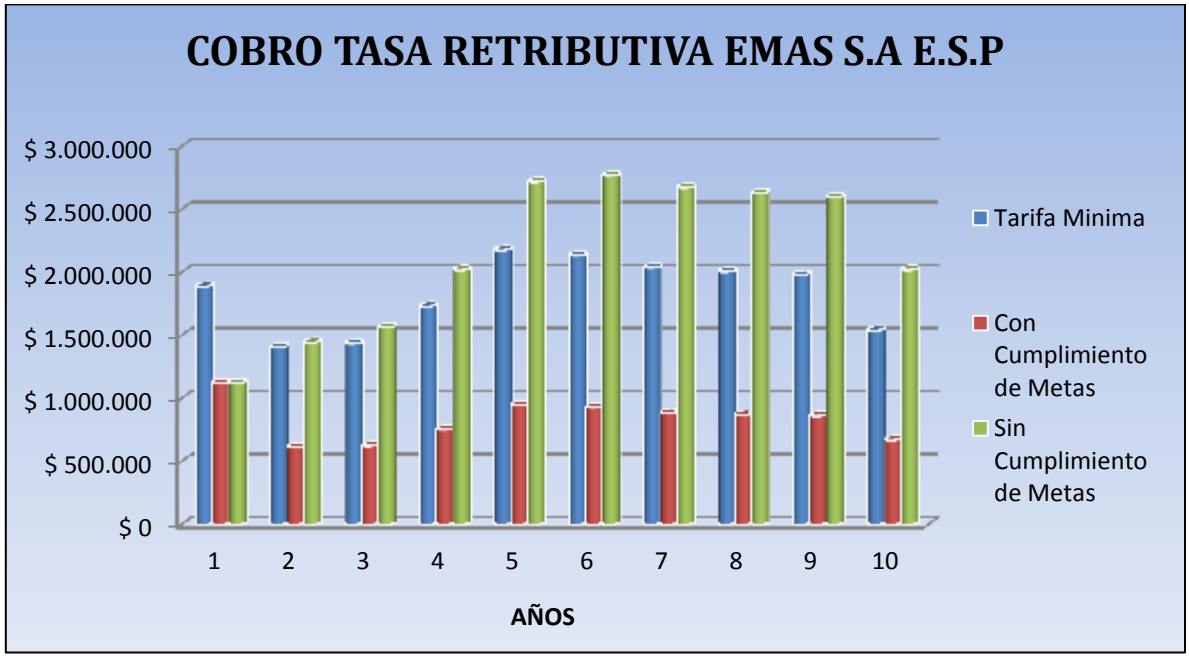


Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

En el grafico anterior se observa el cobro de la tasa retributiva anual para la empresa POFRESCOL LTDA en diferentes escenarios, el primero con la aplicación de la tarifa mínima donde el monto del a pagar se encuentra entre $ 1.121.801 a $ 3.047.979 en un periodo de 10 años teniendo en cuenta el crecimiento de la empresa, el segundo escenario se establece con la aplicación de la tarifa con el cumplimiento de las metas de descontaminación establecidas para cada año en la empresa con las concentraciones factibles a verter en donde el monto a pagar asciende entre $ 1.888.373 a $ 762.712, siendo este el menor valor a pagar de los tres escenarios y el tercer escenario corresponde a la aplicación del cobro de la tasa sin cumplimiento de las metas de descontaminación, en este caso el valor a pagar por la empresa se encuentra entre $ 1.888.373 a $ 5.349.448.

Con la anterior información se puede decir que la aplicación de acciones tendientes a la optimización y mantenimiento de la planta de tratamiento, mejorando las condiciones del efluente y cumpliendo con las metas de descontaminación genera una reducción del valor a pagar por concepto de tasa retributiva, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de la corriente receptora.

Figura 78. Cobro Tasa Retributiva Relleno Sanitario Antanas.

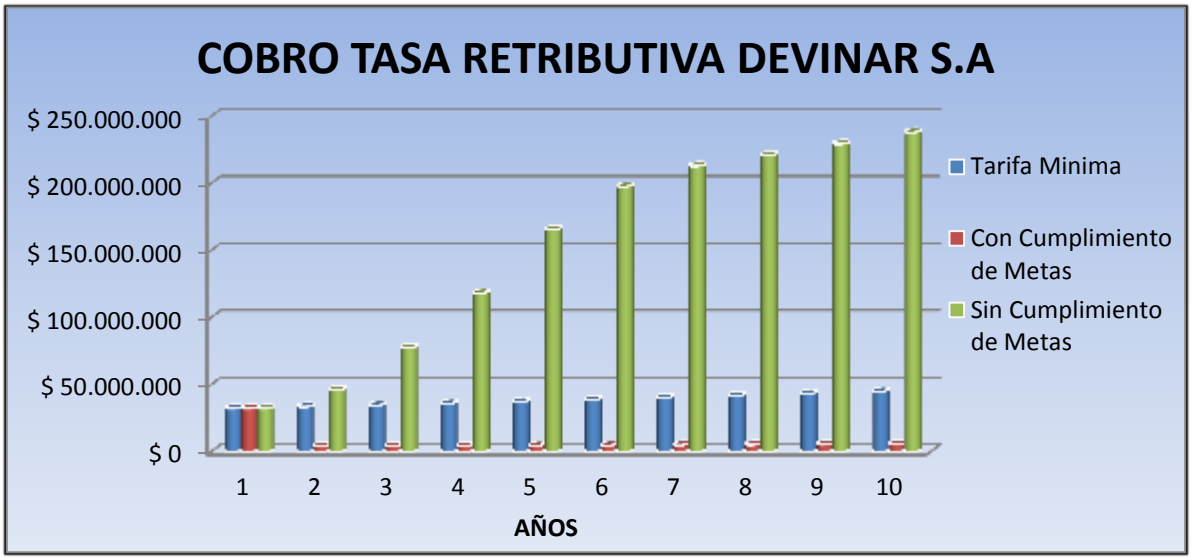


Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

El cobro por concepto de tasa retributiva para los vertimientos generados en el Relleno Sanitario Antanas se presentan en el anterior cuadro bajo tres escenarios: cobro con tarifa mínima, cobro con cumplimiento de las metas de descontaminación establecidas para cada año de acuerdo a los resultados del escenario factible, la proyección del lixiviado tratado y teniendo en cuenta los objetivos de calidad de la corriente receptora de estos vertimientos y el ultimo escenario corresponde al cobro de la tasa sin el cumplimiento de estas metas. En el primer caso se presentan unos valores a pagar entre $ 1.405.144 a $ 2.176.673, en el segundo caso unos valores entre $ 610.666 a $ 1.121.801 y en el tercer caso se presentan valores entre $ 1.121.801 a $ 2.767.266.

El análisis anterior evidencia la reducción del valor a pagar por concepto de tasa retributiva con el cumplimiento de las metas de descontaminación establecidas mediante la optimización y mantenimiento de la planta de tratamiento de lixiviados generando mejores características del efluente y por lo tanto la calidad de la corriente principal que es la fuente receptora de vertimientos y contribuyendo al cumplimiento de los objetivos de calidad de manera que se aseguren los usos actuales y potenciales del recurso hídrico.

Figura 79. Cobro Tasa Retributiva DEVINAR S.A



Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

La tasa Retributiva calculada para la empresa DEVINAR S.A se generó en tres escenarios los cuales se observan en el anterior gráfico, se calculó la tasa con una tarifa mínima que corresponde a una proyección anual considerando las cargas contaminantes de DBO_5 y SST vertidos acorte al escenario tendencia, es decir sin ningún tipo de optimización del sistema de tratamiento actual donde el cobro estaría entre $ 32.091.227 y $ 44.891.333. El cobro de tasa retributiva aplicando las metas de descontaminación establecidas en el plan de Ordenamiento se encuentra entre $ 32.091.227 y $ 5.434.673 observándose una reducción considerable del valor a pagar. El ultimo escenario corresponde al cobro de la tasa retributiva sin cumplimiento de las metas de descontaminación donde los valores a pagar estarían entre $ 32.091.227 a $ 237.886.667.

Para DEVINAR S. A los SST son el parámetro que incide notablemente en el cobro de tasa retributiva y mediante la proyección de los escenarios anteriores se evidencian que, la aplicación y cumplimiento de las metas de reducción reduce notablemente el valor de la Tasa Retributiva a pagar, además que se contribuye al cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para la corriente.

9.9 PROGRAMAS PROYECTOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO

El Plan de Ordenamiento del Recurso, es el instrumento de planificación básico para la administración del recurso hídrico, en él se articulan los procesos y productos desarrollados en las fases anteriores y se formulan los programas y proyectos necesarios para alcanzar el escenario factible. Los proyectos se estipulan a partir de las siguientes líneas de acción:

Descontaminación y Recuperación de la Calidad del rio Bermúdez: agrupa proyectos encaminados a la optimización y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y lixiviados además de laimplementación de sistemas tecnificados para el saneamiento básico en la zona rural, lo que permitirá recuperar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del rio además del cumplimiento de los Objetivos de Calidad trazados para la satisfacción de los usos definidos.

Protección y Conservación de la Calidad y Cantidad del rio Bermudez: agrupa proyectos dirigidos al mantenimiento de la calidad del agua en los tramos del rio 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.

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, identificados en la etapa de Diagnostico.

Seguimiento y Monitoreo al Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del rio Bermúdez: 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.

Como principales responsables de la ejecución de los proyectos, se tiene a la gobernación, las Alcaldías municipales de Pasto y Chachagüi, la empresa de servicios públicos Empochachagüi y el sector privado identificado que realizan descargas al Rio Bermúdez, para los primeros en los siguientes numerales se identificaron las fuentes de financiación, los cronogramas de costos y actividades y las fichas de proyectos. A partir de estas se proponen proyectos que se describen en la siguiente matriz:

Cuadro 107. Matriz de proyectos.

PROGRAMA	PROYECTOS	ACTIVIDADES	METAS	INDICADORES	COSTOS	FUENTES FINANCIACION	PLAZO DE EJECUCION
Descontaminación del recurso hídrico	Instalación sistemas sépticos en el sector rural de la Vereda Daza Bajo y La Josefina del Municipio de Pasto	- Capacitación - Suministro de materiales - Construcción - Monitoreo	Instalación de 140 sistemas sépticos individuales	No. sistemas sépticos instalados/No. Sistemas sépticos proyectados *100	300.000.000	Municipio de Pasto y Gobernación	3 AÑOS
	Instalación sistemas sépticos en el sector rural de las Veredas Palmas del Municipio de Chachagüi	- Capacitación, - Suministro de materiales y - Construcción - Monitoreo	Instalación de 100 sistemas de tratamiento de aguas residuales	No. sistemas sépticos instalados/No. Sistemas sépticos proyectados *100	220.000.000	Municipio de Chachagüi y Gobernación	3 AÑOS
	Optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa PofrescolLtda	- Diagnostico y Revisión del funcionamiento del sistema de tratamiento actual - Diagnostico - Estudios y diseño - Adecuación del predio - Fase I: tratamiento preliminar y primario - Fase II: Tratamiento secundario y biológico	- Diagnostico - Remoción del 95% de la carga contaminante vertida	% de remoción	150.000.000	Empresa PofrescolLtda	1 AÑO

		- Seguimiento y monitoreo - Programa de capacitación y mantenimiento					
	Mantenimiento y optimización del sistema de tratamiento de lixiviados del Relleno Sanitario Antanas EMAS Pasto E.S.P S.A	-Diagnostico - Estudios y diseño - Adecuación del predio - Fase I: tratamiento preliminar y primario - Fase II: Tratamiento secundario y biológico - Seguimiento y monitoreo	- Personal capacitado - Adecuado funcionamiento del sistema de tratamiento. .	- % de remoción acorde a la reglamentación de vertimiento, metas de reducción y objetivos de calidad.	200.000.000	EMAS Pasto E.S.P S.A	1 AÑO
Protección y conservación de la calidad del rio Bermúdez	Recuperación capa vegetal ronda hídrica	Diagnóstico ambiental, Adquisición de predios, compra de material vegetal, siembra mediante jornadas de reforestación comunitaria, mantenimiento y seguimiento	Recuperación de la ronda hídrica del cauce principal del Rio Bermúdez (45 ha)	No hectáreas recuperadas/ No hectáreas ronda hídrica intervenida *100	460.000.000	Municipio de Chachagüi, CORPONARIÑO, EMAS Pasto E.S.P S.A, POFRESCOL LTDA. DEVINAR S.A	7 AÑOS
	Protección y recuperación de fuentes abastecedoras de acueductos	Diagnóstico ambiental, Adquisición de predios, compra de material vegetal, siembra	Compra y aislamiento de predios localizados en bocatomas (100 ha)	No de hectáreas recuperadas / No hectáreas susceptibles a reforestación *100	1.000.000.000	Municipios de Pasto y Chachagüi, CORPONARIÑO, EMPOCHACHA	10 AÑOS

		mediante jornadas de reforestación comunitaria, mantenimiento y seguimiento				GÜI, Juntas administradoras de acueductos, EMAS Pasto E.S.P S.A, POFRESCOL LTDA. DEVINAR S.A	
	Formulación de un plan de desarrollo eco turístico	Formular el plan de desarrollo Ecoturístico	Realizar el diagnostico ecoturístico Formular el plan	Estudio realizado Plan formulado y ejecutado.	110.000.000	Gobernacion. alcaldía del municipio de Chachagüi, CORPONARIÑO.	3 AÑOS
	Educación Ambiental	Educación ambiental encaminada al cumplimiento de las metas establecidas en el PORH	Selección y priorización de los temas a tratar en las jornadas de capacitación, metodología y materiales, evaluación y seguimiento	Sensibilización y capacitación a la comunidad del área de influencia del Rio Bermúdez	400.000.000	Gobernación, alcaldías de los municipios de Pasto y Chachagüi, CORPONARÑO EMAS Pasto E.S.P S.A, POFRESCOL LTDA. DEVINAR S.A	10 años

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2011

9.9.1 PROGRAMA: DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

Este programa contempla los proyectos relacionados con la infraestructura para descontaminación, procesos de optimización y todos los proyectos que se vinculen con la descontaminación del recurso hídrico.

- **PROYECTO 1: SANEAMIENTO BASICO RURAL**

INSTALACIÓN DE 140 SISTEMAS SÉPTICOS INDIVIDUALES EN EL SECTOR RURAL DE LA VEREDA DAZA BAJO Y LA JOSEFINA MUNICIPIO DE PASTO

El manejo sanitario adecuado de aguas residuales domesticas de las veredas Daza y la Josefina del Municipio de Pasto ayudaran a disminuir los afluentes al rio Bermúdez provenientes de estas veredas que actualmente afectan la calidad de este recurso.

El saneamiento básico rural constituye un reto multidisciplinario e interinstitucional, es necesario crear las condiciones que mejoren la calidad de vida e incorporen variables de orden técnico, económico y social que contribuyan a lograr intervenciones sostenibles. En este aspecto las autoridades locales son quienes tienen la mayor oportunidad y responsabilidad de eliminar el riesgo para la salud que se puede encontrar en la ausencia o déficit del saneamiento básico y promover el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos.

Se presentan falencias en el manejo, tratamiento y disposición de las aguas residuales domésticas de los municipios de pasto y chachagüi en la parte rural, por cuanto no existe ninguna alternativa establecida para dar solución a esta problemática, ocasionando los problemas de contaminación ambiental que se generan por el vertimiento directo e indirecto sin tratamiento alguno. Igualmente esto se manifiesta en enfermedades para la población asentada en cercanías al cauce principal del rio y que utiliza estas aguas.

Por lo tanto es indispensable se realice un diagnóstico y se elabore un conjunto de programas, proyectos y actividades con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento básico rural de los vertimientos, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso, que definieron

- FUENTES DE FINANCIACION:

Cuadro 108. Fuentes de financiación proyecto Saneamiento Básico Rural

PROGRAMA	*PROYECTO*	*COSTO TOTAL*	*FUENTES DE FINANCIACION*	*% DE PARTICIPACION*	*COSTO DE PARTICIPACION*
Descontaminación del recurso hídrico	Instalación de 140 sistemas sépticos en el sector rural de la Vereda Daza Bajo y La Josefina Municipio de Pasto	300.000.000	Municipio de Pasto.	80	240.000.000
			Gobernación	20	60.000.000

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES Y COSTOS

Cuadro 109. Cronograma ejecución de actividades.

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES				
PROYECTO	***ACTIVIDADES A DESARROLLAR***	***% DE EJECUCION***		
		2012	***2013***	***2014***
Instalación sistemas sépticos en el sector rural de la Vereda Daza Bajo y La Josefina Municipio de Pasto	Capacitación a la comunidad en temas relacionados con sensibilización, manejo y mantenimiento de los sistemas a instalarse	50%	50%	
	Compra y adquisición de materiales y herramientas necesarias para la construcción y posterior mantenimiento de los sistemas a instalarse	50%	50%	
	construcción y puesta en marcha con ayuda de la comunidad de los 140 sistemas sépticos individuales		50%	50%
	Monitoreo, evaluación y seguimiento de la ejecución de las obras, actividades y cumplimiento de las metas.		50%	50%

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

Cuadro 110. Cronograma ejecución de Costos.

CRONOGRAMA EJECUCION DE COSTOS								
PROYECTO	**ACTIVIDADES**	**2012**		**2013**		**2014**		**TOTAL**
		%	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	**%**	**VALOR A EJECUTAR**	
Instalación sistemas sépticos en el sector rural de la Vereda Daza Bajo y La Josefina Municipio de Pasto	Capacitación	50	10.000.000	50	10.000.000			20.000.000
	Compra de materiales			50	119.000.000	50	119.000.000	238.000.000
	Construcción			50	21.000.000	50	21.000.000	42.000.000
							TOTAL=	300.000.000

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- FICHA DE PROYECTO

Cuadro 111. Instalacion sistemas septicos individuales sector rural Municipio de Pasto

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL **MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO** **PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BERMUDEZ**
PROGRAMA: DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO
NUMERO DEL PROYECTO: 1
NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACIÓN SISTEMAS SÉPTICOS INDIVIDUALESEN EL SECTOR RURAL DE LA VEREDA DAZA BAJO Y LA JOSEFINA MUNICIPIO DE PASTO
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: RECUPERACION CALIDAD RECURSO HIDRICO
DIAGNOSTICO: Las veredas Daza y la Josefina pertenecientes a área rural del Corregimiento de Morasurco, Municipio de Pasto no cuentan con sistemas de alcantarillad, por lo tanto las familias disponen las aguas residuales domesticas en algunos casos en pozos sépticos de construcción artesanal y otros son vertidos y transportados junto con las aguas grises mediante acequias las cuales conforman afluentes al rio Bermúdez afectando la calidad de este recurso y los usos aguas abajo.
ALCANCE: Instalación de 140 sistemas sépticos individuales en las veredas Daza y la Josefina del Municipio de Pasto.
JUSTIFICACION:
OBJETIVO DEL PROYECTO: manejo sanitario de excretas y tratamiento de las aguas residuales domésticas generadas y la recuperación de un mayor número de efluentes en forma factible y sostenible.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: Evaluar alternativas de la tecnología adecuada a instalar en esta área, diseñar y construir sistemas sépticos individuales para el manejo adecuado de aguas residuales domesticas provenientes de las familias asentadas sobre el área de influencia del cauce principal del rio Bermúdez que ocasiona alteraciones en la calidad del recurso hídrico y poder alcanzar los objetivos de calidad establecidos por el PORH.
LUGAR: Veredas Daza y La Josefina del Corregimiento de Morasurco, municipio de Pasto.
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Capacitación, compra y suministro de materiales y equipos, construcción y monitoreo.
TIEMPO DE EJECUCION: 3 años
RECURSOS NECESARIOS: Económicos: 300.000.000 Humanos: Mano de obra
RESPONSABLES: Comunidad beneficiada, Alcaldía Municipio de Pasto y el Departamento
FUENTES DE FINANCIACION: ALCALDIA MUNICIPAL – GOBERNACION
BENEFICIOS: Mejora de la calidad de vida, salud pública, saneamiento básico y calidad del recurso hídrico.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: No de sistemas sépticos instalados/ No total de sistemas septicos a instalar * 100

- **PROYECTO 2: SANEAMIENTO BASICO RURAL**

INSTALACIÓN DE 100 SISTEMAS SÉPTICOS INDIVIDUALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CAUCE PRINCIPAL EN LAS VEREDAS PALMAS DEL MUNICIPIO DE CHACHAGÜI.

Es importante el manejo adecuado de las aguas residuales domesticas en las veredas palmas bajo y alto ya que las condiciones actuales influyen en la salud de la comunidad asentada en esta zona, además es indispensable evaluar el tipo de sistemas a instalar por la ubicación de estas veredas y la topología del terreno.

- FUENTES DE FINANCIACION

Cuadro 112. Fuentes de financiacion saneamiento basico rural

PROGRAMA	*PROYECTO*	*COSTO TOTAL*	*FUENTES DE FINANCIACION*	*% DE PARTICIPACION*	*COSTO DE PARTICIPACION*
Descontaminación del recurso hídrico	Instalación de 80 sistemas sépticos en el sector rural de la Vereda Palmas Bajo del municipio de Chachagüi	220.000.000	Municipio de Chachagüi	80	176.000.000
			Gobernación	20	44.000.000

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES Y COSTOS

Cuadro 113. Cronograma de ejecucion de actividades

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES				
PROYECTO	*ACTIVIDADES A DESARROLLAR*	*% DE EJECUCION*		
		2012	*2013*	*2014*
Instalación de sistemas sépticos en el área de influencia del cauce principal en las Veredas Palmas del municipio de Chachagüi	Capacitación a la comunidad en temas relacionados con sensibilización, manejo y mantenimiento de los sistemas a instalarse	50%	50%	
	Compra y adquisición de materiales y herramientas necesarias para la construcción y posterior mantenimiento de los sistemas a instalarse	50%	50%	
	construcción y puesta en marcha de los 100 sistemas sépticos individuales		50%	50%
	Monitoreo, evaluación y seguimiento de la ejecución de las obras, actividades y cumplimiento de las metas.		50%	50%

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

Cuadro 114. Cronograma ejecucion de costos

CRONOGRAMA EJECUCION DE COSTOS								
PROYECTO	ACTIVIDADES	2012		2013		2014		TOTAL
		%	VALOR A EJECUTAR	%	VALOR A EJECUTAR	%	VALOR A EJECUTAR	
Instalación sistemas sépticos en el área de influencia del cauce principal en las Veredas Palmas del municipio de Chachagüi	Capacitación	50	7.500.000	50	7.500.000			15.000.000
	Compra de materiales	50	87.000.000	50	87.000.000			175.000.000
	Construcción			50	15.000.000	50	15.000.000	30.000.000
							TOTAL=	220.000.000

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- FICHA DE PROYECTO

Cuadro 115. Ficha de proyecto instalacion sistemas septicos en el Municipio de Chachagüi

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL **MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO** **PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BERMUDEZ**
PROGRAMA: DESCONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO
NUMERO DEL PROYECTO: 2
NOMBRE DEL PROYECTO*:* INSTALACIÓN DE SISTEMAS SÉPTICOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CAUCE PRINCIPAL EN LAS VEREDAS PALMAS DEL MUNICIPIO DE CHACHAGÜI
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: RECUPERACION CALIDAD RECURSO HIDRICO
DIAGNOSTICO: Parte de las veredas Palmas Alto y bajo se encuentran asentadas en la margen derecha del cauce principal del Rio Bermúdez y por la pendiente del terreno las familias no han podido construir pozos sépticos, por lo tanto para dar un solución temporal han construido acequias que llegan a un tanque y finalmente vertido al suelo en cercanías al rio con el fin evacuar las aguas residuales domesticas generando vectores, olores, inestabilidad del terreno y afectando la calidad de la corriente.
ALCANCE: Instalación de 100sistemas sépticos individuales en la zona de influencia del cauce principal del Rio Bermúdez en las veredas palmas Alto y bajo
OBJETIVO DEL PROYECTO: manejo sanitario de excretas y tratamiento de las aguas residuales domésticas generadas y la recuperación de un mayor número de efluentes en forma factible y sostenible.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: Evaluar alternativas de la tecnología adecuada a instalar teniendo en cuenta el número de familias y las características del terreno en esta área, diseñar y construir sistemas sépticos individuales para el manejo adecuado de aguas residuales domesticas provenientes de las familias asentadas sobre el área de influencia del cauce principal del rio Bermúdez que ocasiona alteraciones en la calidad del recurso hídrico y lograr alcanzar los objetivos de calidad establecidos por el PORH.
LUGAR: Veredas Palmas Alto y Bajo del Corregimiento de Hato Viejo, Municipio de Chachagüi.
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Capacitación, compra y suministro de materiales y

equipos y construcción
TIEMPO DE EJECUCION: 3 años
RECURSOS NECESARIOS: Económicos: 220.000.000 Humanos: Mano de obra
RESPONSABLES: Comunidad beneficiada, Alcaldía Municipio de Pasto y el Departamento
FUENTES DE FINANCIACION: ALCALDIA MUNICIPAL – GOBERNACION
BENEFICIOS: Mejora de la calidad de vida, salud pública, saneamiento básico y calidad del recurso hídrico.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: No de sistemas sépticos instalados/ No total de sistemas sépticos a instalar * 100

- **PROYECTO 3: OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA POFRESCOL LTDA**

De acuerdo con la fase diagnostica y prospectiva se observó que el efluente de la planta de tratamiento de la empresa PofrescolLtda no cumple con los porcentajes de remoción exigidos por la norma y teniendo en cuenta los usos del agua identificado aguas debajo de esta descarga como lo son agrícola, recreativo y principalmente para consumo humano es necesario que se implementen acciones a corto plazo que permitan el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para cada tramo de la corriente y las metas de descontaminación de tal forma que se aseguren los usos y no afecte la salud ni el bienestar de las comunidades que se benefician de esta corriente y se logre un equilibrio ambiental.

- FUENTES DE FINANCIACION:

Cuadro 116. Fuentes de financiación Optimizacion sistema de tratamiento PofrescolLtda

PROGRAMA	PROYECTO	COSTO TOTAL	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION
Descontaminación y Recuperación De La Calidad Del Recurso Hídrico	Optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa PofrescolLtda	150.000.000	Recursos propios	100%

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES

Cuadro 117. Ejecucion de actividades

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES			
PROYECTO	*ACTIVIDADES A DESARROLLAR*	*% DE EJECUCION*	
		2012	*2013*
Optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa PofrescolLtda	Diagnostico situación actual	100%	
	Estudios y diseño	100%	
	Adecuación del predio	100%	
	Fase I: tratamiento preliminar y primario	100%	
	Fase II: Tratamiento secundario y biológico	100%	

	Seguimiento y monitoreo		100%

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- FICHA DE PROYECTO:

Cuadro 118. Ficha de proyecto Optimizacion sistema de tratamiento PofrescolLtda

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL **MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO** **PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BERMUDEZ**
PROGRAMA: DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO
NUMERO DEL PROYECTO: 3
NOMBRE DEL PROYECTO:Optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa PofrescolLtda
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: RECUPERACION DE LA CALIDADRECURSO HIDRICO
DIAGNOSTICO: Los componentes del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa PofrescolLtda, actualmente no cumple con los porcentajes de remoción exigidos por la norma y esto se ve reflejado en la eficiencia del sistema y por consiguiente en la calidad del rio Bermúdez afectando los usos aguas debajo de la descarga, principalmente el uso para consumo humano.
ALCANCE:optimización del sistema de tratamiento alcanzando un porcentaje de remoción del 95 % cumpliendo los objetivos de calidad establecidos para el Rio Bermúdez y acorde a las metas de descontaminación.
JUSTIFICACION: Cumplir con los objetivos de calidad y metas de descontaminación en términos de remoción establecidos por la autoridad ambiental y la normatividad ambiental vigente.
OBJETIVO DEL PROYECTO: obtener un efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa PofrescolLtda con características que permitan el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para el rio Bermúdez y las metas de descontaminación.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: Evaluar las condiciones actuales del sistema de tratamiento de aguas residuales y diseñar estrategias que permitan la optimización reflejada en el porcentaje de remoción de la carga contamínate a ser vertida sobre la corriente.
LUGAR: Empresa PofrescolLtda, vereda Daza, Municipio de Pasto.
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Estudios y Diseños, adecuación del Predio, Inicio Fase I Tratamiento Preliminar y Primario, Inicio Fase II Tratamiento Secundario y biológico, Seguimiento y Monitoreo a cada actividad.
TIEMPO DE EJECUCION: 1 año
RECURSOS NECESARIOS: Económicos: $ 150.000.000 Humanos: Mano de obra calificada y mantenimiento.
RESPONSABLES: POFRESCOL LTDA
FUENTES DE FINANCIACION: POFRESCOL LTDA
BENEFICIOS: Cumplimiento de los objetivos de calidad, metas de descontaminación, reglamentación de vertimientos y normas vigentes.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: % porcentaje de remoción y objetivos de calidad

- **PROYECTO 4: OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LOS VERTIMIENTOS DEL TUNEL DE DAZA PORTAL NORTE –DEVINAR S.A**

Los vertimientos provenientes de la construcción del Túnel de Daza Portal Norte por las actividades de excavación y construcción están ocasionando alteración en la calidad del recurso hídrico principalmente por los sólidos y alteración del color del agua poniendo en riesgo los usos establecidos aguas debajo de la descarga, por lo tanto es necesario la implementación de mecanismos que permitan el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para cada tramo de la corriente y las metas de descontaminación de tal forma que se aseguren los usos y no afecte la salud ni el bienestar de las comunidades que se benefician de esta corriente y se logre un equilibrio ambiental, teniendo en cuenta que este vertimiento se proyecta hasta la finalización de las actividades ya que posteriormente deben corresponder a aguas canalizadas que no generen afectación a la calidad del recurso.

- FUENTES DE FINANCIACION:

Cuadro 119. Fuentes de financiacionOptimizacion sistema de tratamiento DEVINAR S.A

PROGRAMA	PROYECTO	COSTO TOTAL	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION
Descontaminación y Recuperación De La Calidad Del Recurso Hídrico	Optimización del sistema de tratamiento de los vertimientos del túnel de Daza portal norte –Devinar S.A	$50.000.000	Recursos propios	100%

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES

Cuadro 120. Cronograma de ejecucion de actividades

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES			
PROYECTO	*ACTIVIDADES A DESARROLLAR*	*% DE EJECUCION*	
		2012	*2013*
Optimización del sistema de tratamiento de los vertimientos del túnel de Daza portal norte –Devinar S.A	Diagnostico situación actual	100%	
	Estudios y diseño	100%	
	Adecuación del predio	100%	
	Construcción de unidades complementarias al sistema de tratamiento actual	100%	
	Seguimiento y monitoreo	100%	
			100%

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- **PROYECTO 5:MANTENIMIENTO Y OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DEL RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A**

El efluente de la planta de tratamiento de lixiviados del Relleno Sanitario Antanas, que es vertido sobre el rio ha generado impactos negativos sobre la subcuenca del Rio Bermúdez como la alteración de la calidad del recurso y por lo tanto la disponibilidad de este para otros usos generando conflictos con la comunidad. En el ultimo año el efluente vertido ha mejorado sus características cumpliendo con los porcentajes de remoción requeridos por la norma, por lo tanto es necesario que se mantenga y se optimice el sistema de tratamiento de tal manera que cumpla con los objetivos de calidad planteados para el Rio Bermúdez y las metas de descontaminación.

- FUENTE DE FINANCIACION:

Cuadro 121. Fuente de financiacion Mantenimiento y Optimizacion sistema de tratamiento lixiviados EMAS Pasto S.A E.S.P

PROGRAMA	PROYECTO	COSTO TOTAL	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION
Descontaminación y Recuperación De La Calidad Del Recurso Hídrico	Mantenimiento optimizacion del sistema de tratamiento de lixiviados del Relleno Sanitario Antanas EMAS Pasto E.S.P S.A	200.000.000	Recursos propios	100%

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES

Cuadro 122. Cronograma de ejecucion de actividades

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES			
PROYECTO	*ACTIVIDADES A DESARROLLAR*	*% DE EJECUCION*	
		2012	*2013*
Mantenimiento y optimizacion del sistema de tratamiento de lixiviados del Relleno Sanitario Antanas EMAS Pasto E.S.P S.A	Diagnostico situación actual	100%	
	Estudios y diseño	100%	
	Adecuación del predio	100%	
	Fase I: tratamiento preliminar y primario	100%	
	Fase II: Tratamiento secundario y biológico	100%	
	Seguimiento y monitoreo		100%

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- FICHA DE PROYECTO

Cuadro 123. Ficha de proyecto Mantenimiento y optimizacion sistema de tratamiento de lixiviados

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL **MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO** **PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BERMUDEZ**
PROGRAMA: DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO
NUMERO DEL PROYECTO: 5
NOMBRE DEL PROYECTO:MANTENIMIENTO Y OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DEL RELLENO SANITARIO ANTANAS EMAS PASTO E.S.P S.A
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: RECUPERACION DE LA CALIDAD RECURSO HIDRICO
DIAGNOSTICO: El sistema de tratamiento de lixiviados provenietes del relleno sanitario antanas en el último año ha optimizado la remoción de carga contamínate a ser vertida sobre la corriente, por lo tanto es necesario que se desarrollen acciones que permitan mantener y mejorar las características del efluente de la planta de tratamiento para dar cumplimiento a los objetivos de calidad.
ALCANCE: optimización del sistema de tratamiento alcanzando un porcentaje de remoción del 95 % cumpliendo los objetivos de calidad establecidos para el Rio Bermúdez y acorde a las metas de descontaminación.
JUSTIFICACION: Cumplir con los objetivos de calidad y metas de descontaminación en términos de remoción establecidos por la autoridad ambiental y la normatividad ambiental vigente.
OBJETIVO DEL PROYECTO: obtener un efluente de la planta de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario antas con características que permitan el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para el rio Bermúdez y las metas de descontaminación.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: Evaluar las condiciones actuales del sistema de tratamiento de aguas residuales y diseñar estrategias que permitan la optimización reflejada en el porcentaje de remoción de la carga contamínate a ser vertida sobre la corriente.
LUGAR: relleno sanitario antanas, Municipio de Pasto.
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Estudios y Diseños, adecuación del Predio, Inicio Fase I Tratamiento Preliminar y Primario, Inicio Fase II Tratamiento Secundario y biológico, Seguimiento y Monitoreo a cada actividad.
TIEMPO DE EJECUCION: 1 año
RECURSOS NECESARIOS: Económicos: $ 200.000.000 Humanos: Mano de obra calificada y mantenimiento.
RESPONSABLES: EMAS PASTO E.S.P S.A
FUENTES DE FINANCIACION: EMAS PASTO E.S.P S.A
BENEFICIOS: Cumplimiento de los objetivos de calidad, metas de descontaminación, reglamentación de vertimientos y normas vigentes.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: % porcentaje de remoción y objetivos de calidad.

9.9.2 PROGRAMA: PROGRAMA DE PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO BERMUDEZ

Este programa se relaciona con los proyectos encaminados a mejorar y preservar las condiciones de cantidad y calidad de las corrientes afluentes y sobre el cauce principal, para esto dentro de los programas identificados se encuentra la recuperación de la ronda hídrica y actividades relacionadas con educación ambiental y desarrollo ecoturistico. La financiación de este tipo de proyectos se realiza con la participación interinstitucional, con el apoyo de la comunidad a ser beneficiada, de esta manera cada actividad se ejecuta bajo la supervisión de cada entidad. A continuación se presentan los proyectos del programa de Protección y Conservación.

- **PROYECTO 6:RECUPERACIÓN CAPA VEGETAL RONDA HÍDRICA**

A lo largo del cauce principal del Rio Bermúdez se observa un deterioro de la capa vegetal y una invasión y desprotección de la ronda hídrica, por lo que se hace necesario realizar acciones tendientes que conlleven a mitigar estos impactos, para restablecer la función y la estructura de los ecosistemas asociados a esta microcuenca teniendo en cuenta que las rondas hídricas actúan como corredores de biodiversidad, retenedores de sedimentos, barreras naturales protectoras y reguladoras de los causes de agua, por lo tanto se plantea a continuación actividades para desarrollar en conjunto con la comunidad en pro de la conservación y recuperación de las zonas de ronda de la corriente.

- FUENTES DE FINANCIACION:

Cuadro 124. Fuentes de financiacionRecuperacion ronda hidrica

PROGRAMA	PROYECTO	COSTO TOTAL	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION
Protección y conservación de la calidad del Rio Bermúdez	Recuperación capa vegetal ronda hídrica	460.000.000	Alcaldía Municipio de Chachagüi	75,6	348.000.000
			CORPONARIÑO	17,82	82.000.000
			EMAS Pasto E.S.P S.A	2,17	10.000.000
			POFRESCOL LTDA	2,17	10.000.000
			DEVINAR S.A	2,17	10.000.000

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES Y COSTOS

Cuadro 125. Cronograma ejecucion de actividades

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES								
PROYECTO	*ACTIVIDADES A DESARROLLAR*	*% DE EJECUCION*						
		2012	*2013*	*2014*	2015	2016	2017	2018
Recuperación capa vegetal	Compra y/o adquisición de predios		5%	15%	15%	20%	20%	25%
	adquisidor material vegetal	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%
	siembra		17%	17%	17%	17%	17%	17%
	Mantenimiento			20%	20%	20%	20%	20%
	Seguimiento y monitoreo				25%	25%	25%	25%

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

Cuadro 126. Cronograma de ejecucion de costos

CRONOGRAMA EJECUCION DE COSTOS (millones de pesos)																
PROYECTO	**ACTIVIDADES**	**2012**		**2013**		**2014**		**2015**		**2016**		**2017**		**2018**		**TOTAL**
		%	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	
Recuperación capa vegetal	Compra y/o adquisición de predios			5	18	15	54	15	54	20	72	20	72	25	90	360
	Adquisición material vegetal	14	10	14	10	14	10	14	10	14	10	14	10	14	10	70
	siembra			16,6	1,66	16,6	1,66	16,6	1,66	16,6	1,66	16,6	1,66	16,6	1,66	10
	Mantenimiento					20	2	20	2	20	2	20	2	20	2	10
	Seguimiento y monitoreo							25	2,5	25	2,5	25	2,5	25	2,5	10
															TOTAL =	460

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- FICHA DE PROYECTO

Cuadro 127. Ficha de proyecto Recuperacion capa vegetal ronda hidrica

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL **MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO** **PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BERMUDEZ**
PROGRAMA: PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO BERMUDEZ
NUMERO DEL PROYECTO: 6
NOMBRE DEL PROYECTO: RECUPERACIÓN CAPA VEGETAL RONDA HÍDRICA RIO BERMÚDEZ
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: RECUPERACION CALIDAD Y CANTIDAD RECURSO HIDRICO
DIAGNOSTICO: En algunas áreas ubicadas a lo largo del cauce principal del Rio Bermúdez se encuentra intervenida la ronda hídrica por actividades agrícolas y pecuarias que deterioran la cobertura vegetal afectando la calidad y cantidad del recurso hídrico.
ALCANCE: Se proyecta una recuperación de la ronda hídrica de 45 hectáreas.
JUSTIFICACION: En la zona media y baja se observa la desprotección de la capa vegetal en la ronda hídrica por causas naturales y antrópicas, por lo tanto se ve la necesidad de realizar una restauración en estas zonas deterioradas y lograr la conservación de la calidad y cantidad del recurso.
OBJETIVO DEL PROYECTO: Realizar el restablecimiento total o parcial de la estructura y función de la capa vegetal en la ronda hídrica deteriorada por causas naturales o antrópicas que están afectando la calidad y cantidad del recurso.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: Identificar áreas en influencia al cauce principal del Rio Bermúdez susceptibles a ser reforestadas e iniciar actividades de recuperación y conservación con el establecimiento de especies nativas.
LUGAR: Zona media y baja comprendida entre la bocatoma del Municipio de Chachagüi hasta aguas arriba de la confluencia con el rio Pasto.
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Compra y/o adquisición de predios, adquisición de material vegetal, siembre, mantenimiento, seguimiento y monitoreo.
TIEMPO DE EJECUCION: 7 años
RECURSOS NECESARIOS: Económicos: $ 460.000.000 Humanos: Mano de obra y mantenimiento con apoyo de la comunidad.
RESPONSABLES: Comunidad beneficiada, Alcaldía Municipio de Chachagüi, EMAS Pasto E.S.P, POFRESCOL LTDA, CORPONARIÑO
FUENTES DE FINANCIACION: Alcaldía Municipio de Chachagüi, EMAS Pasto E.S.P, POFRESCOL LTDA, DEVINAR S.A Y CORPONARIÑO
BENEFICIOS: Recuperación de la ronda hídrica incrementando la calidad y cantidad del recurso.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: No de plantas en pie/ No total de plantas sembradas * 100

- **PROYECTO 7:PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE FUENTES ABASTECEDORAS DE ACUEDUCTOS**

En la parte alta de la microcuenca del Rio Bermúdez el corregimiento de Morasurco se encuentran gran diversidad de afloramientos de agua constituyéndose como una zona de recarga hídrica de la cual se benefician diversos acueductos veredales del municipio de Pasto y en la zona media del cauce del rio se ubica también la bocatoma que abastece al municipio de Chachagúi, por lo tanto es necesario que se establezcan actividades que conlleven a la recuperación de estas zonas en áreas intervenidas, implementando acciones de restauración ecológica incluyendo procesos de organización comunitaria para lograr la protección y el manejo de estos ecosistemas tan importantes para el abastecimiento agua y alta significancia ambiental**.**

- FUETES DE FINANCIACION

Cuadro 128. Fuentes de financiacion Proyecto proteccion y recuperacion fuentes abastecedoras de acueductos

PROGRAMA	PROYECTO	COSTO TOTAL	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION
Protección y conservación de la calidad del Rio Bermúdez	Protección y recuperación de fuentes abastecedoras de acueductos	1.000.000.000	Alcaldía Municipio de Chachagüi	25%	250.000.000
			Alcaldía Municipio de Pasto	42%	420.000.000
			EMPOCHACHAGÜI	10%	100.000.000
			CORPONARIÑO	10%	100.000.000
			EMAS Pasto S.A E.S.P	5%	50.000.000
			DEVINAR S.A	5%	50.000.000
			POFRESCOL LTDA	3%	30.000.000

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES Y COSTOS

Cuadro 129. Cronograma de ejecucion de actividades

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES										
PROYECTO	***ACTIVIDADES A DESARROLLAR***	***% DE EJECUCION***								
		2012	***2013***	***2014***	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Protección y recuperación de fuentes abastecedoras de acueductos	Compra y/o adquisición de predios		5%	10%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
	adquisidor material vegetal	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	siembra		10%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%
	Mantenimiento			12.5%	12.5%	12.5%	12.5%	12.5%	12.5%	12.5%	12.5%
	Seguimiento y monitoreo				14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

Cuadro 130. Cronograma de ejecucion de costos

CRONOGRAMA EJECUCION DE COSTOS (millones de pesos)																						
PROYECTO	**ACTIVIDADES**	**2012**		**2013**		**2014**		**2015**		**2016**		**2017**		**2018**		**2019**		**2020**		**2021**		**TOTAL**
		%	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	**%**	**Valor a ejecutar**	
Protección y recuperación de fuentes abastecedoras de acueductos	Compra y/o adquisición de predios			5	40	10	80		97	12	97	12	97	12	97	12	97	12	97	12	97	800
	Adquisición material vegetal	10	14	10	14	10	14	10	14	10	14	10	14	10	14	10	14	10	14	10	14	140
	siembra			10	2	11.25	2,25	11.25	2,25	11.25	2,25	11.25	2,25	11.25	2,25	11.25	2,25	11.25	2,25	11.25	2,25	20
	Mantenimiento					12.5	2,5	12.5	2,5	12.5	2,5	12.5	2,5	12.5	2,5	12.5	2,5	12.5	2,5	12.5	2,5	20
	Seguimiento y monitoreo							14,25	2,85	14,3	2,85	14,3	2,85	14,3	2,85	14,3	2,85	14,3	2,85	14	2,85	20
																					TOTAL=	1000

- FICHA DE PROYECTO

Cuadro 131. Ficha de proyecto proteccion y recuperacion fuentes abastecedoras de acueductos

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL **MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO** **PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BERMUDEZ**
PROGRAMA: PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO BERMUDEZ
NUMERO DEL PROYECTO: 7
NOMBRE DEL PROYECTO:*PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE FUENTES ABASTECEDORAS DE ACUEDUCTOS*
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: RECUPERACION CALIDAD Y CANTIDAD RECURSO HIDRICO
DIAGNOSTICO: La zona alta del Rio Bermúdez es de especial importancia por encontrarse diversos afloramientos de agua que abastecen acueductos veredas y ser zona de recarga hídrica que permite la derivación de caudal para el acueducto del municipio de Chachagüi.
ALCANCE: Se proyecta un recuperación de 100 ha en la parte alta del rio Bermúdez.
JUSTIFICACION: Es necesario implementar actividades enfocadas en la recuperación de zonas estratégicas que permitan la regulación del caudal necesario para el abastecimiento de las diferentes comunidades y la preservación de los ecosistemas de forma sostenible.
OBJETIVO DEL PROYECTO: Recuperación de la capacidad reguladora de los caudales de agua en la microcuenca del rio Bermúdez que abastece el sistema de agua potable de acueductos veredales del Municipio de Pasto y Chahcagüi.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: Definir, priorizar e implementar acciones de manejo y protección de la zona alta como fuente abastecedora de acueductos
LUGAR: Zona alta de la microcuenca del Rio Bermúdez ubicada en el corregimiento de morasurco, municipio de pasto.
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Compra y/o adquisición de predios, adquisición de material vegetal, siembre, mantenimiento, seguimiento y monitoreo.
TIEMPO DE EJECUCION: 10 años
RECURSOS NECESARIOS: Económicos: $ 1.000.000.000 Humanos: Mano de obra y mantenimiento con apoyo de la comunidad.
RESPONSABLES: Comunidad beneficiada, Alcaldía Municipio de Pasto y Chachagüi, EMPOCHACHAGÜI Y CORPONARIÑO
FUENTES DE FINANCIACION: Alcaldía Municipio de Chachagüi, EMPOCHACHAGÜI y CORPONARIÑO
BENEFICIOS: Recuperación de fuentes abastecedoras de acueductos veredales del Municipio de pasto y Chachagüi asegurando la cantidad y calidad del recurso.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: No de plantas en pie/ No total de plantas sembradas * 100

- **PROYECTO 8:FORMULACIÓN DE UN PLAN DE DESARROLLO ECO TURÍSTICO EN EL MUNICIPIO DE CHACHAGÜI**

El Municipio de Chachagüi cuenta con diversos factores como el clima, el paisaje, la flora, la fauna, el relieve, entre otros que le permite convertirse en un potencial atractivo turístico, por lo tanto es importante que se desarrollen proyectos tendientes al desarrollo ecotustico de la zona, implementando actividades ambientalmente amigables y que se realicen al aire libre o en áreas naturales como sinónimos de desarrollo turístico sustentable mediante la planificación ambiental integral. Se debe tener en cuenta que e ecotursimo es un producto en el que los usuarios encuentran actividades relacionadas con sitios naturales que le permitan interactuar con la naturaleza, conocerla, interpretarla y participar en acciones que contribuyan a su conservación.

- FUETES DE FINANCIACION

Cuadro 132. Fuentes de financiacion proyecto plan de desarrollo ecoturistico

PROGRAMA	PROYECTO	COSTO TOTAL	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION
Protección y conservación de la calidad del Rio Bermúdez	Formulación De Un Plan De Desarrollo Eco Turístico En El Municipio De Chachagüi	110.000.000	Alcaldía Municipio de Chachagüi	60%	66.000.000
			Departamento	30%	33.000.000
			CORPONARIÑO	10%	11.000.000

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

- FICHA DE PROYECTO

Cuadro 133. Ficha de proyecto Formulacion plan de desarrollo ecoturistico

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL **MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO** **PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BERMUDEZ**
PROGRAMA: PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO BERMUDEZ
NUMERO DEL PROYECTO: 8
NOMBRE DEL PROYECTO:FORMULACIÓN Y EJECUCION DE UN PLAN DE DESARROLLO ECO TURÍSTICO EN EL MUNICIPIO DE CHACHAGÜI
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: Educación ambiental, sensibilización y desarrollo turístico
DIAGNOSTICO: El Municipio de Chachagüi en la zona sobre el cauce principal del rio Bermúdez cuenta con variedad de potenciales turísticos que no han sido aprovechados mediante la planificación de actividades de recreación que generen recursos para los habitantes de esta región..
ALCANCE: Formulación de un plan de desarrollo ecoturistico
JUSTIFICACION: En el Municipio de Chahcagüi sobre el cauce principal del Rio Bermudez presenta un rico potencial ecoturístico hasta ahora inexplorado, en este sentido es necesario determinar mediante un estudio, los destinos, sitios ecoturísticos y los apoyos que esta actividad requiere de manera que se convierta en una actividad productiva para los habitantes de esta zona rural.
OBJETIVO DEL PROYECTO: Formular el plan de desarrollo Ecoturístico para el Municipio de Chacahgüi de manera planificada y responsable con el ambiente.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: Realizar una evaluación y diagnóstico de los potenciales turístico e identificación de las actividades que puedan desarrollar y la infraestructura necesaria para ejecutar estas actividades como senderos, deportes y actividades culturales.
LUGAR: Zona media y baja de la Subcuenca del Rio Bermúdez, Municipio de Chachagüi.
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Diagnostico, evaluación de alternativas, construcción y adecuación de infraestructura, capacitación de guías turísticos, adecuación para el desarrollo de actividades y promoción y divulgación de los potenciales turísticos.
TIEMPO DE EJECUCION: 3 años
RECURSOS NECESARIOS: Económicos: $ 110.000.000 Humanos: Mano de obra calificada y mantenimiento con apoyo de la comunidad.
RESPONSABLES: Gobernación, Alcaldía Municipio Chachagüi, CORPONARIÑO y Comunidad beneficiada
FUENTES DE FINANCIACION: Gobernación, Alcaldía Municipio Chachagüi, CORPONARIÑO
BENEFICIOS: Ingresos económicos para los habitantes de esta zona, promoción del turismo sostenible.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: etapas desarrolladas/ etapas totales para la formulación y puesta en marcha de las actividades* 100

- **PROYECTO 9:EDUCACION AMBIENTAL ENCAMINADA AL CUMPLIMIENTO DE LAS METAS ESTABLECIDAS EN EL PORH**

El proyecto de educación ambiental busca sensibilizar y dar a conocer la importancia de los recursos naturales mediante actividades que promuevan la protección del medio ambiente desde una perspectiva de desarrollo sostenible, fomentando actitudes y comportamientos pro ambientales a las comunidades educativas y comunidad del sector rural de la zona de influencia del Rio Bermúdez.

- FICHA DE PROYECTO

Cuadro 134. Ficha de proyecto educacion ambiental

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL **MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO** **PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BERMUDEZ**
PROGRAMA: PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO BERMUDEZ
NUMERO DEL PROYECTO: 9
NOMBRE DEL PROYECTO:EDUCACION AMBIENTAL ENCAMINADA AL CUMPLIMIENTO DE LAS METAS ESTABLECIDAS EN EL PORH
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: Educación ambiental, sensibilización y desarrollo sostenible a la comunidad involucrada en el PORH
DIAGNOSTICO: la comunidad de los municipios de Pasto y Chachagüi no tiene cultura ambiental en pro de la conservación y protección de los recursos naturales especialmente de la calidad del agua ya que piensan que este es un recurso ilimitado y renovable.
ALCANCE: Habitantes de los municipios de Pasto y Chachagüi sobre el área de influencia del Rio Bermúdez.
JUSTIFICACION: Debido al deterioro del recurso hídrico y la problemática relacionada con la calidad y cantidad, es necesario realizar el acompañamiento a la comunidad mediante jornadas de capacitación
OBJETIVO DEL PROYECTO: Fomentar actitudes y comportamiento pro ambientales mediante la aplicación del conocimiento y la sensibilización ciudadana respecto a los problemas del entorno ampliando la comprensión de los procesos ambientales y promoviendo una actitud crítica y sensible.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: Desarrollo de estrategias de educación ambiental, Implementación de jornadas de capacitación, talleres participativos, con el fin de sensibilizar a la comunidad en el tema relacionado con el plan de ordenamiento del Recurso Hídrico. .
LUGAR: Zona de influencia Rio Bermúdez, municipios de Pasto y Chachagüi.
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Identificación de la comunidad Beneficiada, selección y priorización de los temas a tratar en las jornadas de capacitación, metodología y materiales, evaluación y seguimiento
TIEMPO DE EJECUCION: 10 años
RECURSOS NECESARIOS: Económicos: $ 400.000.000 (40 millones por año) Humanos: Mano de obra calificada.
RESPONSABLES: Gobernación, Alcaldía Municipiosde Pasto y Chachagüi, CORPONARIÑO y Comunidad beneficiada

FUENTES DE FINANCIACION: Gobernación, Alcaldía Municipios de Pasto yChachagüi, CORPONARIÑO
BENEFICIOS: Comunidad Sensibilizada en el tema relacionado con el Ordenamiento del PORH y cambio de actitudes y comportamientos.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: Numero de talleres ejecutados/Numero de talleres proyectados *100

9.9.3 GESTION DEL RIESGO

Teniendo en cuenta los riesgos identificados en el diagnóstico y con el fin de garantizar la sostenibilidad, resulta prioritario la integración de los programas y proyectos y la ejecución de acciones orientadas a su conocimiento e intervención.Se entiende por riesgo la probabilidad de que se presente un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio en particular y durante un periodo determinado, resultado de interacciones entre amenazas y condiciones de vulnerabilidad. En este sentido, se reconoce la problemática de riesgos como un tema relacionado con la forma de uso, ocupación y transformación que afectan la disponibilidad del recurso en términos de calidad y cantidad. A continuación se presentan las acciones para la mitigación del riesgo asociado al recurso hídrico:

Cuadro 135. Gestion del riesgo

Tipo de Riesgo	Descripción del Riesgo	Acciones de mitigación
Riesgo por desabastecimiento de agua	- Cantidad insuficiente de agua para satisfacción de las necesidades de todos los beneficiarios o usuarios existentes y potenciales del recurso, identificado principalmente por taponamiento de bocatomas de acueductos veredales por deslizamientos principalmente en el Corregimiento de Hato Viejo.	- Control de la erosión en las partes altas y fuentes abastecedoras de acueductos
Riesgo por disminución del caudal natural de la corriente superficial	- Acciones Climáticas que generen disminución del caudal de manera temporal en ciertas épocas del año. - Acciones antrópicas que generen una disminución gradual del caudal principal de la corriente en el transcurso del tiempo, lo anterior intensificado por deforestación y desprotección de la ronda hídrica, además de captaciones ilegales del 100% de los afloramientos naturales como la Quebrada Robles y la avalancha. - Conflictos por el uso del recurso	- Recuperación de la ronda hídrica mediante reforestación. - Evaluación y control de las captaciones ilegales.

	evidenciado en captaciones de grandes cantidades de agua para uso industrial, provocando la reducción de caudal para consumo humano en el Corregimiento de Casabuy.	
Riesgo por contaminación de la corriente superficial	Alteración de la calidad fisicoquímica y bacteriológica natural del agua volviéndola no apta para la satisfacción de los usos estipulados por causa de vertimientos puntuales de la empresa PofrescolLtda, DEVINAR S.A y el Relleno Sanitario Antanas sobre la corriente principal y vertimientos domésticos, agrícolas sobre afluentes.	- Optimización de las plantas de tratamiento de aguas residuales y lixiviados. - Saneamiento básico rural.
Riesgo por la conducción de lixiviado	- Desestabilización del sistema de tratamiento de lixiviados por fallas operativas, geológicas que ocasionen el desequilibrio de las lagunas. - Riesgo por el sistema de conducción de lixiviados tratado proveniente del Relleno Sanitario Antanaspor, fugas y derrames ocasionados por desestabilización del sistema y deslizamientos de tierra, afectando los diversos predios que atraviesa la línea de conducción dedicados a la conservación y actividades agrícolas y pecuarias, además de la ronda hídrica por donde pasa la conducción.	- Programa de contingencias y prevención de derrames de sustancias nocivas, para este caso lixiviados, considerando emergencias como el vertimiento sin previo tratamiento y derrames sobre el suelo y fuentes hídricas.
Riesgo por inundaciones o desbordamientos	Crecimientos de caudal de la Corriente superficial que afecten a poblaciones ubicadas en áreas no apropiadas.	- Recuperación de la ronda hídrica y reforestación.

Fuente: Este estudio CORPONARIÑO 2011

9.9.4 PROGRAMA: SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO.

Cuadro 136. Seguimiento a programas y proyectos del PORH

EVALUACION Y SEGUIMIENTO A PROGRAMAS Y PROYECTOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RIO BERMUDEZ					
PROGRAMA	**PROYECTO**	**ACTIVIDAD**	**ACCION DE SEGUIMIENTO**	**TIEMPO**	**RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO**
DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO	**Instalación sistemas sépticos en el sector rural de la Vereda Daza Bajo y La Josefina del Municipio de Pasto**	Capacitación	Evaluación de la metodología y numero de talleres y familias capacitadas	1 mes después de la ejecución	CORPONARIÑO, Alcaldía Municipal
		Compra y adquisición de materiales , insumos y herramientas	Verificación de Documentos	1 mes después de la ejecución	
		Construcción y puesta en marcha	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO, Alcaldía municipal
		Monitoreo	Monitoreo corriente hídrica y disposición de residuos líquidos	1 vez al año	CORPONARIÑO Y Alcaldía municipal
	Instalación sistemas sépticos en el sector rural de las Veredas Palmas del Municipio de Chachagüi	Capacitación	Evaluación de la metodología y numero de talleres y familias capacitadas	1 mes después de la ejecución	CORPONARIÑO, Alcaldía Municipal
		Compra y adquisición de materiales , insumos y herramientas	Verificación de Documentos	1 mes después de la ejecución	
		Construcción y puesta en marcha	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO, Alcaldía municipal
		Monitoreo	Monitoreo corriente hídrica y disposición de residuos líquidos	1 vez al año	CORPONARIÑO Y Alcaldía municipal

	Optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa PofrescolLtda	Diagnostico situación actual	Revisión del diagnostico	3 Meses y Medio después de entregada la información	CORPONARIÑO
		Estudios y diseño	revisión y aprobación de estudios y diseños		
		Adecuación del predio	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO
		Fase I: tratamiento preliminar y primario	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO
		Fase II: Tratamiento secundario y biológico	Avance en Obra	2 veces al año	EMPOOBANDO
		Seguimiento y monitoreo	Monitoreo PTAR	2 Jornadas al año	PofrescolLtda
			Monitoreo Corriente Hídrica	2 Jornadas al año	CORPONARIÑO
			Monitoreo Corriente Hídrica	1 Jornada al año	ALCALDIA
	Mantenimiento y optimización del sistema de tratamiento de lixiviados del Relleno Sanitario Antanas EMAS Pasto E.S.P S.A	Diagnostico situación actual	Revisión del diagnostico	3 Meses y Medio después de entregada la información	CORPONARIÑO
		Estudios y diseño	revisión y aprobación de estudios y diseños		
		Adecuación del predio	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO
		Fase I: tratamiento preliminar y primario	Avance en Obra	2 veces al año	CORPONARIÑO
		Fase II: Tratamiento secundario y biológico	Avance en Obra	2 veces al año	EMPOOBANDO
		Seguimiento y monitoreo	Monitoreo PTAR	2 Jornadas al año	EMAS Pasto S.A E.S.P
			Monitoreo Corriente Hídrica	2 Jornadas al año	CORPONARIÑO
			Monitoreo Corriente Hídrica	1 Jornada al año	ALCALDIA

PROGRAMA	PROYECTO	ACTIVIDAD	ACCION DE SEGUIMIENTO	TIEMPO	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO BERMUDEZ	**RECUPERACION DE CAPA VEGETAL RONDA HIDRICA**	Compra y/o Adquisición de Predios.	Revisión de Documentación	1 Ves al año	CORPONARIÑO
		Siembra.	Verificación de actividad de siembra	En la jornada programada	CORPONARIÑO
		Mantenimiento.	Estado de árboles en pie.	Cada 6 meses	CORPONARIÑO
		Monitoreo	Verificar el estado de la siembra.	1 Ves al año	CORPONARIÑO
	Protección y recuperación de fuentes abastecedoras de acueductos	Compra y/o Adquisición de Predios.	Revisión de Documentación	1 Ves al año	CORPONARIÑO
		Siembra.	Verificación de actividad de siembra	En la jornada programada	CORPONARIÑO
		Mantenimiento.	Estado de árboles en pie.	Cada 6 meses	CORPONARIÑO
		Monitoreo	Verificar el estado de la siembra.	1 Ves al año	CORPONARIÑO
	Formulación de un plan de desarrollo eco turístico	Diagnostico	Revisión de documentación	3 meses y medio después de entregada la información	Alcaldía municipal
		Construcción y adecuación de infraestructura	Avance en Obra	2 veces al año	Alcaldía municipal
		Capacitación guías	Evaluación ficha metodológica	2 veces al año	CORPONARIÑO
		Promoción y divulgación	Revisión de Documentación	2 Ves al año	Alcaldía municipal
		Monitoreo	Verificación del estado de mantenimiento	2 veces al año	CORPONARIÑO
	EDUCACION AMBIENTAL ENCAMINADA AL CUMPLIMIENTO DE LAS METAS ESTABLECIDAD EN EL PORH.	Ejecución de las actividades de educación ambiental.	Evaluación ficha metodológica	1 Ves al año	CORPONARIÑO

Cuadro 137. Seguimiento a programas institucionales CORPONARIÑO.

PROGRAMA INSTITUCIONAL	PROYECTO	COSTO	INSTRUMENTO DE CONTROL	INDICADOR	TIEMPO DE SEGUIMIENTO	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
SEGUIMIENTO Y EVALUACION	INSTRUMENTOS DE CONTROL, PLANIFICACION Y ECONOMICOS PARA EL CONTROL DEL RECURSO HIDRICO EN LA EJECUCION DEL PORH RIO BOQUERÓN.	$ 25.000.000 (costo anual)	PUEA Cumplimiento plan de acción		El seguimiento a este tipo de planes se realiza anualmente	CORPONARIÑO
			Permiso de Vertimientos	Número de usuarios generadores de vertimientos con permiso		
				Número de usuarios generadores de vertimientos con cumplimiento de las disposiciones establecidas en el permiso		
			CONCESIONES	Número de usuarios que utilizan el recurso con concesión de agua.		
			Tasa de Uso	Número de usuarios que hacen uso del recurso con cobro de TU		
				Porcentaje de recaudo por TU		
			Tasa Retributiva	Número de usuarios que hacen uso del recurso con cobro de TR		
				Porcentaje de recaudo por TR		
		$ 150.000.000 (cada estación)	Estructuración de una Red de Monitoreo	Red de Monitoreo operando y con seguimiento	Cada 6 meses	IDEAM, CORPONARIÑO, ADMINISTRACION MUNICIPAL.
		$ 100.000 (cada estación)	Instalación de estación de muestreo.	Número de estaciones implementadas	Cada 6 meses	CORPONARIÑO ADMINISTRACION MUNICIPAL.

FUENTE: Esta Investigación CORPONARIÑO 2011.

CONCLUSIONES

- Los principales vertimientos que alteran las características naturales tanto del cauce principal del Rio Bermúdez, como de sus afluentes son las descargas de aguas residuales provenientes de la empresa de sacrificio y procesamiento de aves POFRESCOL LTDA, los lixiviados tratados del Relleno Sanitario Antanas, algunos vertimientos domésticos y agrícolas, identificados en el área de estudio**.**

- La parte alta de la subcuenca del Rio Bermúdez, presenta diversos afloramientos naturales de agua lo que la convierte en zona de recarga hídrica, importante para la regulación de caudal, que satisface las necesidades básicas de la comunidad como los acueductos veredales de esta zona.

- En la parte Baja de la subcuenca del Rio Bermúdez se observa una alta demanda por el recurso hídrico, presentando conflictos por el uso inadecuado del mismo, en los diferentes sectores agrícola, pecuario y doméstico, ya que no existen suficientes fuentes de abastecimiento, siendo el Rio Bermúdez la principal fuente potencial para los usos actuales y futuros de la comunidad.

- A partir de los resultados obtenidos de la modelación se identificó que las descargas de la empresa POFRESCOL LTDA es la que presenta mayor impacto a la calidad del recurso alterando las condiciones físicas, químicas y biológicas de la corriente principal además de los usos aguas abajo de la descarga principalmente el uso destinado a consumo humano.

- El área de influencia de la corriente principal está ubicada en zona rural de los Municipio de Pasto y Chachagüi que no cuentan con sistemas técnicos adecuados para la disposición final de aguas residuales, por lo tanto están siendo vertidos de forma artesanal al suelo y en algunos casos sobre afluentes al cauce principal afectando la calidad del recurso**.**

- Los tramos I, II, III y IV del Rio Bermúdez corresponden a los usos potenciales preponderantes agrícola, consumo humano, agrícola y/o recreativo y de preservación de flora y fauna, establecidos de acuerdo a las necesidades de la comunidad.

- 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 del Rio Bermúdez.

- De acuerdo a los escenarios generados y a los usos actuales y potenciales identificados se establece la necesidad de mejorar las condiciones de calidad del recurso en el tramo II de manera apremiante debido a la ejecución a corto plazo de la bocatoma del Municipio de Chachagüi.

- La implementación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del Rio Bermudez 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.

RECOMENDACIONES

- Con el fin de mejorar las condiciones de la corriente principal en cuanto a las características de calidad y cantidad del recurso se evidencia la necesidad de ejecutar los programas y proyectos contenidos en el presente documento articulados con el POMCH de la cuenca del Rio Pasto, PUEAA, EOT y planes de desarrollo de los municipios involucrados dentro del proceso, de manera que se viabilice la ejecución de los mismos**.**

- Es necesario realizar una socialización de los resultados obtenidos del presente estudio, tanto a las comunidades de los municipios directamente involucrados como también a las administraciones municipales y empresas generadoras de vertimientos, con el fin de que se conviertan en actores activos y permanentes para el cumplimiento de las metas propuestas.

- La recuperación de los ecosistemas vulnerables, rondas hídricas y fuentes abastecedoras de acueductos debe ser una prioridad regional. En este sentido las acciones para su recuperación deben provenir no solo de las alcaldías municipales, si no también deben provenir de la corporación regional, empresa privada, entidades departamentales y de la comunidad en general; ya que cualquier acción sin el aval y apoyo de la comunidad será totalmente improductiva.

- Es prioritaria la ejecución a corto plazo de acciones y proyectos tendientes al cumplimiento de los objetivos de calidad sobre la corriente principal con el propósito de que se aseguren los usos identificados principalmente el tramo II correspondiente a uso para consumo humano.

- Teniendo en cuenta que la comunidad asentada sobre el cauce principal del Rio Bermúdez es en su totalidad zona rural, es importante que las administraciones municipales tengan en cuenta en la planificación de sus programas la implementación y desarrollo de proyectos productivos que promuevan sistemas de producción sostenible, de manera que se beneficie la comunidad y el medio natural.

- Para el programa de educación ambiental se hace necesaria la articulación de todas las entidades involucradas en la recuperación del recurso hídrico.

- Dentro de la etapa de ejecución y puesta en marcha de los proyectos, se deben realizar las actividades de monitoreo pertinentes, con el fin de verificar que la eficiencia de los sistemas se encuentren dentro de lo establecido dentro de la normatividad ambiental vigente.

- Deberán revisarse y ajustarse todos los permisos de vertimiento de conformidad con lo dispuesto en el plan de ordenamiento del recurso hídrico y/o en la reglamentación de vertimientos.

- Para usuarios nuevos generadores de vertimientos, la carga contaminante a verter debe regirse a lo establecido en el presente documento PORH Rio Bermudez.

- CORPONARIÑO Deberá incluir dentro de su presupuesto la ejecución de los programas y proyectos propuestos en el plan de ordenamiento del recurso hídrico.

BIBLIOGRAFIA

BELMONTE, E. A. CASINO, E. VERES Y J. BERMÚDEZ. 2004**.** Un indicador global para la calidad del agua. Aplicación a las aguas superficiales de la Comunidad Valenciana**.** Estadística Española. Vol. 46. 156. p 357 a 384. España.

BROWN R. 1970**.**A Water Quality Index. – Do we dare?.Water Sewage Works 11.p 339-343.

CHAPRA., S. C (1997). Surface Water Quality Modeling.McGraw 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 EnvironmentalEngineeringDept., TuftsUniversity, Medford, MA.
GARCÍA J. M. y Grupo de Trabajo (1991). Evaluación aproximada de la carga contaminante afluente a zonas costeras proveniente de fuentes terrestres.

ITGE (1996). Calidad química y contaminación de las aguas subterráneas en España, período 1982-1993. Cuenca del Ebro. Madrid. 225 pp.

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.

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
MAVDT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Guía metodológica para el establecimiento de objetivos de calidad de los cuerpos de agua, en ausencia de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico. Bogotá, Septiembre de 2005.

MAVDT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 3100 de 2003, “Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización di recta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones. Bogotá, Octubre de 2003.

MS, MINISTERIO DE SALUD. Decreto 1594 de 1984, Capítulo 4, Criterios de Calidad para destinación del recurso. Bogotá, Julio de 1984.

_____, SUBCEA. Índice de escasez de agua superficial cuenca del río Pasto. San Juan de Pasto.

EOT. ordenamiento territorial Municipio de Chachagüi.

Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000, Título A. Bogotá, 2000.

SAINZ MORENO, L. & COMPAIRE FERNÁNDEZ, C. (1984). Animales y contaminación biótica ambiental. Serie Técnica del Instituto de Estudios Agrarios, Pesqueros y Alimentarios

SEOANEZ CALVO (1977). La contaminación agraria. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.