

PLAN DE ORDENAMIENTO
RÍO ORO Y SUS TRIBUTARIOS RÍOS FRÍO Y LATO

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 46 ENTRE EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS Y LA CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA – CDMB.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS REPÚBLICA DE COLOMBIA

BUCARAMANGA
MARZO DE 2014

CONSEJO DIRECTIVO CDMB

RICHARD AGUILAR VILLA
Gobernador de Santander y Presidente del Consejo Directivo.

EDWIN G. BALLESTEROS
Delegado del Señor Gobernador.

CESAR DE HART V.
Representante Presidente de la República.

OMAR ARIEL GUEVARA MANCERA
Delegado del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

ROQUE CALDERÓN CALDERÓN
Representante Sector Privado

EDGAR RODRIGUEZ DÍAZ
Representante Sector Privado

HELKIN CLAUDIO MARTIN CHAPARRO GARNICA
Representante ONG

ELKIN RENE BRICEÑO LARA
Representante ONG

JAVIER URIBE MOTTA
Alcalde de Lebrija

NESTOR FERNANDO DIAZ B.
Alcalde de Floridablanca

EZEQUIEL SUAREZ VILLABONA
Alcalde de Charta

DAVID AUGUSTO GONZALEZ JACOME
Alcalde de Vetas

DIRECTIVOS CDMB

LUDWING ARLEY ANAYA MÉNDEZ
Director General

CARLOS ALBERTO SUÁREZ SANCHEZ
Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

OSCAR RENÉ DURÁN
Subdirección de Evaluación y Control Ambiental

HUMBERTO PRADA GONZÁLEZ
Subdirección de Gestión Ambiental Urbana Sostenible

DAIRO EFRAÍN CASTRO FLORES
Subdirección de Gestión Ambiental Rural

GLADYS ELFIDIA BALLESTEROS MIRANDA
Subdirección de Recursos Físicos, Financieros y Administrativos

OSCAR MAURICIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
Subdirección de Control Interno

LUIS ALBERTO FLÓREZ CHACÓN
Secretaría General

EQUIPO MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

LUZ HELENA SARMIENTO VILLAMIZAR
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

PABLO VIEIRA SAMPER
Viceministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

CLAUDIA PATRICIA PINEDA GONZÁLEZ
Directora Gestión Integral de Recurso Hídrico

CLAUDIA LILIANA BUITRAGO AGUIRRE
Profesional Especializado - Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico

ESNEDY HERNÁNDEZ ATILANO
Bióloga - Asesora de la Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico

JUAN SEBASTIÁN HERNÁNDEZ SUÁREZ
Ingeniero Civil - Asesor de la Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico

SERGIO ANDRÉS SALAZAR GALÁN
Ingeniero Civil - Asesor de la Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico - FA

EQUIPO FORMULADOR

RAFAEL PEÑA RICO
Supervisor del proyecto CDMB

OSCAR JAVIER LEAL GUERRERO
Director del Proyecto - Diagnóstico, Prospectiva y Formulación

ANDREA CAROLINA BAEZ ARDILA
Calidad y Cantidad de recurso Hídrico - Diagnóstico, Prospectiva y Formulación

YOLANDA GAMARRA HERNANDEZ
Hidrobiología - Diagnóstico y Prospectiva

IBAN GUSTAVO BLANCO GONZÁLES
Hidrología - Diagnóstico, Prospectiva y Formulación

VIVIAN ANGÉLICA RAMÍREZ ROMÁN
Gestión del Agua y Modelación - Diagnóstico, Prospectiva y Formulación

CESAR ENRIQUE ROJAS IBAÑEZ
Hidráulica - Diagnóstico y Prospectiva

MARÍA VICTORÍA ESPINOSA RINCÓN
Social - Diagnóstico

EDGAR JESÚS ROJAS RAMÍREZ
Sistemas de Información Geográfica - Diagnóstico y Prospectiva

EDWIN YESID MURCIA DÍAZ
Profesional de Apoyo - Diagnóstico

ANDRES MAURICIO MESA
Profesional de Apoyo – Diagnóstico

TERESA DE JESÚS CEDIEL
Profesional de Apoyo – Monitoreo - Diagnóstico

HENRY ARDILA ROJAS, LUIS ARMANDO MARTINEZ RAMÍREZ Y SERGIO ANDRÉS BERMUDES
Técnicos de Monitoreo - Diagnóstico

SMITH PATRICIA VILLAMIZAR ORTÍZ
Auxiliar de SIG - Diagnóstico

CONTENIDO ***Pág.***

1 ELEMENTOS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS 41

1.1 FILOSOFÍA DEL PLAN 41

1.1.1 Principios 42

1.1.2 Enfoque 42

1.1.3 Criterios 43

1.2 ELEMENTOS TEÓRICOS 44

1.3 MARCO NORMATIVO 45

1.3.1 Horizonte de planeación 46

1.3.2 Entidad responsable de su formulación. 47

1.4 JUSTIFICACIÓN 47

2 GENERALIDADES 49

2.1 DATOS DEL CONVENIO 49

2.2 DECLARATORIA 49

2.3 ASPECTOS GENERALES DE LA SUBCUENCA DE RÍO DE ORO 49

3 FASE DIAGNÓSTICO 52

3.1 DIAGNÓSTICO INICIAL A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DISPONIBLE 52

3.1.1 (a) Localizar y codificar la cuenca del rio de Oro y sus tributarios, respecto a la zonificación hidrográfica nacional 52

3.1.1.1 Red Hidrográfica Subcuenca Río de Oro 52

3.1.2 (b) Mapa red hidrográfica subcuenca río de oro 54

3.1.3 (c) Caracterización y localización existente de la red de monitoreo sobre el rio De Oro y sus tributarios, objeto de ordenamiento 55

3.1.4 (d) Organización, revisión y clasificación de los resultados 55

3.1.4.1 (d-a) Programa de monitoreo de calidad y cantidad de agua que existe 55

3.1.4.1.1 Históricos de Calidad del agua en los puntos de la Red de Monitoreo 55

3.1.4.2 (d-b) Censos de usuarioss de agua en el área de drenaje de la subcuenca río de Oro 55

3.1.4.3 (d-c) Inventario de obras hidráulicas 56
3.1.4.4 (d-d) Oferta y demanda de agua sobre río de oro y sus tributarios 56
3.1.5 (e) Estructuración base de datos preliminar de usuarios del recurso hídrico, incluidos los de quejas 57
3.1.5.1 (e-a) Usuarios con concesión de agua 57
3.1.5.1.1 (e-b) Cantidad de agua autorizada, usos autorizados del agua concesionada, norma de vertimientos y su duración 58
3.1.5.2 (e-c) Quejas 58
3.1.6 (f) Identificar usos existentes y obras hidráulicas en el cuerpo de agua 59
3.1.6.1 (f-a) Cobertura y uso del suelo 60
3.1.6.2 (f-b) Fotografías aéreas o imágenes de satélite 61
3.1.6.3 (f-c) Planes de ordenamiento territorial 61
3.1.6.3.1 POT Bucaramanga 61
3.1.6.3.2 POT Piedecuesta 63
3.1.6.3.3 POT Girón 65
3.1.6.3.4 POT Floridablanca 71
3.1.6.4 (f-d) Mesas de trabajo con equipo conocedor de la zona 73
3.1.7 (g) Diseñar y ejecutar dos talleres de socialización y construcción colectiva del diagnóstico con actores representativos 73
3.1.7.1 Análisis Estructural del sistema 74
3.1.7.2 Descripción del método 74
3.1.7.3 Definición del sistema 77
3.1.7.4 Definición de los subsistemas y variables 78
3.1.7.5 Resultados talleres de diagnóstico 82
3.1.7.5.1 Resultados taller de construcción de Diagnóstico con empresarios 82
3.1.7.5.2 Análisis a partir de la Matriz de Influencias Directas (MDI) 84
3.1.7.5.3 Análisis a partir de la matriz de influencias indirectas 89
3.1.7.5.4 Variables subsidiarias 91
3.1.7.6 Resultados taller de construcción de Diagnóstico con la comunidad 92

3.1.7.6.1 Análisis a partir de la Matriz de Influencias Directas (MDI) 94
3.1.7.6.2 Análisis a partir de la matriz de influencias indirectas 100
3.1.7.6.3 Variables subsidiarias 103
3.1.8 (h) Componente Social 104
3.1.8.1 Población 104
3.1.8.2 Servicios Sociales y Equipamiento 107
3.1.8.3 Análisis del sistema económico 109
3.1.8.4 Sistemas de producción 109
3.1.8.5 Quejas ante la CDMB 111
3.1.8.5.1 Problemáticas río Frío 111
3.1.8.5.2 Problemática río Lato 112
3.1.8.5.3 Problemática oro Alto 112
3.1.8.6 Problemática oro Medio 114
3.1.8.6.1 Problemática oro Bajo 114
3.1.9 (i) Análisis de tenencia de la tierra 115
3.1.9.1 División Política Administrativa 115
3.1.9.2 Estructura de la tierra 119
3.2 TRABAJO DE CAMPO Y ANÁLISIS FINAL DEL DIAGNÓSTICO 120
3.2.1 (J) Levantamiento de información sobre el eje principal y los tributarios definidos sobre los cuerpos de agua objeto de ordenación 120
3.2.1.1 (J-a) Censo de usuarios de aprovechamiento de agua 120
3.2.1.2 (J-b) Estructuras hidráulicas subcuenca Río de Oro 137
3.2.1.3 (J-c) Inventario, georeferenciación y descripción de sistema de medición de captación y/o de vertimientos 143
3.2.1.3.1 Vertimientos 143
3.2.1.3.1.1 Vertimientos y corrientes de agua receptoras 148
3.2.1.4 (J-d) Inventario, georeferenciación y descripción de obras de ocupación de cauce 151
3.2.1.5 Usos del agua Subcuenca Río Oro 160

3.2.1.6 Informe inventario de agroquímicos y plaguicidas en la microcuenca alta y media del río de Oro 165

3.2.2 (K) Inventario de sistemas de tratamiento para agua potable que sirvan a grupos poblacionales mayores a 50 habitantes 174

3.2.2.1 (K-a) Ubicación georreferenciada 177

3.2.2.2 (K-b) Descripción tipo de sistema según RURH 179

3.2.2.3 (K-c) Estimación de caudales captados 183

3.2.2.4 (K-d) Aforos existentes o registros si existe sistema de medición 184

3.2.2.5 (K-e) Cobertura de acueducto Piedecuestana de servicios públicos E.S.P 185

3.2.2.6 Cobertura acueducto metropolitano de Bucaramanga 187

3.2.3 (I) Inventario de los sistemas de tratamiento de aguas residuales 193

3.2.3.1 PTARD El Santuario (Municipio de Piedecuesta) 193

3.2.3.2 (I-h) Programas proyectos y actividades con cronogramas e inversiones de los PSMV 197

3.2.3.2.1 . Informe de seguimiento al PSMV de Piedecuesta 197

3.2.3.2.2 Informe de seguimiento al municipio de Girón, Floridablanca y Bucaramanga (EMPAS) 199

3.2.3.2.3 Diseños del sistema de tratamiento de aguas residuales 199

3.2.4 (m) Caracterización de 10 vertimientos representativos incluyendo 200

3.2.5 (n) Determinación de las cargas contaminantes actuales 231

3.2.6 (O) Estructura conceptual de la modelación de calidad del cuerpo de agua 245

3.2.7 Protocolo de Modelación. 245

3.2.8 (p) Diseñar y ejecutar del plan de monitoreo y Análisis de resultados de los parámetros fisicoquímicos 262

3.2.8.1 Trazadores 265

3.2.8.1.1 Tramo 1 265

3.2.8.1.2 Tramo 2 265

3.2.8.2 (P-a)Descripción del diseño y ejecución del plan de monitoreo de las 17 estaciones 265

3.2.8.3 (P-b) Relación de fechas y época climática en que fueron realizados 284

3.2.8.4 (P-c) Comparación con los usos y los objetivos de calidad del recurso hídrico .. 290
3.2.8.5 Estudio Hidrobiológico 304
3.2.8.5.1 . Macroinvertebrados Bénticos 305
3.2.8.5.1.1 Recolección en campo 305
3.2.8.5.1.2 Trabajo de Laboratorio 305
3.2.8.5.2 Algas Perifíticas 308
3.2.8.5.2.1 Recolección en campo 308
3.2.8.5.2.2 Trabajo de Laboratorio 308
3.2.9 (q) Perfil de calidad actual de cada cuerpo de agua 311
3.2.9.1 (q.a) La evolución temporal de cada variable por estación 311
3.2.9.2 (q.b) Evaluación multianual de la calidad a lo largo de la corriente 336
3.2.9.3 Resultado análisis físico químico subcuenca río de Oro 341
3.2.10 (r) Construir el índice de calidad de agua a partir de información físico químicas.. 362
3.2.10.1 Análisis índice de calidad del agua ICACOSU. 362
3.2.10.2 Perfil de calidad estudios hidrobiológicos 365
3.2.10.2.1 Índice BMWP 366
3.2.10.2.2 Índice de Diversidad 374
3.2.10.2.2.1 Macroinvertebrados Bénticos 374
3.2.10.2.2.2 Algas Perifíticas 378
3.2.10.2.3 Índice de valor de importancia Ecológica de la especie 382
3.2.10.2.3.1 Macroinvertebrados Bénticos 383
3.2.10.2.3.2 Algas Perifíticas 385
3.2.10.2.4 Índice de evaluación de la calidad ecológica. 388
3.2.10.2.4.1 Macroinvertebrados Bénticos. 389
3.2.10.2.4.2 Algas Perífiticas 395
3.2.11 (s) Inventario de aprovechamiento de material de arrastre 401
3.2.12 (t) Clasificación de los usos actuales del agua del río De Oro y sus tributarios 404
3.2.13 (u) Identificar y analizar los conflictos de uso de los cuerpos de agua objeto de ordenamiento. 405

3.2.13.1 Determinación conflicto de uso recurso hídrico corriente principal río de Oro.. 405

3.2.13.2 Conflicto de usos tramos uso potencial del suelo POMCA 405

3.2.13.3 Conflicto de usos tramos objetivos de calidad uso del agua en la corriente principal persona natural 410

3.2.13.4 Conflicto de usos tramos objetivos de calidad uso del agua en la corriente principal persona jurídica..... 414

3.2.14 (v) Definir Oferta Hídrica total y disponible, considerando el caudal ambiental en el rio Oro 418

3.2.15 (w) Oferta hídrica total y disponible. 473

3.2.15 (x). Análisis de riesgos asociados a reducción de oferta y disponibilidad del recurso hídrico. 480

4 PROSPECTIVA: IDENTIFICACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES DEL RECURSO 492

4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES DEL RECURSO POR TRAMOS Y LOS PARÁMETROS DE CALIDAD 492

4.2 DISEÑO Y EJECUCIÓN DE TALLERES DE IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES DEL RECURSO HÍDRICO..... 493

4.2.1 Metodología para construcción de escenarios prospectiva de primera generación 494

4.2.2 Construcción de escenarios prospectiva de primera generación 497

4.2.2.1 Escenario Tendencial..... 506

4.2.2.1.1 Escenario (64) Código 0 0 0 0 0 0..... 506

4.2.2.2 Escenario Ideal 508

4.2.2.2.1 Escenario (07) Código 1 1 1 0 0 1..... 508

4.2.2.3 Escenario gestión inadecuada del recurso hídrico..... 510

4.2.2.3.1 Escenario (01) Código 1 1 1 1 1 1..... 510

4.2.2.4 Escenario catastrófico..... 512

4.2.2.4.1 Escenario (58) Código 0 0 0 1 1 0..... 512

4.2.2.5 Escenario gestión Alta vulnerabilidad..... 514

4.2.2.5.1 Escenario (03) Código 1 1 1 1 0 1..... 514

4.2.2.6 Escenario sin gestión del recurso hídrico..... 516

4.2.2.7 Escenario optimista 518

4.2.2.7.1 Escenario (15) Código 1 1 0 0 0 1 518

4.2.2.8 Escenario gestión sin participación ciudadana 520

4.2.2.8.1 Escenario (08) Código 1 1 1 0 0 0 520

4.3 MODELACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS 522

4.3.1 Definición de escenarios para la calidad del agua 522

5 FORMULACIÓN: ELABORACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO 561

5.1 (a) ESTABLECER CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS 561

5.2 (b y c) OBJETIVOS DE CALIDAD A ALCANZAR EN EL CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO 562

5.2.1 Usos actuales y potenciales 562

5.2.2 Línea base de calidad existente 562

5.2.3 Cargas contaminantes actuales y proyectadas 569

5.3 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS, Y METAS GENERALES DEL PLAN 595

6 PRESUPUESTO: PROGRAMAS Y ACTIVIDADES DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DE RECURSO HIDRICO DE LA SUBCUENCA RIO DE ORO Y SUS AFLUENTES RÍO FRIO Y RIO LATO. 600

LISTA DE CUADROS..... Pág.

Cuadro 1. Marco Normativo..... 45
Cuadro 2. Aspectos socio económicos..... 51
Cuadro 3. Zonificación IDEAM río de Oro 54
Cuadro 4 Concesiones otorgadas subcuenca río de oro..... 56
Cuadro 5 Infraestructura personas naturales 56
Cuadro 6 Infraestructura personas jurídicas..... 56
Cuadro 7 Oferta total de agua – sub-cuenca río de Oro..... 56
Cuadro 8 Total consumo de agua – Sub-cuenca Rio de Oro. 57
Cuadro 9 Usuarios jurídicos y naturales con concesión de agua. 57
Cuadro 10 PSMV aprobados y con seguimiento 58
Cuadro 11 Total consumo de agua – Sub-cuenca Rio de Oro. 58
Cuadro 12. Consolidado problemáticas por microcuenca 59
Cuadro 13 . Zonificación ambiental territorial - Subcuenca Río de Oro..... 60
Cuadro 14 Áreas aferentes al sistema río de Oro – Girón..... 68
Cuadro 15 Características físicas y condición final de vertimiento La Iglesia..... 70
Cuadro 16 Características físicas y condición final de vertimiento Sistema río de Oro 70
Cuadro 17 Proyectos estratégicos, Plan de Gestión Ambiental. POT 72
Cuadro 18 Matriz de influencias directas resultados ponderación de variables por empresarios..... 83
Cuadro 19 Características de los resultados de la matriz de influencias directas MDI..... 84
Cuadro 20 Suma de la Matriz de influencia Directa..... 85
Cuadro 21 Estabilidad de la MDI 86
Cuadro 22 Matriz de influencias directas resultados ponderación de variables por la comunidad..... 93
Cuadro 23 Características de los resultados de la matriz de influencias directas MDI..... 94
Cuadro 24 Suma de la Matriz de influencia Directa..... 95
Cuadro 25 Estabilidad de la MDI 96
Cuadro 26. Distribución población en la Subcuenca Río de Oro. 104
Cuadro 27. Distribución poblacional por edad y sexo..... 105
Cuadro 28. Distribución de la población rural por microcuencas..... 105
Cuadro 29. Relación de estudiantes y matriculas por nivel educativo. Año 2001..... 107

Cuadro 30. Sistemas de producción 109
Cuadro 31. Ingresos por actividad pecuaria 110
Cuadro 32. Ingresos por unidad familiar expresados en salarios mínimos legales 111
Cuadro 33. División político administrativo río Frío 116
Cuadro 34. División político administrativo río Lato 116
Cuadro 35. División político administrativo Oro Alto 117
Cuadro 36. División político administrativo Oro Bajo 117
Cuadro 37. División político administrativo Oro Medio 118
Cuadro 38 Distribución por tamaño de predios rurales 119
Cuadro 39. Concesiones Naturales Subcuenca río de Oro 120
Cuadro 40 Rangos de caudales concesiones naturales 121
Cuadro 41 Concesiones naturales corriente principal río de Oro y sus tributarios Frío y Lato 122
Cuadro 42 Concesiones naturales por rango de caudales captados en la corriente principal del río de Oro y sus tributarios Frío y Lato 122
Cuadro 43 Identificación de Usuarios concesiones con mayor caudal concesionado Río Frío 125
Cuadro 44 Identificación de Usuarios concesiones con mayor caudal concesionado Río Lato 126
Cuadro 45 Identificación de Usuarios concesiones con mayor caudal concesionado red de drenaje de Río Oro Alto 128
Cuadro 46 Identificación de Usuarios concesiones con mayor caudal concesionado Río Oro Medio 131
Cuadro 47 Identificación de Usuarios concesiones con mayor caudal concesionado Río Oro Bajo .. 133
Cuadro 48 Rangos de caudales concesiones Jurídicas 134
Cuadro 49 Máximos caudales concesiones Jurídicas subcuenca río de oro 134
Cuadro 50. Concesiones Jurídicas Río Oro y sus tributarios Frío y Lato 136
Cuadro 51. Estructuras hidráulicas subcuenca de río de Oro 140
Cuadro 52. Estructuras hidráulicas persona Natural por microcuenca subcuenca río de Oro 141
Cuadro 53. Estructuras hidráulicas persona Jurídica por microcuenca subcuenca río de Oro 142
Cuadro 54 Estructuras hidráulicas de captación sobre las corrientes principales de los ríos Oro, Lato y Frío (jurídicas y naturales) 143
Cuadro 55. Usuarios vertimientos subcuenca río de Oro 143
Cuadro 56 Número y porcentaje de vertimientos 144
Cuadro 57 Caudal aportado por vertimientos 146

Cuadro 58 Georreferenciación de vertimientos cauce principal Río de Oro, Frío y Lato 146
Cuadro 59 Georreferenciación de vertimientos cauce principal Río de Oro y sus tributarios 148
Cuadro 60 Puntos de vertimiento de la EMPAS S.A. E.S.P. 148
Cuadro 61 Georreferenciación vertimientos e interceptores 150
Cuadro 62 Estructuras ocupación de cauce subcuenca río de Oro 151
Cuadro 63 Estructuras de ocupación de cauce por microcuenca 153
Cuadro 64 Cuantificación infraestructura de alcantarillado área metropolitana – 2007 157
Cuadro 65 Dimensiones y distribución del alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca y Girón-2006 158
Cuadro 66 Interceptores construidos Sistema Río Frío (1984-2007) 158
Cuadro 67 Interceptores construidos (1984 a 2007) – Sistema Río de Oro- La Marino 159
Cuadro 68. Usos del agua concesiones persona Naturales subcuenca de río de Oro 160
Cuadro 69. Uso del agua microcuencas de la subcuenca río de Oro 161
Cuadro 70 Uso del agua concesiones persona natural corriente principal del río de Oro y sus tributarios Lato y Frío 162
Cuadro 71. Usos del agua Persona Jurídica subcuenca río de Oro 163
Cuadro 72. Uso del agua Persona Jurídica microcuencas de la subcuenca río de Oro 164
Cuadro 73 Uso del agua concesiones persona jurídica corriente principal del río de Oro y sus tributarios Lato y Frío 165
Cuadro 74 Herbicidas de mayor incidencia en la zona de estudio 169
Cuadro 75. Herbicidas de mayor incidencia en la zona de estudio. 170
Cuadro 76. Plaguicidas 172
Cuadro 77 Acueductos por municipios 174
Cuadro 78 Acueductos por microcuencas 175
Cuadro 79 Rango de usuarios por acueducto 176
Cuadro 80 Georeferenciación sistemas de tratamiento para agua potable que sirvan a grupos poblacionales mayores a 50 habitantes 178
Cuadro 81 Descripción sistemas de acueducto según el RURH 179
Cuadro 82 Caudales captados concesiones acueductos superiores a 50 habitantes 183
Cuadro 83 Aforos y registros de sistemas de acueducto subcuenca río de oro 184
Cuadro 84 Concesiones Otorgadas por la CDMB a Piedecuestana de servicios públicos. 185

Cuadro 85 Fuentes hídricas con mayor caudal captado Piedecuestana de servicios públicos. 186
Cuadro 86 Caudal captado del rio Oro Piedecuestana de servicios públicos. 186
Cuadro 87 Suscriptores por en el área metropolitana de Bucaramanga. 187
Cuadro 88. Concesiones Otorgadas por la CDMB. 188
Cuadro 89. Nombre y tipo de fuente (Superficial o Subterránea). 188
Cuadro 90. Fuentes hídricas con mayor caudal captado. 189
Cuadro 91. Caudal captado del rio Frio. 189
Cuadro 92. Áreas de Subcuenca y Cuencas 191
Cuadro 93. Caudal promedio diario en lps en épocas de verano y de invierno de las fuentes de abastecimiento. 191
Cuadro 94. Constituyentes del agua residual en PTAR PIEDECUESTA. 193
Cuadro 95. Proyección de caudales domésticos y de infiltración. 195
Cuadro 96. Programa de reducción de vertimientos (Temporalidad) 196
Cuadro 97. Programa de reducción de vertimientos (Costos) 197
Cuadro 98 Objetivos de Reducción y Vertimiento proyectados por Periodos 200
Cuadro 99. Descripción general puntos de vertimientos monitoreados por tramos 201
Cuadro 100 Parámetros Físico-químicos monitoreados en los vertimientos 211
Cuadro 101 Resultados consolidados caracterización de vertimientos 212
Cuadro 102 Relación de la DQO/DBO5 de las aguas industriales 214
Cuadro 103 Relación DQO/DBO5 de los vertimientos monitoreados 215
Cuadro 104 Concentración de polifosfatos y fosfatos orgánicos 218
Cuadro 105 Carga contaminante Punto RO-O-10 225
Cuadro 106 Cargas 1. Contaminantes puntos de vertimiento a Río de Oro 226
Cuadro 107 Cargas 2. Contaminantes puntos de vertimiento a Río de Oro 227
Cuadro 108 Inventario de usuarios que realizan vertimiento a río de Oro y sus tributarios 231
Cuadro 109 Tramos Acuerdo 1075 de 2006 en comparación con los establecidos en el PORH Río de Oro 233
Cuadro 110 Carga metas asignadas 2013 Tramo Nacimiento RO -O5 233
Cuadro 111 Carga metas asignadas 2013 Tramo RO 05 -RO 4A 234
Cuadro 112 Carga metas asignadas 2013 Tramo RO 4A -RO 01 238
Cuadro 113 Comparativo Carga metas asignadas 2013 y Cargas puntos PORH Río de Oro 244

Cuadro 114 Comparación de Sofware de modelación 248
Cuadro 115 Datos de entrada al modelo QUAL 2Kw 251
Cuadro 116 Constante de Desoxigenación 254
Cuadro 117 Constantes de interés y rangos de flexibilidad 257
Cuadro 118 Secciones computacionales 257
Cuadro 119 Coeficientes de rugosidad calibrados 259
Cuadro 120 Escenarios propuestos 262
Cuadro 121 Descripción general estaciones de monitoreo proyecto PORH Río de Oro 263
Cuadro 122 Descripción estación RO-O-10 267
Cuadro 123 Descripción estación RO-O-06 268
Cuadro 124 Descripción estación QRG-O-01 269
Cuadro 125 Descripción estación RO-O-05 270
Cuadro 126 Descripción estación QG-01 271
Cuadro 127 Descripción estación SO-01 272
Cuadro 128 Descripción estación RO-O-2PA 273
Cuadro 129 Descripción estación LT-01 274
Cuadro 130 Descripción estación RO-O-04 275
Cuadro 131 Descripción estación RO-O-4N 276
Cuadro 132 Descripción estación RO-O-4H 277
Cuadro 133 Descripción estación RO-O-4A 278
Cuadro 134 Descripción estación RF-1A 279
Cuadro 135 Descripción estación LI-01 280
Cuadro 136 Descripción estación RO-O-2PB 281
Cuadro 137 Descripción estación RO-O-2A 282
Cuadro 138 Descripción estación RO-O-01 283
Cuadro 139 Parámetros medidos en Río de Oro y sus principales afluentes 283
Cuadro 140 Frecuencia de monitoreo 284
Cuadro 141 Parámetros medidos en río de Oro y sus principales tributarios época de escasas lluvias 286
Cuadro 142 Parámetros medidos en río de Oro y sus principales tributarios temporada de lluvias 288
Cuadro 143 Objetivos de calidad para el tramo río de oro y sus principales afluentes 291

Cuadro 144 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados monitoreo 301
Cuadro 145. Familias taxonómicas de macroinvertebrados (Septiembre 2013). 306
Cuadro 146. Familias taxonómicas de macroinvertebrados (Octubre 2013). 307
Cuadro 147. Géneros y sus correspondientes familias taxonómicas de microalgas perifíticas (Septiembre 2013). 309
Cuadro 148. Géneros y sus correspondientes familias taxonómicas de microalgas perifíticas (Octubre 2013). 310
Cuadro 149. Porcentajes predominante histórico de DBO_5 sobre Río de Oro. 319
Cuadro 150. Rango predominante de Nitritos. 322
Cuadro 151. Rango predominante de Oxígeno Disuelto. 324
Cuadro 152. Rango predominante de sólidos suspendidos. 327
Cuadro 153. Índices de calidad del agua de la Red de monitoreo años 2000 a 2005 337
Cuadro 154. Índices de calidad del agua de la Red de monitoreo años 2006 a 2010 337
Cuadro 155 Índices de calidad del agua de la Red de monitoreo años 2011 a 2013 338
Cuadro 156 Localización puntos de monitoreo Proyecto PORH Rìo de Oro 341
Cuadro 157 Relación DQO/DBO5 347
Cuadro 158 Relacion DQO/DBO5 puntos de monitoreo Río de Oro 347
Cuadro 159. Correlaciones entre los diferentes parámetros monitoreados. 359
Cuadro 160. Resumen de las correlaciones Perfectas de los parámetros monitoreados 361
Cuadro 161. Parámetros monitoreados con mayores correlaciones 362
Cuadro 162. Categoría de clasificación ICACOSU-IDEAM 363
Cuadro 163. Resultados ICACOSU en las temporadas de monitoreo 363
Cuadro 164. Resultados índices BWMP. 366
Cuadro 165 Calidad del inventario realizado (Macroinvertebrados), Septiembre 2013. 378
Cuadro 166 Calidad del inventario realizado (Macroinvertebrados), Octubre 2013. 378
Cuadro 167 Calidad del inventario realizado (Microalgas Perifiton), Septiembre 2013 382
Cuadro 168 Calidad del inventario realizado (Microalgas Perifiton), Octubre 2013 382
Cuadro 169 Índice de Valor de Importancia (Macroinvertebrados), Septiembre 2013. 383
Cuadro 170 Índice de Valor de Importancia (Macroinvertebrados), Octubre 2013. 384
Cuadro 171 Índice de Valor de Importancia (Perifiton), Septiembre 2013. 385
Cuadro 172. Índice de Valor de Importancia (Perifiton), Octubre 2013. 386

Cuadro 173 Rangos de calidad para el ICE-RO y el Oxígeno Disuelto (Septiembre 2013). 392
Cuadro 174 Rangos de calidad para el ICE-RO y la DBO_5 (Octubre 2013). 394
Cuadro 175 Rangos de calidad para el ICE-RO y los Nitritos (Septiembre 2013). 397
Cuadro 176 Rangos de calidad para el ICE-RO y los Nitritos (Septiembre 2013). 400
Cuadro 177. Inventario de títulos mineros subcuenca río de Oro 402
Cuadro 178 Clasificación general Río deOro 404
Cuadro 179. Resumen conflictos uso tramos corriente principal – cobertura y uso actual del suelo POMCA río de Oro. 407
Cuadro 180. Conflictos concesiones persona natural – usos objetivos de calidad corriente principal 411
Cuadro 181. Conflictos concesiones persona jurídica – usos objetivos de calidad corriente principal 415
Cuadro 182. Estaciones representativas de la zona de estudio 420
Cuadro 183 Condiciones de humedad. 432
Cuadro 184 Valores de curva número condición II áreas urbanas. 432
Cuadro 185 Valores de curva número condición II áreas cultivadas. 433
Cuadro 186 Valores de curva número condición II otras tierras agrícolas. 434
Cuadro 187 Número de curva para condiciones I y III. 435
Cuadro 188 Valores de CN para diferentes condiciones de humedad. 440
Cuadro 189 Tiempo de concentración para cada subcuenca. 441
Cuadro 190. Periodos si información 443
Cuadro 191 Denominación de estaciones 445
Cuadro 192 Coeficientes de correlación obtenidos 446
Cuadro 193 Caudales medios diarios subcuencas. 454
Cuadro 194 Caudales medios diarios puntos de monitoreo. 454
Cuadro 195 Tabla 14 Oferta Hídrica cuencas de estudio. 468
Cuadro 196 Curva de duración para la cuenca Río de Oro. 469
Cuadro 197 Índice de retención y Regulación Hídrica para subcuencas 469
Cuadro 198 Valores de índice de regulación 470
Cuadro 199 Valores de caudal ambiental para puntos de monitoreo. 472
Cuadro 200 Valores de caudal ambiental para puntos de monitoreo 472
Cuadro 201 Tabla 20 Demanda de agua para Uso Doméstico 473
Cuadro 202 Áreas en cultivos y cálculo del uso consuntivo 475

Cuadro 203 Demanda total en Bovinos 475
Cuadro 204 Demanda en avícolas 476
Cuadro 205 Demanda en Porcinos 476
Cuadro 206 Total consumo de agua en la Subcuenca 477
Cuadro 207 Demanda de agua para Uso Doméstico 480
Cuadro 208 Áreas en cultivos y cálculo del uso consuntivo 480
Cuadro 209 Consumos por cuencas 481
Cuadro 210 Tabla valores de OH. 481
Cuadro 211 Valores de IUA. 481
Cuadro 212 Índice de retención y Regulación Hídrica para subcuencas 482
Cuadro 213 Índice de vulnerabilidad hídrica 482
Cuadro 214 Tabla 33 Grado de amenaza 482
Cuadro 215. Cobertura y uso del suelo en la Subcuenca de Río de Oro 492
Cuadro 216 Listado de hipótesis 497
Cuadro 217 Probabilidades simples corregidas por grupo de expertos con datos neto 498
Cuadro 218 Probabilidades condicionales positivas corregidas (datos netos), por conjunto de experto 499
Cuadro 219 Probabilidades condicionales negativas corregidas (datos netos) por conjunto de expertos 499
Cuadro 220 Tendencias en la ocurrencia de eventos probabilidad simple corregida 501
Cuadro 221 Escenarios PORH Río de Oro 502
Cuadro 222 Selección de escenarios posibles 504
Cuadro 223 Nombre de los escenarios con mayor probabilidad de ocurrencia 506
Cuadro 224 Condiciones Escenario Base – Fuente principal - Septiembre 2013 526
Cuadro 225 Condiciones Validación del modelo - Octubre 2013 536
Cuadro 226 Condiciones Escenario corto Plazo 546
Cuadro 227 Condiciones Escenario Mediano Plazo 548
Cuadro 228 Condiciones Escenario Largo Plazo 550
Cuadro 229 Usos actuales y potenciales por tramos en Rio de Oro. 554
Cuadro 230 Cargas máximas establecidas 556
Cuadro 231 Clasificación de los tramos según Decreto 1541 de 1978 del Art. 205 561

Cuadro 232 Usos actuales y potenciales por tramos en Río de Oro 562
Cuadro 233 Usos actuales y potenciales por tramos en Río de Oro tramo A..... 563
Cuadro 234 Usos actuales y potenciales por tramos en Río de Oro tramos B y C 564
Cuadro 235 Usos actuales y potenciales por tramos en Río de Oro tramos D y E 567
Cuadro 236 Proyectos totales del PMS y las PTAR 572
Cuadro 237 Programa de reducción de vertimientos (Temporalidad) 573
Cuadro 238 Programa de reducción de vertimientos (Costos) 573
Cuadro 239. Georeferenciación puntos de muestreo. 575
Cuadro 240. Usos actuales y potenciales a corto, mediano y largo plazo en Río de Oro 576
Cuadro 241. Restricciones de usos del agua en Río de Oro..... 578
Cuadro 242. Cargas máximas permisibles por tramos en Río de Oro 583
Cuadro 243. Porcentaje de aporte en carga por tramos en Río de Oro 584
Cuadro 244. Puntos, parámetros y frecuencia de monitoreo en Río de Oro y sus principales afluentes 585
Cuadro 245. Puntos de vertimientos y frecuencia de monitoreo en Río de Oro y sus afluentes principales 586
Cuadro 246. Convenciones de color para las clases de calidad de agua y los valores BMWP/Col ... 588
Cuadro 247. Cronograma de monitoreo de los puntos establecidos para seguimiento a Río de Oro y sus afluentes 589
Cuadro 248. Cronograma de monitoreo de los vertimientos establecidos para seguimiento a Río de Oro y sus afluentes..... 590
Cuadro 249 Articulación de Estrategias del Plan Hídrico Nacional con las estrategias del PORH de río deOro..... 593
Cuadro 250 Linea estratégica 1 – actividad 1.1..... 595
Cuadro 251 Línea estratégica 2 – actividad 2.1..... 596
Cuadro 252 Línea estratégica 3 – actividad 3.1..... 597
Cuadro 253 Línea estratégica 4 – actividad 4.1..... 599
Cuadro 254 Línea estratégica 5 – actividad 5.1..... 600
Cuadro 255 Programa 1: Conservacion de áreas estrategicas para garantizar la oferta hidrica en el rio de Oro..... 601
Cuadro 256 Programa 2: Cultura ambiental para el uso adecuado del recurso hídrico. 602
Cuadro 257 Programa 3: Recuperacion de la calidad ambiental del rio de oro y sus afluentes..... 604

Cuadro 258 Programa 4: Monitoreo y modelacion del rio de Oro y sus afluentes principales..... 606

Cuadro 259 Programa 5: Gestión del riesgo del recurso hidrico 607

LISTA DE GRAFICAS **Pág.**

Gráfica 1 Concesiones Naturales Subcuenca río Oro 120
Gráfica 2 Comparativo Concesiones Naturales Vigentes y Vencidas 121
Gráfica 3 Concesiones Jurídicas Río oro y sus tributarios Frío y Lato 136
Gráfica 4 Comparativo Concesiones Jurídicas Vigentes y Vencidas Río oro y sus tributarios Frío y Lato..... 137
Gráfica 5 Porcentaje estructuras hidráulicas subcuenca río de Oro..... 140
Gráfica 6. Estructuras hidráulicas por microcuenca persona Natural subcuenca río de Oro..... 141
Gráfica 7. Estructuras hidráulicas por microcuenca persona Natural subcuenca río de Oro..... 142
Gráfica 8. Usuarios vertimientos río de Oro..... 144
Gráfica 9. Usuarios de vertimientos en el área de la subcuenca de rio de Oro..... 144
Gráfica 10 Distribución de vertimientos por tipo de usuario..... 145
Gráfica 11. Porcentaje de vertimientos por tipo de usuario 145
Gráfica 12 Puntos de vertimientos por tramo. 150
Gráfica 13. Infraestructura del alcantarillado en el año 2007..... 157
Gráfica 14 Usos del agua concesiones persona Naturales subcuenca de río de Oro..... 161
Gráfica 15 Uso del agua de la subcuenca río de Oro..... 162
Gráfica 16. Usos del agua Persona Jurídica subcuenca Río de Oro..... 163
Gráfica 17 Acueductos por municipios 175
Gráfica 18 Acueductos por microcuencas 176
Gráfica 19 Rango de usuarios por acueducto 177
Gráfica 20 Caudal Piedecuestana de Servicios Públicos en la subcuenca rio de Oro. 186
Gráfica 21 Caudal Piedecuestana de Servicios Públicos en la subcuenca rio de Oro. 187
Gráfica 22 Caudal AMB subcuenca rio de Oro. 190
Gráfica 23. Caudal acueducto metropolitano de Bucaramanga. 190
Gráfica 24 Análisis DBO-DQO monitoreo de vertimientos..... 214
Gráfica 25 Análisis Nitrógeno Total y Amoniacal monitoreo vertimientos..... 216
Gráfica 26 Análisis de Nitritos y nitratos en el monitoreo de vertimientos. 217
Gráfica 27 Fosforo Total y Ortofosfatos monitoreo vertimientos..... 217
Gráfica 28 Concentración Sulfatos y Cloruros..... 219
Gráfica 29 Concentración Cianuros..... 220

Gráfica 30 Concentración Mercurio 220
Gráfica 31 Concentración Cobre 221
Gráfica 32 Concentración Cadmio 221
Gráfica 33 Concentración Cromo 222
Gráfica 34 Concentración Plomo 222
Gráfica 35 Concentración Niquel 223
Gráfica 36 Concentración Aluminio y Cinc 223
Gráfica 37 Concentración Sólidos Sedimentables y Suspendidos 224
Gráfica 38 Cargas contaminantes DBO-DQO RO-O-10 y Vertimientos monitoreados 228
Gráfica 39 Cargas contaminantes Nitrógeno Total y Amoniacal RO-O-10 y Vertimientos monitoreados 229
Gráfica 40 Cargas contaminantes Nitritos y Nitratos RO-O-10 y Vertimientos monitoreados 229
Gráfica 41 Cargas contaminantes Fósforo y Ortofosfatos RO-O-10 y Vertimientos monitoreados 230
Gráfica 42 Cargas contaminantes Sólidos Suspendidos RO-O-10 y Vertimientos monitoreados 230
Gráfica 43 Etapa de calibración variable Oxígeno Disuelto – Datos Septiembre de 2013. 261
Gráfica 44 Etapa de validación variable Oxígeno Disuelto – Datos Octubre de 2013. 261
Gráfica 45 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados O.D. en Río de Oro 302
Gráfica 46 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados O.D. Afluentes Río de Oro 302
Gráfica 47 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados DBO_5 Río de Oro 302
Gráfica 48 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados DBO_5 Afluentes Río de Oro 303
Gráfica 49 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados SST Río de Oro 303
Gráfica 50 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados SST Afluentes Río de Oro 303
Gráfica 51 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados Nitrógeno Total Río de Oro 304
Gráfica 52 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados Nitrógeno Total Afluentes Río de Oro 304
Gráfica 53. Evolución temporal de OD en las estaciones de Río de Oro 313
Gráfica 54. Evolución temporal de DBO_5 en las estaciones de Río de Oro. 314
Gráfica 55. Evolución temporal de Sólidos Suspendidos en las estaciones de Río de Oro 315
Gráfica 56. Evolución temporal de Nitritos en las estaciones de Río de Oro. 316
Gráfica 57. Porcentaje predominante histórico de DBO_5 para RO-06. 317
Gráfica 58. Porcentaje predominante histórico de DBO_5 para RO-05. 317
Gráfica 59. Porcentaje predominante histórico de DBO_5 para RO-04. 318

Gráfica 60. Porcentaje predominante histórico de DBO_5 para RO-4A 318
Gráfica 61. Porcentaje predominante histórico de DBO_5 para RO-02 318
Gráfica 62. Porcentaje predominante histórico de DBO_5 para RO-01 319
Gráfica 63 Máximos, mínimos y promedio DBO5 punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico). 328
Gráfica 64 Máximos, mínimos y promedio DBO5 punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola) ... 328
Gráfica 65 Máximos, mínimos y promedio DBO5 punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético) 328
Gráfica 66 Máximos, mínimos y promedio OD punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico) 329
Gráfica 67 Máximos, mínimos y promedio OD punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola) 329
Gráfica 68 Máximos, mínimos y promedio OD punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético) 329
Gráfica 69 Máximos, mínimos y promedio Sólidos suspendidos punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico) 330
Gráfica 70 Máximos, mínimos y promedio Sólidos suspendidos punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola) 330
Gráfica 71 Máximos, mínimos y promedio Sólidos suspendidos punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético) 330
Gráfica 72 Máximos, mínimos y promedio Coliformes Totales punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico) 332
Gráfica 73 Máximos, mínimos y promedio Coliformes Fecales punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico) 332
Gráfica 74 Máximos, mínimos y promedio Coliformes Totales punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola) 332
Gráfica 75 Máximos, mínimos y promedio Coliformes Fecales punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola) 333
Gráfica 76 Máximos, mínimos y promedio Coliformes Totales punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético) 333
Gráfica 77 Máximos, mínimos y promedio Coliformes Fecales punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético) 333
Gráfica 78 Máximos, mínimos y promedio Nitratos punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico) 334
Gráfica 79 Máximos, mínimos y promedio Nitritos punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico) 334
Gráfica 80 Máximos, mínimos y promedio Nitratos punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola) 335

Gráfica 81 Máximos, mínimos y promedio Nitritos punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola).. 335
Gráfica 82 Máximos, mínimos y promedio Nitratos punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético) . 335
Gráfica 83 Máximos, mínimos y promedio Nitritos punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético) .. 336
Gráfica 84 ICA histórico 2000 a 2013 puntos de monitoreo Río de Oro 338
Gráfica 85 ICA histórico 2000 a 2013 puntos de monitoreo Río Lato 339
Gráfica 86 ICA histórico 2000 a 2013 puntos de monitoreo Río Frío 339
Gráfica 87. Variación del DBO5 y DQO Total Río de Oro 342
Gráfica 88 Variación OD Río de Oro 343
Gráfica 89. Variación de SSV, SST, ST en Río de Oro 343
Gráfica 90. Variación de Nitrógenos NTK, NH_4, NO_2 y NO_3 en Río de Oro 344
Gráfica 91. Variación de Fósforo Total y Soluble en Río de Oro 344
Gráfica 92. Variación de Metales en Río de Oro 345
Gráfica 93. Variación de Coliformes Termotolerantes y Fecales en Río de Oro 346
Gráfica 94. Relacion DQO/DBO5 puntos de monitoreo Río de Oro 348
Gráfica 95. Relación Temperatura y Conductividad 349
Gráfica 96 Relación Alcalinidad – pH 349
Gráfica 97 Relación Turbiedad y Sólidos Suspendidos Totales 350
Gráfica 98 Relación DBO5 – Ión Amonio 350
Gráfica 99 . Relación Nitrógeno – Fósforo –Coliformes Fecales 351
Gráfica 100. Variación de DBO5 – DQO en los afluentes principales de Río de Oro 352
Gráfica 101 Variación de OD en los afluentes principales de Río de Oro 352
Gráfica 102. Variación de SSV – SST – ST en los afluentes principales de Río de Oro 353
Gráfica 103. Variación de Nitrógenos en los afluentes principales de Río de Oro 353
Gráfica 104. Variación de Fósforo en los afluentes principales de Río de Oro 354
Gráfica 105. Variación de Coliformes en los afluentes principales de Río de Oro 354
Gráfica 106. Variación de Cromo, Mercurio y Plomo en los afluentes principales Río de Oro Temporada Verano e invierno 355
Gráfica 107. Variación de Níquel y Cianuro en los afluentes principales Río de Oro Temporada Verano e Invierno 355
Gráfica 108 Perfil Hidráulico y caudal aforado en Río de Oro 356
Gráfica 109. Correlación OD-DBO 357

Gráfica 110. Correlación DBO-DQO 357
Gráfica 111. Correlación Sólidos Suspendidos Totales-DBO 357
Gráfica 112. Comportamiento ICACOSU Río de Oro Temporada Invierno y Verano 364
Gráfica 113. Comportamiento ICACOSU Afluentes Río de Oro Temporada Invierno y Verano 365
Gráfica 114 Comparativo de las familias de macroinvertebrados registradas 367
Gráfica 115 Comparativo del índice BMWP 367
Gráfica 116 Comparativo de los índices de dominancia calculados. 375
Gráfica 117 Comparativo de los índices de diversidad calculados. 375
Gráfica 118 Comparativo de los índices de equitabilidad (equidad) calculados. 376
Gráfica 119 Acumulación de especies (Familias Macroinvertebrados), Septiembre 2013 377
Gráfica 120 Acumulación de especies (Familias Macroinvertebrados), Octubre 2013. 377
Gráfica 121 Comparativo de los índices de diversidad calculados 378
Gráfica 122 Comparativo de los índices de equitabilidad calculados. 379
Gráfica 123 Comparativo de los índices de dominancia calculados 380
Gráfica 124 Comparativo de la riqueza de especies (familias). 380
Gráfica 125 Acumulación de especies (Familias Microalgas Perifiton), Septiembre 2013. 381
Gráfica 126 Acumulación de especies (Familias Microalgas Perifiton), Octubre 2013. 381
Gráfica 127 Valores obtenidos del ICE-RO (Septiembre 2013). 389
Gráfica 128 Dispersión entre las puntuaciones del ICE-RO versus Oxígeno Disuelto (Septiembre 2013). 390
Gráfica 129 Análisis de conglomerados según Oxígeno Disuelto (Septiembre 2013). 391
Gráfica 130. Análisis de conglomerados según ICE-RO (Septiembre 2013). 391
Gráfica 131 Valores obtenidos del ICE-RO (Octubre 2013). 392
Gráfica 132 Dispersión entre las puntuaciones del ICE-RO versus DBO_5 (Octubre 2013). 393
Gráfica 133 Análisis de conglomerados según DBO_5 (Octubre 2013). 394
Gráfica 134 Análisis de conglomerados según ICE-RO (Octubre 2013). 394
Gráfica 135 Valores obtenidos del ICE-RO (Septiembre 2013). 395
Gráfica 136 Dispersión entre las puntuaciones del ICE-RO versus nitritos (Septiembre 2013). 396
Gráfica 137 Análisis de conglomerados según Nitritos (Septiembre 2013). 396
Gráfica 138. Análisis de conglomerados según ICE-RO (Septiembre 2013). 397
Gráfica 139 Valores obtenidos del ICE-RO (Octubre 2013). 398

Gráfica 140 Dispersión entre las puntuaciones del ICE-RO versus ortofosfatos (Octubre 2013)..... 399

Gráfica 141. Análisis de conglomerados según Ortofosfatos (Octubre 2013). 399

Gráfica 142. Análisis de conglomerados según Ortofosfatos (Octubre 2013). 400

Gráfica 143. Inventario títulos mineros subcuenca río de Oro 402

Gráfica 144. Conflicto de uso Tramos – Cobertura Uso actual del suelo, deacuerdo con el Decreto 1449 de 1977..... 408

Gráfica 145. Porcentaje conflicto de uso Tramos - Uso potencial del suelo Decreto 1449 de 1977. 408

Gráfica 146. Conflicto uso concesiones naturales corriente principal río de oro y los objetivos de calidad de la corriente 412

Gráfica 147. Porcentaje conflicto uso concesiones naturales corriente principal río de oro y los objetivos de calidad de la corriente 412

Gráfica 148. Esquema análisis de información Conflicto de tramos objetivos de calidad – usos del agua concesiones persona jurídica. 414

Gráfica 149. Conflicto uso concesiones jurídicas corriente principal río de Oro y los objetivos de calidad de la corriente 416

Gráfica 150. Porcentaje conflicto uso concesiones jurídicas corriente principal río de Oro y los objetivos de calidad de la corriente 416

Gráfica 151. Correlación estaciones sin datos y estaciones con datos 444

Gráfica 152. Homogenización de datos estaciones C y D 446

Gráfica 153. Homogenización de datos estaciones B, G, y H 447

Gráfica 154. Homogenización de datos estación I..... 447

Gráfica 155. Homogenización de datos estaciones A, E y F 448

Gráfica 156. Calidad de datos estación el conquistador..... 450

Gráfica 157. Construcción Curvas de Duración de Caudales..... 466

Gráfica 158 Tiempo de viaje Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013..... 527

Gráfica 159 Comportamiento hidráulico Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013 527

Gráfica 160 Comportamiento Temperatura del agua Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013 528

Gráfica 161 Comportamiento conductividad Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013..... 528

Gráfica 162 Comportamiento DBOUC inhibida Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013..... 529

Gráfica 163 Comportamiento DBOUC Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013... 529

Gráfica 164 Comportamiento Detritos Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013 ... 530

Gráfica 165 Comportamiento Oxígeno Disuelto Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013..... 530

Gráfica 166 Comportamiento Nitrógeno Orgánico Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013..... 531

Gráfica 167 Comportamiento Nitrógeno Amoniacal Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013 531

Gráfica 168 Comportamiento Nitritos + Nitratos Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013..... 532

Gráfica 169 Comportamiento Nitrógeno Total Río de Oro – Escenario base- calibrado Septiembre 2013..... 532

Gráfica 170 Comportamiento Fósforo Inorgánico Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013..... 533

Gráfica 171 Comportamiento Fósforo Total Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013..... 533

Gráfica 172 Comportamiento Sólidos Suspendidos Totales Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013 534

Gráfica 173 Comportamiento Coliformes Termotolerantes Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013 534

Gráfica 174 Comportamiento Alcalinidad Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013..... 535

Gráfica 175 Comportamiento pH Río de Oro – Escenario base – calibrado Septiembre 2013 535

Gráfica 176 Comportamiento hidráulico Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013 537

Gráfica 177 Comportamiento Temperatura del agua Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013..... 537

Gráfica 178 Comportamiento conductividad Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013.... 538

Gráfica 179 Comportamiento DBOUC inhibida Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013 538

Gráfica 180 Comportamiento DBOUC Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013..... 539

Gráfica 181 Comportamiento Detritos Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013 539

Gráfica 182 Comportamiento Oxígeno Disuelto Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013..... 540

Gráfica 183 Comportamiento Nitrógeno Orgánico Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013..... 540

Gráfica 184 Comportamiento Nitrógeno Amoniacal Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013..... 541

Gráfica 185 Comportamiento Nitritos + Nitratos Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013..... 541

Gráfica 186 Comportamiento Fósforo Inorgánico Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013..... 542

Gráfica 187 Comportamiento Fósforo Total Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013 542

Gráfica 188 Comportamiento Sólidos Suspendidos Totales Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013..... 543

Gráfica 189 Comportamiento Coliformes Termotolerantes Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013..... 543

Gráfica 190 Comportamiento Alcalinidad Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013 544

Gráfica 191 Comportamiento pH Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013..... 544

Gráfica 192 Comparación Comportamiento hidráulico Río de Oro..... 551

Gráfica 193 Comparación Comportamiento DBOUC Río de Oro 551

Gráfica 194 Comparación Comportamiento Oxígeno Disuelto Río de Oro..... 552

Gráfica 195 Comparación Comportamiento Sólidos Suspendidos Totales Río de Oro..... 552

Gráfica 196 Comparación Comportamiento pH Río de Oro 553

Gráfica 197 Comparación Comportamiento Nitritos + Nitratos Río de Oro 553

Gráfica 198 Comparación Comportamiento Nitrógeno Total Río de Oro..... 554

Gráfica 199 Comportamiento DBOUC Río de Oro – Escenario cargas máximas 557

Gráfica 200 Comportamiento Sólidos Suspendidos Totales Río de Oro – Escenario cargas máximas 557

Gráfica 201 Comportamiento Oxígeno Disuelto Río de Oro – Escenario cargas máximas..... 558

Gráfica 202 Comportamiento Nitritos + Nitratos Río de Oro – Escenario cargas máximas..... 558

Gráfica 203 Comportamiento Nitrógeno Total Río de Oro – Escenario cargas máximas..... 559

Gráfica 204 Inversión PORH Río de Oro y sus tributarios Frío y Lato por año..... 609

LISTA DE FIGURAS **Pág.**

Figura 1. Plan operativo Convenio 046 de 2013 44
Figura 2. Ubicación Subcuenca Río de Oro 50
Figura 3. Áreas hidrográficas de Colombia 52
Figura 4. Zonas Hidrográficas de Colombia 53
Figura 5 Subzonas Hidrográficas de Colombia 54
Figura 6. Matriz de Influencia Directa 75
Figura 7. Ponderación MicMac 75
Figura 8. Plano y gráfica de influencias 76
Figura 9 Plano de Influencia y dependencia Directa 86
Figura 10 Gráfico Directo 89
Figura 11 . Plano de desplazamiento Directo/Indirecto 90
Figura 12 Plano de Influencia y dependencia Directa 96
Figura 13 Gráfico directo calificado por la comunidad 99
Figura 14. Plano de desplazamiento Directo/Indirecto 100
Figura 15 Concesiones naturales Río Frío 123
Figura 16 Concesiones naturales Río Frío por rangos de caudales 124
Figura 17 Concesiones naturales Río Lato 125
Figura 18 Concesiones Naturales Río Lato por rangos de caudales 126
Figura 19 Concesiones Naturales Río Oro Alto 127
Figura 20 Concesiones Naturales Río Oro Alto por rangos de caudales (l/s) 128
Figura 21 Concesiones Naturales Río Oro Medio 129
Figura 22 Concesiones Naturales Río Oro Medio por rangos de caudales (l/s) 130
Figura 23 Concesiones Naturales Río Oro Bajo 131
Figura 24 Concesiones Naturales Río Oro Bajo tributarios por rangos de caudales 132
Figura 25 Ubicación Concesiones Persona Jurídica corriente principal Río de Oro y sus tributarios Frío y Lato 133
Figura 26 Ubicación vertimientos directos corriente principal Río de Oro y sus tributarios Frío y Lato 147

Figura 27 Sistemas de tratamiento para agua potable que sirvan a grupos poblacionales mayores a 50 habitantes 177
Figura 28. Ubicación Embalse Bucaramanga sobre el Río Tona 192
Figura 29 Estaciones Red de Calidad PORH-Río de Oro. 247
Figura 30 Esquema de Balance de Masa 250
Figura 31 Ecuación de balance de masas 250
Figura 32 Gráfica determinación constante de re aireación 256
Figura 33 Ecuación de manning 259
Figura 34 Diagrama de flujo para cálculo de la Función Objetivo 260
Figura 35 Estaciones Red de Calidad PORH-Río de Oro 266
Figura 36. Esquema de calidad hídrica del Río de Oro según BMWP (Septiembre 2013 368
Figura 37. Esquema de calidad hídrica del Río de Oro según BMWP (Septiembre 2013 368
Figura 38. Aprovechamiento de arcillas río Frío 403
Figura 39. Aprovechamiento de material de arrastre Oro Bajo 403
Figura 40 Esquema cruce de información conflicto de uso concesiones jurídicas uso potencial del suelo POMCA 406
Figura 41 Conflicto de uso Tramos – Cobertura y uso actual del suelo CDMB 409
Figura 42 Esquema análisis de información Conflicto de tramos objetivos de calidad – usos del agua concesiones persona natural. 410
Figura 43 Ubicación concesiones naturales – uso objetivos de calidad corriente principal subcuenca río de Oro 413
Figura 44 Ubicación concesiones jurídicas – uso objetivos de calidad corriente principal subcuenca río de Oro 417
Figura 45.Estaciones cercanas al área de estudio 419
Figura 46. Estaciones tenidas en cuenta en el proyecto 421
Figura 47 Especialización de precipitación media anual. 423
Figura 48 Especialización Humedad Relativa 424
Figura 49 Especialización variable Temperatura Media 425
Figura 50 Especialización variable de evaporación 426
Figura 51 Evapotranspiración Potencial 428
Figura 52 Mapa cobertura Rio de Oro. 436

Figura 53 Mapa de textura de suelo 437
Figura 54 Coeficiente de escorrentía condición II. 438
Figura 55 Proceso de separación de subcuencas. 439
Figura 56 Esquema del mapa de curva número para Oro Bajo. 439
Figura 57 Esquema de los flujos a través de la cuenca del rio de Oro. 440
Figura 58 Ubicación estación hidrográfica objeto de análisis 449
Figura 59 Espacialización Periodo seco 451
Figura 60 Espacialización periodo Normal 452
Figura 61 Espacialización periodo lluvioso 453
Figura 62 Mapa Factor Heliotermico 456
Figura 63 Evapotranspiración real 457
Figura 64 Escorrentía anual año normal 458
Figura 65 Escorrentía anual año seco 459
Figura 66 Modelo digital de elevación 25x25 metros. 460
Figura 67 Esquema de representación de cuenca en formato Raster. 461
Figura 68 Matriz de generación de dirección de flujo. 461
Figura 69 Mapa de códigos de dirección de flujo. 462
Figura 70 Códigos de direcciones de flujo. 463
Figura 71 Mapa de acumulación de flujo. 464
Figura 72 Oferta hídrica lps. 467
Figura 73 Oferta acumulada. 468
Figura 74 Índice de regulación hídrica 471
Figura 75. La demanda para los usos agrícolas se calcula de acuerdo a la formula 474
Figura 76 Demanda lps, formato Raster. 478
Figura 77 Índice de Escasez, formato Raster 479
Figura 78 Índice de uso de agua 483
Figura 79 Índice de Vulnerabilidad 484
Figura 80 Mapa de amenaza. 485
Figura 81 Mapa vulnerabilidad por concesiones. 486
Figura 82 Indice de calidad ICACOSU 488
Figura 83 Amenaza por disponibilidad 489

Figura 84 Vulnerabilidad por disponibilidad 490
Figura 85 Análisis Prospectivo 493
Figura 86 Metodología talleres Prospectiva 493
Figura 87 Herramientas talleres Prospectiva 494
Figura 88 Combinaciones Smic Prob Expert 495
Figura 89 Esquema del primer escenario de futuro (Tendencial *(64) Código 0 0 0 0 0 0*) 507
Figura 90 Esquema del segundo escenario de futuro (Ideal *(07) Código 1 1 1 0 0 1*) 509
Figura 91 Esquema del tercer escenario de futuro (gestión inadecuada del recurso hídrico *(01) Código 1 1 1 1 1 1*) 511
Figura 92 Esquema del cuarto escenario de futuro (Catastrófico *(58) Código 0 0 0 1 1 0*) 513
Figura 93 Esquema del quinto escenario de futuro (alta vulnerabilidad *(03) Código 1 1 1 1 0 1*) 515
Figura 94 Esquema del sexto escenario de futuro (Catastrófico *(57) Código 0 0 0 1 1 1*) 517
Figura 95 Esquema del quinto escenario de futuro (optimista *(15) Código 1 1 0 0 0 1*) 519
Figura 96 Esquema del quinto escenario de futuro (optimista *(15) Código 1 1 0 0 0 1*) 521
Figura 97 Nomenclatura simbólica de tramos seleccionados 523
Figura 98 Esquema Planteado para el desarrollo del modelo Qual2Kw – Tramo A 523
Figura 99 Esquema Planteado para el desarrollo del modelo Qual2Kw – Tramo B 523
Figura 100 Esquema Planteado para el desarrollo del modelo Qual2Kw – Tramo C 524
Figura 101 Esquema Planteado para el desarrollo del modelo Qual2Kw – Tramo D 524
Figura 102 Esquema Planteado para el desarrollo del modelo Qual2Kw – Tramo E 524
Figura 103. Esquema de relación trofica para organismos en fuentes hídricas lóticas (Odum et al., 1988). 574
Figura 104 Restricciones de actividades en Río de Oro 581
Figura 105 Zonas en las que se Prohíbe o condiciona la descarga de aguas residuales 582
Figura 106 Bases PORH río de Oro 591
Figura 107 Lineas estratégicas PORH río de Oro 592

LISTA DE FOTOGRAFÍAS ..... Pág.

Fotografía 1. Mesas de trabajo equipo técnico 73
Fotografía 2 Registro fotográfico taller con empresarios 92
Fotografía 3 Registro fotográfico taller con la comunidad 103
Fotografía 4. Captación de fondo Acueducto de Bucaramanga 137
Fotografía 5. Captación bocatoma lateral quebrada Mensulí 138
Fotografía 6. Captación reservorio quebrada Mensulí 138
Fotografía 7. Captación tanque, Quebrada Rasgón, Vereda Rasgón (Piedecuesta) 139
Fotografía 8. Captación por electrobomba río Lato. 139
Fotografía 9 Cultivos Cítricos 165
Fotografía 10 Cultivos Cítricos 166
Fotografía 11 Cultivos Cítricos 166
Fotografía 12 Cultivos de Tabaco 167
Fotografía 13 Cultivos de Piña 167
Fotografía 14 Fertilizantes químicos 168
Fotografía 15 Fertilizantes químicos Subcuenca río de Oro 169
Fotografía 16 Herbicidas utilizados en el área de estudio 171
Fotografía 17 Herbicidas 172
Fotografía 18 Plaguicidas subcuenca río de oro 173
Fotografía 19 Plaguicidas utilizados en la parte media de río de Oro 174
Fotografía 20 Construcción PTARD Santuario 198
Fotografía 21 Punto de monitoreo Colector Cisnes 202
Fotografía 22 Punto de monitoreo Colector Cerros 203
Fotografía 23 Punto de monitoreo Colector Centro Penitenciario Palogordo 204
Fotografía 24 Punto de monitoreo Colector PTAR Ciudadela Nuevo Girón 205
Fotografía 25 Punto de monitoreo Colector Carrizal 206
Fotografía 26 Punto de monitoreo Parque Industrial II 209
Fotografía 27 Punto de monitoreo Empresa Freskaleche 210
Fotografía 28 Panorámica RO-O-10 267
Fotografía 29 Panorámica RO-O-06 268

Fotografía 30 Panorámica QRG-O-01 269
Fotografía 31 Panorámica RO-O-05 270
Fotografía 32 Panorámica QG-01 271
Fotografía 33 Panorámica SO-01 272
Fotografía 34 Panorámica RO-O-2PA 273
Fotografía 35 Panorámica LT-01 274
Fotografía 36 Panorámica RO-O-04 275
Fotografía 37 Panorámica RO-O-4N 276
Fotografía 38 Panorámica RO-O-4H 277
Fotografía 39 Panorámica RO-O-4A 278
Fotografía 40 Panorámica RF-1A 279
Fotografía 41 Panorámica LI-01 280
Fotografía 42 Panorámica RO-O-2PB 281
Fotografía 43 Panorámica RO-O-2A 282
Fotografía 44 Panorámica RO-O-01 283
Fotografía 45. Montaje en laboratorio de los equipos utilizados (Macroinvertebrados) 306
Fotografía 46. Montaje en laboratorio de los equipos utilizados (Perifiton). 309
Fotografía 47. Sector Oro Alto 369
Fotografía 48. Familias representativas de macroinvertebrados (Microcuenca Oro Alto 369
Fotografía 49. Sector Oro Medio. 371
Fotografía 50. Familias representativas de macroinvertebrados (Microcuenca Oro Medio) 371
Fotografía 51. Sector Oro Bajo 373
Fotografía 52. Familias representativas de macroinvertebrados (Microcuenca Oro Medio) 373
Fotografía 53. Géneros representativos de algas perifíticas. 387

LISTA DE ANEXOS **Pág.**

Anexo 1. Declaratoria Resolución 421 del 21 de marzo de 2013 49
Anexo 2 Programa de monitoreo y características de la red de la subcuenca río de Oro. 55
Anexo 3. Imágenes satelitales subcuenca río de oro 61
Anexo 4 Matriz de influencias directas resultado ponderación por empresarios 84
Anexo 5 Matriz de influencias directas resultado ponderación por la comunidad..... 94
Anexo 6 Concesiones Persona Natural corriente principal..... 122
Anexo 7 Censo de usuarios persona natural por rangos de caudales 133
Anexo 8 Concesiones Persona Jurídica Corriente Principal..... 134
Anexo 9 Censo de Usuarios Persona Jurídica por rangos de caudales..... 135
Anexo 10. Censo de usuarios concesiones Persona Natural formato RURH..... 140
Anexo 11. Censo de Usuarios Concesiones Persona Jurídica Formato RURH..... 142
Anexo 12. Vertimientos Subcuenca Río de Oro. 151
Anexo 13. Inventario obras de ocupación de cauce Subcuenca Río de Oro..... 156
Anexo 14. Usos del recurso hídrico persona natural Río de Oro..... 162
Anexo 15. Uso del recurso hídrico persona jurídica subcuenca del río de Oro. 164
Anexo 16. Inventario de acueductos significativos subcuenca de río de oro..... 185
Anexo 17 Características Puntos de Vertimiento Aforado 24 Horas 201
Anexo 18 Volumen de Composición de Alícuota por Vertimiento..... 201
Anexo 19. Cadena de Custodia de las Muestras Analizadas Monitoreo Vertimientos 210
Anexo 20 Resultados Laboratorio Monitoreo de Vertimientos..... 211
Anexo 21 Informe Técnico de Evaluación de las Propuestas de Metas de Cargas Contaminantes .. 232
Anexo 22. Prueba de Trazadores..... 265
Anexo 23 Memorias de Aforos Campañas de Monitoreo 284
Anexo 24 Procedimiento general para toma de muestras en campo y la manipulación de las mismas 290
Anexo 25. Fichas trabajo de campo 305
Anexo 26. Abundancias Familias Macroinvertebrados. 308
Anexo 27 Fichas Análisis Perifiton..... 309
Anexo 28. Abundancias Familias Perifiton 311

Anexo 29 Histórico de Datos Máximos, Mínimos y Promedios 2000 a 2013..... 336

Anexo 30. Análisis de correlación de variables con datos históricos por punto de monitoreo de la red de calidad del agua de la CDMB, Río de Oro..... 340

Anexo 31. Análisis macroinvertebrados capturados en el muestreo subcuenca Río de Oro 368

Anexo 32 Inventario Actividad Minera Subcuenca Río de Oro 403

Anexo 33. Conflicto de uso Tramos corriente principal – Cobertura y uso actual del suelo CDMB.... 407

Anexo 34. Conflicto Concesiones Naturales Objetivo de Calidad 414

Anexo 35. Conflicto Concesiones Jurídicas Objetivo de Calidad 417

Anexo 36 Taller prospectiva método SMIC – PROB EXPERT 500

LISTADO DE MAPAS

Pág.

Mapa 1 Red hidrográfica Río de Oro y sus TributariosRíos Frío y Lato 54
Mapa 2 Estaciones hidrometereológicas y puntos de monitoreo. 55
Mapa 3 Ubicación de concesiones y vertimientos 58
Mapa 4 Cobertura y uso de suelo subcuenca Río de Oro - POMCA 61
Mapa 5 Censo de usuarios persona natural por rangos de caudales 133
Mapa 6 Censo de Usuarios Persona Jurídica por rangos de caudales 135
Mapa 7. Tipo de Captación Concesiones Persona Natural. 140
Mapa 8. Tipo de captación Concesiones Persona Jurídica. 142
Mapa 9. Ubicación vertimientos subcuenca Río de Oro. 151
Mapa 10. Inventario Obras de Ocupación de Cauce Subcuenca Río de Oro. 156
Mapa 11 Usos del recurso hídrico persona natural Río de Oro. 162
Mapa 12 Usos del recurso hídrico persona Jurídica subcuenca del río de Oro. 164
Mapa 13. Acueductos más de 50 usuarios subcuenca de río de oro. 185
Mapa 14 Ubicación Puntos de Vertimientos Monitoreados. 201
Mapa 15. Títulos Mineros Subcuenca Río de Oro. 403
Mapa 16. Conflicto de uso Tramos – Cobertura y Uso Actual del Suelo CDMB 409
Mapa 17. Conflicto uso concesiones naturales corriente principal río de oro y los objetivos de calidad de la corriente 414
Mapa 18. Conflicto uso concesiones jurídicas corriente principal río de oro y los objetivos de calidad de la corriente 418

ELEMENTOS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS

El presente capítulo realiza una síntesis del marco lógico y conceptual del Proyecto, incluyendo las bases conceptuales y metodológicas utilizadas para abordar y asegurar una aproximación a la realidad de la situación ambiental de la corriente de río de Oro y sus tributarios principales (río Lato y río Frío), como fuente de abastecimiento, receptora de aguas residuales, calidad del agua, resolución de conflictos relacionado con el uso inadecuado, así como la incorporación de la gestión del riesgo asociado al recurso hídrico y por último, definir directrices de ordenamiento que permitan realizar un uso, manejo y evaluación potencial de sus servicios ecosistémicos.

Los lineamientos filosóficos que orientarán el Plan de Ordenamiento de Recurso Hídrico (PORH), se consideran en primera medida los establecidos como los principios que orientan a La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) y el Marco normativo y conceptual para el PORH del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

De igual forma se exponen las diferentes etapas propuestas para el proceso de formulación del PORH, entendidas estas como el camino recorrido para la realización del mismo, el cual inicia con el primero y más importante de los pasos para enfrentar el ordenamiento de recurso hídrico *que radica en tener claridad acerca de lo que se desea y persigue implantar*[1], dentro de un concepto sistémico, de planeación estratégica, y circunstancias del contexto del área de estudio, además de su debida y suficiente concertación y participación ciudadana.

En el documento se presenta la metodología y el conjunto de técnicas utilizadas en la elaboración del PORH, las cuales incluyen herramientas, modelos, procedimientos, instrumentos y métodos de elaboración para el abordaje de la formulación plan de ordenamiento.

1.1 FILOSOFÍA DEL PLAN

La filosofía de este estudio, se basa en una variedad de problemas fundamentales acerca de cuestiones como la existencia, el conocimiento, la verdad, la moral, la ética en relación con los principios teóricos, técnicos y metodológicos en referencia a la gestión integral del recurso hídrico.

En este trabajo se reconoce la estrecha relación que el hombre ha construido con el medio a partir de sus costumbres y actividades propias de su cotidiana vivencia.

Se busca redelinear la estructura y relación de valores hombre - medio físico biótico identificando problemáticas propias de la depreciación de los servicios ecosistémicos que existen en el área de estudio, y contribuir al cambio de paradigmas orientados a la gestión integral del recurso hídrico, producto de un análisis sistémico.

[1] Marco normativo y conceptual para el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH. Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible. República de Colombia.

Se pretende identificar estrategias que permitan aumentar los niveles de gobernabilidad y empoderamiento de los actores SINA y comunidad en general, centrados en la actividad humana como sujeto de acción ambiental.

1.1.1 Principios[2]. Los principios para el ordenamiento del recurso hídrico del de río de Oro y sus tributarios río Frío y Lato se basan en los principios de La Política para la Gestión Integral del Recurso Hídrico y son los siguientes, todos de igual jerarquía:

Bien de uso público: El agua es un bien de uso público y su conservación y es responsabilidad de todos.

Uso prioritario: El acceso al agua para consumo humano y doméstico tendrá prioridad sobre cualquier otro uso y en consecuencia se considera un fin fundamental del Estado. Además, los usos colectivos tendrán prioridad sobre los usos particulares.

Factor de desarrollo: El agua se considera un recurso estratégico para el desarrollo social, cultural y económico del país por su contribución a la vida, a la salud, al bienestar, a la seguridad alimentaria y al mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas.

Integralidad y diversidad: La gestión integral del recurso hídrico armoniza los procesos locales, regionales y nacionales y reconoce la diversidad territorial, ecosistémica, étnica y cultural del país, las necesidades de las poblaciones vulnerables (niños, adultos mayores, minorías étnicas), e incorpora el enfoque de género.

Unidad de gestión: La cuenca hidrográfica es la unidad fundamental para la planificación y gestión integral descentralizada del patrimonio hídrico.

Ahorro y uso eficiente: El agua dulce se considera un recurso escaso y por lo tanto, su uso será racional y se basará en el ahorro y uso eficiente.

Participación y equidad: La gestión del agua se orientará bajo un enfoque participativo y multisectorial, incluyendo a entidades públicas, sectores productivos y demás usuarios del recurso, y se desarrollará de forma transparente y gradual propendiendo por la equidad social.

Información e investigación: El acceso a la información y la investigación son fundamentales para la gestión integral del recurso hídrico.

1.1.2 Enfoque. El enfoque que requiere un plan de ordenamiento del recurso hídrico debe ser integral, todos sus elementos son importantes, con una visión de largo plazo y desarrollo de procesos. Para evitar excesos de autoritarismo, en éste también se aplica el enfoque antropocéntrico sustentado en los factores sociales que movilizan la gestión y acción en zonas hidrogeográficas, mediante procesos organizacionales, de empoderamiento y sostenibilidad[3].

---

[2] Política Nacional para la Gestión Integral de Recurso Hídrico. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Viceministerio de Ambiente. Dirección de Ecosistemas. Grupo de Recurso Hídrico. República de Colombia. 2010.

[3] Marco normativo y conceptual para el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH. Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible. República de Colombia.

El enfoque del PORH de río de Oro, presenta las siguientes características:

Proactivo: Fortalecer los mecanismos que se centren en orientar la inclusión de nuevos valores ambientales en la región (solidaridad, identidad, empoderamiento y protección).

Prospectivo: Con esta metodología, se busca prever el futuro, es decir, reducir la incertidumbre de los procesos haciendo conjeturas informadas sobre las variables claves, que son el producto del análisis estructural del proyecto, con especial atención a los cambios de tendencias que pueden generar riesgos y oportunidades importantes.

Sistémico: En un sentido amplio, la teoría general de los sistemas se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad y, al mismo tiempo, como una orientación hacia un esfuerzo de estudio interdisciplinario que trata de encontrar las propiedades comunes de las entidades que se interrelacionan en dicho sistema.

Estratégico: La construcción de futuro, teniendo en cuenta la prioridad de los problemas en cuanto a sus causas, su transformación en el tiempo, la disponibilidad de recursos y las potencialidades existentes para su solución.

Regional: En la cual se conjugan ciertos factores de homogeneidad tanto físicos-bióticos, como históricos, sociales, étnicos, económicos, religiosos, culturales, entre otros.

Desarrollo de Instrumentos de Regulación: Entendiendo el papel de cada uno de los actores en el aspecto ambiental para la generación de mecanismos de evaluación y control, necesarios para garantizar el ejercicio eficiente de la gestión ambiental.

1.1.3 Criterios.

La formulación del PORH río de Oro se basa en los siguientes criterios

- **Normativo.** Este trabajo se realiza de acuerdo con los lineamientos de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico del año 2010 y la normatividad generada para su aplicación, además está sujeto a los principios de normativos generales de la Ley 99 de 1993, a saber: armonía regional, gradación normativa y rigor subsidiario.

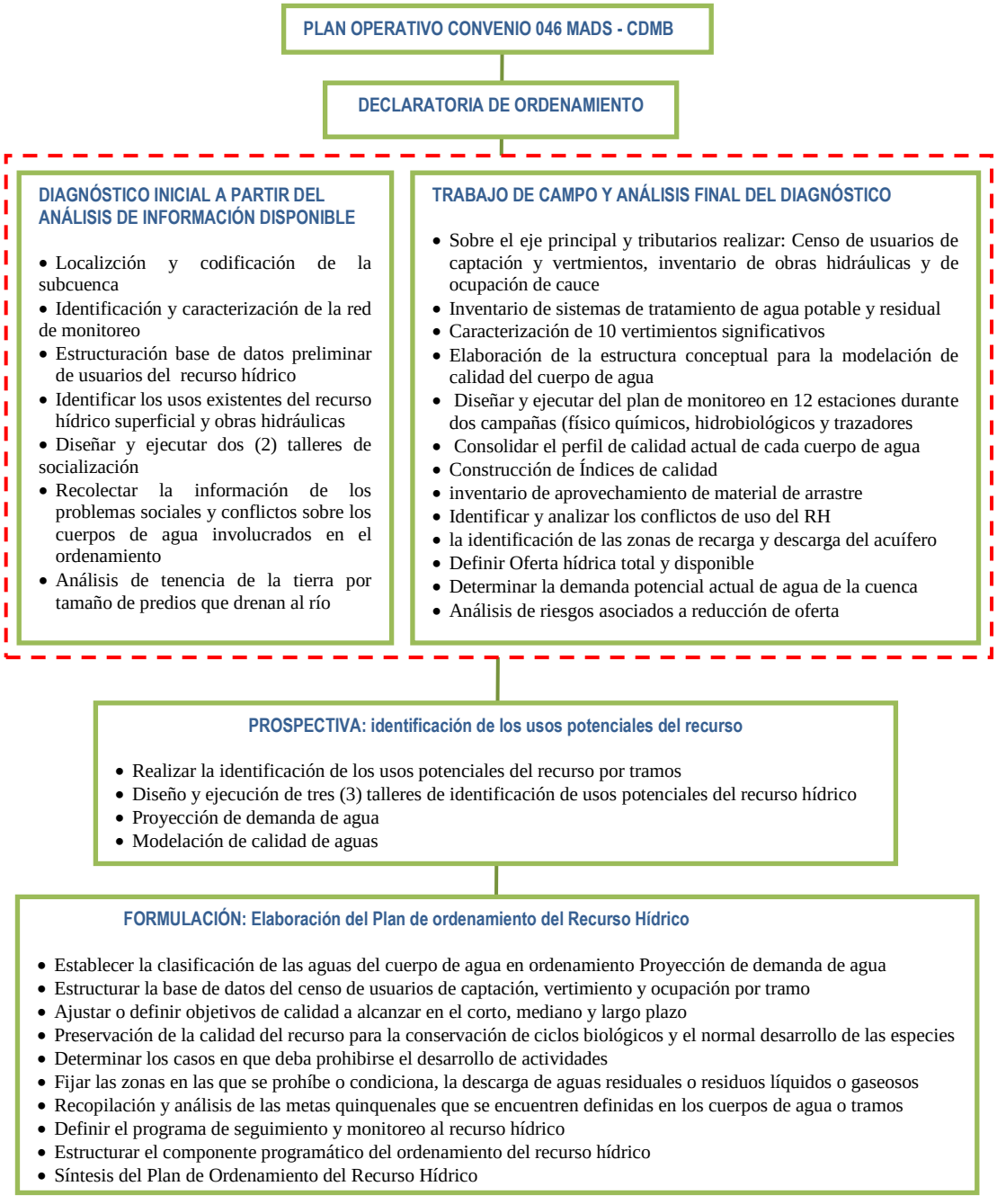
- **Participativo.** Este criterio se establece con el fin de asegurar la participación ciudadana en la toma de decisiones y en la construcción colectiva de un horizonte de planeación en referencia al ordenamiento del recurso hídrico.

- **Gobernabilidad y empoderamiento.** La gobernabilidad y el empoderamiento hace referencia tanto a las instituciones públicas y privadas que tienen su jurisdicción en el área de estudio además de la Inclusión Social (Auditoria Social y Mecanismos Participativos de Monitoreo y Evaluación). Este criterio es definitivo al momento de la implementación del plan de ordenamiento del río de Oro y sus principales tributarios Ríos Frío y Lato

- **Equidad**. Constituye un instrumento que equilibra las relaciones entre criterios jurídicos, sociales y ambientales, así como justicia e igualdad al momento de establecer medidas administrativas del recurso hídrico

1.2 ELEMENTOS TEÓRICOS

Figura 1. Plan operativo Convenio 046 de 2013



En la figura anterior se describen los componentes principales del Plan de Operativo que se realizó para adelantar el cumplimiento del Convenio Interadministrativo MADS N° 046 del de 2013 y CDMB No. 8342-08, cuyo objeto es “Aunar esfuerzos técnicos y financieros, entre el Ministerio de Ambiente y

Desarrollo Sostenible y la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga– CDMB, para la formulación del Plan de Ordenamiento del Río de Oro y sus afluentes tributario a Río Frio y Lato."

1.3 MARCO NORMATIVO

Para la descripción del marco normativo se toma como base el establecido en el documento Marco normativo y conceptual para el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH

En el siguiente arreglo matricial se desarrolla el marco normativo actualizado a 2011 y avalado como marco vigente para el ordenamiento del recurso hídrico en el contexto de la GIRH.

Cuadro 1. Marco Normativo

Norma	No.	Fecha	Alcance
Ley	23	1973	Plantea la necesidad de proteger los recursos naturales renovables, fija límites mínimos de contaminación y establece sanciones por violación de las normas. Se faculta al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente
Decreto Ley	2811	1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto	1449	1997	Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley 2811 de 1974, parcialmente derogado Ley 79 de 1986, Ley 373 de 1997 y el decreto 1791 de 1996
Ley	10	1978	Por medio de la cual se dictan normas sobre mar territorial, zona económica exclusiva, plataforma continental, y se dictan otras disposiciones.
Decreto	1541	1978	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.
Decreto	1875	1979	Por el cual se dictan normas sobre la prevención de la contaminación del medio marino y se dictan otras disposiciones.
Decreto	1594	1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III - Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
Ley	99	1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA- y se dictan otras disposiciones.
Ley	161	1994	Por la cual se organiza la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena, se determinan sus fuentes de financiación y se dictan otras disposiciones
Decreto	1600	1994	Por el cual se reglamenta parcialmente el Sistema Nacional Ambiental -SINA- en relación con los Sistemas Nacionales de Investigación Ambiental y de Información Ambiental.
Decreto	1933	1994	Por el cual se reglamenta el artículo 45 de la Ley 99 de 1993.
Decreto	1729	2002	Por el cual se reglamenta la Parte XIII <sic>, Título 2, Capítulo III del Decreto-Ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993

Norma	No.	Fecha	Alcance
Decreto	1604	2002	Por el cual se reglamenta el parágrafo 3o. del artículo 33 de la Ley 99 de 1993 de las comisiones conjuntas.
Decreto	3100	2003	Por medio del cual se reglamentan la tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones, y sus modificaciones
Resolución	104	2003	Por la que se establecen los criterios y parámetros para la clasificación y priorización de cuencas hidrográficas.
Decreto	155	2004	Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones, y sus modificaciones
Decreto	1443	2004	Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 253 de 1996, y la Ley 430 de 1998 en relación con la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos y se toman otras determinaciones.
Resolución	240	2004	Por la cual se definen las bases para el cálculo de la depreciación y se establece la tarifa mínima de la tasa por utilización de aguas.
Resolución	865	2004	Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución	1433	2004	Planes de saneamiento y manejo de vertimientos, PSMV, y sus modificaciones.
Decreto	2570	2006	Por el cual se adiciona el Decreto 1600 de 1994 y se dictan otras disposiciones.
Decreto	1900	2006	Por el cual se reglamenta el parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.
Resolución	872	2006	Por la cual se establece la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas subterráneas a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.
Decreto	1324	2007	Por el cual se crea el registro de usuarios del recurso hídrico y se dictan otras disposiciones.
Decreto	1323	2007	Por el cual se crea el sistema de información del recurso hídrico (SIRH).
Decreto	1480	2007	Por el cual se priorizan a nivel nacional el ordenamiento y la intervención de algunas cuencas hidrográficas y se dictan otras disposiciones.
Ley	1151	2007	Plan Nacional de Desarrollo. Modifica los artículos 42, 44, 46, 111 de la Ley 99 de 1993.
Decreto	3930	2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11del Titulo VI - Parte 11I - Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones"
Decreto	4728	2010	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010
Resolución	075	2011	Por la cual se adopta el formato de reporte sobre el estado de cumplimiento de la norma de vertimiento puntual al alcantarillado público.
Resolución	000421	2013	Resolución CDMB, por la cual se prioriza y declara el ordenamiento hídrico de río de oro alto, medio y bajo

Fuente. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

1.3.1 Horizonte de planeación. El Plan de Ordenamiento de Recurso Hídrico tiene un horizonte de 10 años con metas al corto, mediano y largo plazo.

1.3.2 Entidad responsable de su formulación. La responsabilidad de su formulación deberá ser asumida por las Corporación Autónomas Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, con la asesoría del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el marco del convenio interadministrativo No. 46, y deberá ser aprobado por el Consejo Directivo de la CDMB.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo contiene la formulación de un instrumento de planeación que define líneas estrategias, directrices y reglamentación del recurso hídrico en la subcuenca de río de Oro, con objetivos y metas contextualizadas e indicadores de gestión para un horizonte de planeación de 10 años. Dentro de los contenidos se incluyen variables como la oferta hídrica, la gestión de la demanda de agua, además de la resolución de conflictos por el uso inadecuado del recurso y la gestión del riesgo asociado a la oferta dl recurso

Los Planes de Ordenamiento de Recurso Hídrico, permitirá el establecimiento de instrumentos de gestión que se basa en la gestión integrada del agua, estableciendo la guía de ruta hacia un desarrollo y gestión eficiente, equitativa y sostenible del recurso.

Con la Promulgación de la Política Nacional para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (PNGIRH) en el año 2010, se da inicio a la formulación de instrumentos para la regulación de la oferta y la demandan del recurso hídrico en Colombia, orientada a garantizar el uso sostenible del agua y contribuir a la calidad de vida de la población y al desarrollo armónico de las actividades[4].

Dentro de los contenidos del Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014 prosperidad para todos, acorde con la PNGIRH, en los lineamientos para la sostenibilidad ambiental y la prevención de riesgos de desastres, incluye la Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible, la cual enmarca el fortalecimiento del recurso hídrico.

Por otra parte en el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) 2004 – 2013 “Participación Concertada y Proactiva”, dentro de los objetivos contempla la “Recuperación y Conservación de la Base Natural y Regional”, la cual se establece para asegurar la oferta de los bienes y servicios ambientales para las futuras generaciones. Para el cumplimiento de dicho objetivo en referencia al recurso hídrico, la CDMB establece un programa denominado “Manejo Integral del Recurso Hídrico”, cuyo objetivo es recuperar y proteger las zonas productoras de agua, recuperar la calidad de las corrientes hídricas receptoras de los vertimientos municipales y recuperar la calidad de las corrientes hídricas que atraviesan el Área Metropolitana de Bucaramanga.

Para el año 2012 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga, firman el convenio No. 51 para cargar información al módulo de registro de usuarios del recurso hídrico de concesiones de aguas y autorizaciones de vertimientos en el cumplimiento del decreto 1323 de 2007 y decreto 1323 de 2012

[4] Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Viceministerio de Ambiente. Dirección de Ecosistemas. Grupo de recurso Hídrico. República de Colombia. 2010

Acorde con el principio de la Gradación Normativa, La CDMB en su Plan de Acción 2012 – 2015 “Ambiente para la Gente” “Amigos de la Vida”, Establece un programa denominado “conservación de cuencas hidrográficas para la oferta de bienes y servicios ambientales en el área de jurisdicción”, la cual expresan que en los estudios de Planes de manejo de las subcuencas hidrográficas y ordenamiento de las corrientes hídricas, existen áreas de drenaje de menor extensión, denominadas microcuencas, algunas de las cuales presentan estudios de índice de escasez. Estos estudios determinan que las fuentes con mayor índice de escasez se localizan en las microcuencas de La Angula, Río Tona, Río Frío y Oro Bajo y Medio. Lo anterior establece que estas son las áreas con prelación para la realización de los procesos de reglamentación y manejo de recurso hídrico.

La estructura del plan obedece a una política de estado, a documentos prospectivos de carácter departamental y regional en los cuales se establecen estrategias para la implementación de la política, la descripción del estado actual del recurso en la corriente en ordenación, la generación de una prospectiva que permita identificar los factores de cambio para el logro de escenarios propuestos, concertado y acordes con la normatividad ambiental vigente, el establecimiento de acciones y un programa de monitoreo y seguimiento que permitan verificar la eficiencia y eficacia del plan.

Con la argumentación anterior y con las fortalezas que presenta la CDMB en los avances en recurso hídrico, por contar con una consolidada red de monitoreo con datos históricos de hasta 20 años y los estudios realizados en el POMCA de río de Oro, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible escoge a la CDMB y en el caso particular río de Oro, como una de las tres corrientes en proceso de reglamentación en el País, las cuales son presentadas como una prueba piloto entre las cuales se implementaran los instrumentos de reglamentación expedidos por el Ministerio en materia de Ordenamiento de Recurso Hídrico.

2 GENERALIDADES

De una manera general, se realiza una contextualización de río de Oro y sus principales afluentes, y se adelanta el proceso de ordenamiento del recurso hídrico.

2.1 DATOS DEL CONVENIO

El día 27 de febrero de 2013 se firmó el convenio interadministrativo No. 046 de 2013 suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollos Sostenible y La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de La Meseta de Bucaramanga, cuyo objeto es "Aunar esfuerzos técnicos y financieros, entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollos Sostenible - MADS y La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de La Meseta de Bucaramanga – CDMB, para la formulación del plan de ordenamiento del Río de Oro y sus tributarios río Frío y río Lato". Adicionalmente y por cuestiones técnicas se amplio la fecha de entrega del documento final el cual se firmó por medio de un Otrosi el día 11 de Diciembre del 2013, y se amplio por tres meses más hasta el dia 17 de Marzo del 2014.

El proyecto cuenta con el siguiente presupuesto:

MADS **$ 271.820.042** – CDMB **$ 128.292.207** – para un total **$ 400.112.249.**

2.2 DECLARATORIA

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga mediante acto administrativo *Resolución 421 del 21 de marzo de 2013* Prioriza y declara en ordenamiento hídrico las siguientes micro- cuencas: Rio de oro alto, medio y bajo que conforman el área de jurisdicción de la CDMB.

Anexo 1. Declaratoria Resolución 421 del 21 de marzo de 2013

2.3 ASPECTOS GENERALES DE LA SUBCUENCA DE RÍO DE ORO

La cuenca del río Lebrija está conformada por ocho subcuencas: Cachira del Espíritu Santo, Lebrija Medio, Cachira del Sur, Salamaga, Río Negro, Suratá, Lebrija Alto y Río de Oro. La subcuenca del Río de Oro presenta un área total de 56.942 hectáreas y hace parte de la zona hidrográfica del Magdalena Medio. Se localiza dentro de la Cuenca del Río Lebrija, identificada por el HIMAT (hoy IDEAM) con el código 2319. Altitudinalmente la subcuenca se encuentra en el corredor de alta montaña de la cordillera oriental, entre los 3500 msnm y los 900 msnm, administrativamente hacen parte de ella cinco Municipios: Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta y Tona. (Ver figura 5).[5]

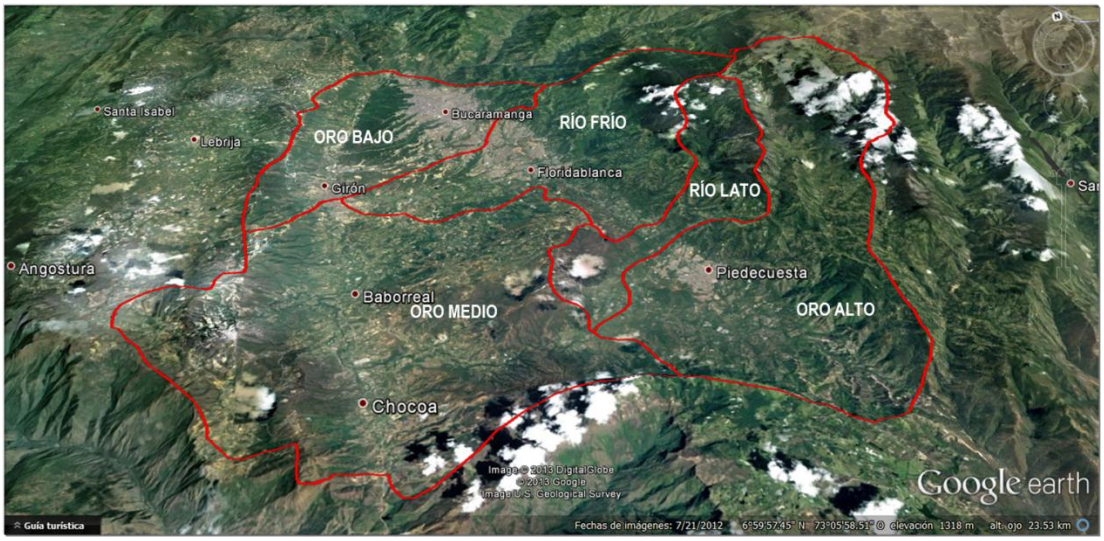
[5] Plan de Ordenamiento y Manejo Subcuenca Río. Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. 2007

La Sub-cuenca Río de Oro, se encuentra localizada al sur-oriente del área de jurisdicción de la CDMB en el Departamento de Santander. Hace parte del Área Metropolitana de Bucaramanga y limita al Norte con la Sub-cuenca Río Suratá y Río Chitagá y Lebrija Alto (Micro-cuenca El Aburrido), al Oriente con la Sub-cuenca Río Umpalá (compartida con la CAS), al Occidente con la Sub-cuenca Lebrija Alto (Micro-cuenca Angula – Lajas) y al Sur con la Sub-cuenca Sogamoso Alto.

La subcuenca del Río de Oro, está identificada con el código 2319-9 y se subdivide en cinco microcuencas para su manejo y administración por parte de la CDMB, así:

Microcuenca Oro Alto código 2319-9-5
Microcuenca Oro Medio código 2319-9-3
Microcuenca Oro Bajo código 2319-9-1
Microcuenca Río Lato código 2319-9-4
Microcuenca Río Frío código 2319-9-2

Figura 2. Ubicación Subcuenca Río de Oro



Fuente. Google earth

El área de drenaje de la subcuenca de río de Oro, dentro de sus aspectos generales presenta:

Zonas de vida, páramo húmedo, Bosque muy Húmedo alto Andino, Bosque Húmedo Andino, Bosque Húmedo Subandino, Bosque seco Subandino y el bosque Seco Basal – Tropical. Los rangos de pendientes van desde los 7 al 75%. Presenta clima desde cálido, medio frio y páramo, con una media anual de precipitación que varía entre los 900 a 1800 mm y unas temperaturas con valores desde los 6 hasta los 25°C, además de una humedad relativa media multianual del 81%.

Dentro del componente socioeconómico, se han establecido una serie de actividades humanas dentro de los límites de la subcuenca, siendo la dinámica de estas actividades la estructura de los procesos

sociales, económicos culturales y de conflicto en el área de estudio, en el siguiente cuadro se muestran los aspectos socio-económicos de la zona (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Aspectos socio económicos

DIVISIÓN VEREDAL		**POBLACIÓN**	
85 veredas distribuidas en las cinco microcuencas		27219 Habitantes rurales distribuidos en las cinco microcuencas	
Oro Alto	25	Oro Alto	7176
Oro Medio	19	Oro Medio	9467
Oro Bajo	7	Oro Bajo	1918
Río Lato	11	Río Lato	1101
Río Frío	23	Río Frío	7557
SISTEMAS AGRÍCOLAS		**ESTABLECIMIENTOS EDUCTIVOS**	
Cultivos de caña, café, plátano, cítricos, mora y frutales. Total 8165 Ha		Los siguientes son los establecimientos educativos rurales del área de drenaje	
Oro Alto	1797 Ha	Oro Alto	12
Oro Medio	4273 Ha	Oro Medio	14
Oro Bajo	592 Ha	Oro Bajo	5
Río Lato	578 Ha	Río Lato	6
Río Frío	925 Ha	Río Frío	12
SISTEMAS PECUARIOS (BOVINOS)			
Total Cabezas de ganado 16028			
Oro Alto	2609 Cabezas de ganado		
Oro Medio	7400 Cabezas de ganado		
Oro Bajo	451 Cabezas de ganado		
Río Lato	1877 Cabezas de ganado		
Río Frío	3691 Cabezas de ganado		

Fuente: POMCA subcuenca río de Oro

3 FASE DIAGNÓSTICO

Con esta fase se pretende analizar, caracterizar, evaluar y realizar síntesis, que permitan determinar la situación actual del área de drenaje en referencia al recurso hídrico, además permitirá definir algunas tendencias. La construcción del diagnóstico se realizará en dos etapas, una sobre la base de datos e información de estudios realizados por la CDMB y otras instituciones, una segunda etapa se realizará por medio del trabajo en campo y recolección de información primaria.

La determinación de la situación actual de la corriente en ordenamiento se realiza por medio de un ordenado análisis de información y de hechos recogidos, basados en una visión sistémica y que permita analizar desde componentes independientes y las relaciones e interacciones que los mismos tengan y que afecten en diferente medida el sistema.

3.1 DIAGNÓSTICO INICIAL A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DISPONIBLE

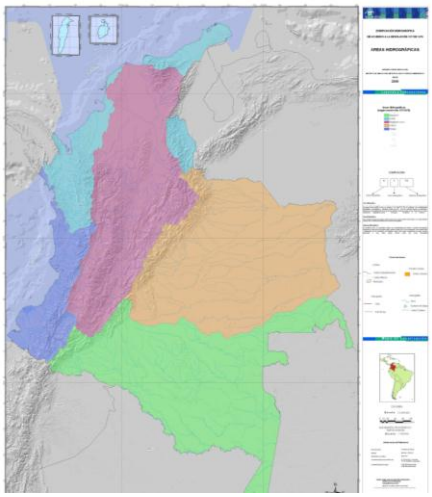
El objetivo de esta fase inicial es revisar y valorar la información preexistente en referencia al ordenamiento del recurso hídrico de la subcuenca Río de Oro.

3.1.1 (a) Localizar y codificar la cuenca del rio de Oro y sus tributarios, respecto a la zonificación hidrográfica nacional. La CDMB ha desarrollado el trabajo conceptual y técnico para la identificación, clasificación y priorización de la subcuenca del Rio de oro y sus tributarios.

3.1.1.1 Red Hidrográfica Subcuenca Río de Oro. La red hidrográfica de la subcuenca de Río de Oro, presenta la siguiente zonificación:

- **Área Hidrográfica**

Figura 3. Áreas hidrográficas de Colombia

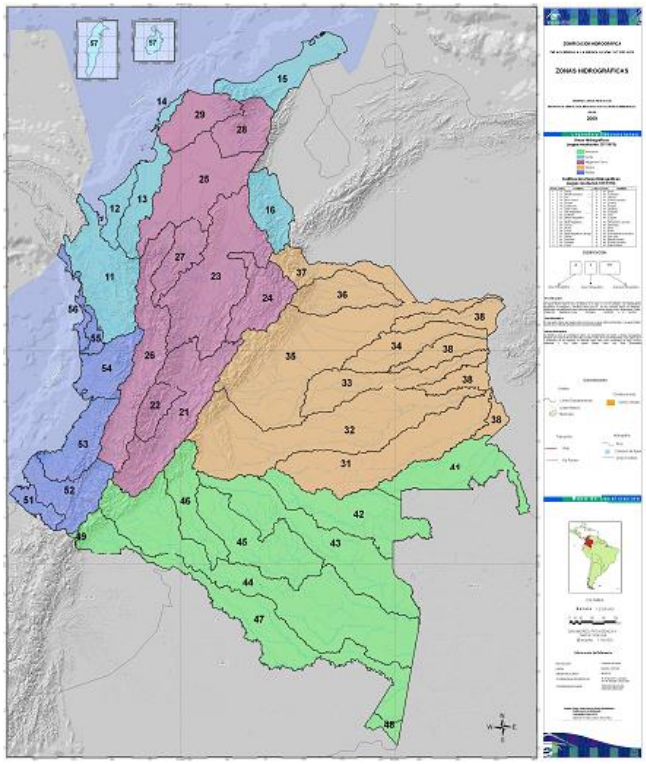


Fuente. IDEAM

Teniendo en cuenta que el Área Hidrográfica es un territorio natural que agrupa grandes sistemas de drenajes, donde las aguas fluyen hacia el mar, al océano, a un lago o a un río principal, en este caso al último, en la figura anterior se observa que Rio de Oro con sus principales afluentes pertenece a la zona hidrográfica No. 2, denominada Magdalena – Cauca (zona sombreada en morado).

- **Zona Hidrográfica**. Es una región natural que agrupa varias cuencas en un gran sistema de drenaje y sus aguas tributan a través de un afluente principal hacia una Área Hidrográfica, en la siguiente figura se ubica la zona hidrográfica para Rio de Oro perteneciente a la Nº 23, denominada Magdalena Medio.

Figura 4. Zonas Hidrográficas de Colombia

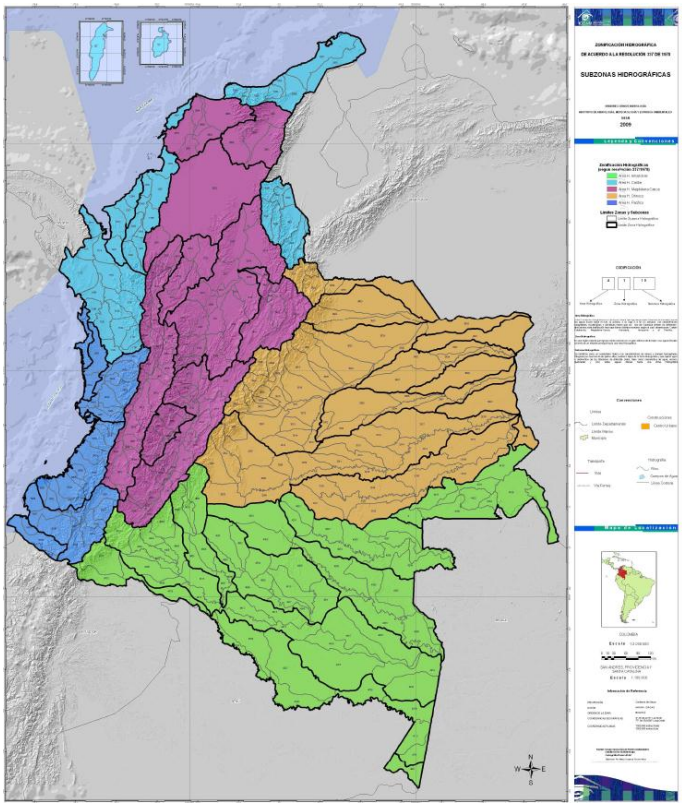


Fuente. IDEAM

- **Subzona hidrográfica.** Se identifica como un sistema hídrico con características de relieve y drenaje homogéneas, integrado por cuencas de las partes altas, medias o bajas de la Zona Hidrográfica y que captan agua y sedimentos de los tributarios de diferente orden, tales como nacimientos de agua, arroyos, quebradas y ríos[6], para el caso de Rio de Oro éste se encuentra inmerso en la Subzona hidrográfica Nº 2319.

[6] IDEAM, Mapa de Áreas hidrográficas, 2009.

Figura 5 Subzonas Hidrográficas de Colombia



Fuente. IDEAM

Cuadro 3. Zonificación IDEAM río de Oro

Área Hidrográfica	Cód.	Zona Hidrográfica	Cód.	Subzona Hidrográfica	Cód.
Magdalena - Cauca	2	Medio Magdalena	23	Lebrija y otros directos al Magdalena	2319

Fuente. CDMB – Resolución 337 de 1978, IDEAM

3.1.2 (b) Mapa red hidrográfica subcuenca río de oro. Este mapa contiene la delimitación del área de drenaje del río de Oro, la topografía de la subcuenca y sus principales afluentes.

Mapa 1 Red hidrográfica Río de Oro y sus Tributarios Ríos Frío y Lato

3.1.3 (c) Caracterización y localización existente de la red de monitoreo sobre el rio De Oro y sus tributarios, objeto de ordenamiento. Actualmente el monitoreo de corrientes es un programa ya institucionalizado de la CDMB que permite evaluar la calidad del agua de las corrientes superficiales del área de jurisdicción de la entidad, el desarrollo del mismo, comprende un monitoreo que incluye toma de muestras, análisis de laboratorio y la evaluación de los resultados, la red comprende 62 puntos de monitoreo o estaciones de los cuales 32 puntos se localizan en la subcuenca de Río de Oro, sobre la corriente principal, Río de Oro, y los afluentes de mayor relevancia y de influencia directa en el área metropolitana de Bucaramanga. En el anexo 2 se relaciona la caracterización y localización de los puntos de monitoreo sobre río de Oro.

Anexo 2 Programa de monitoreo y características de la red de la subcuenca río de Oro.

Mapa 2 Estaciones hidrometereológicas y puntos de monitoreo.

3.1.4 (d) Organización, revisión y clasificación de los resultados. Con la recopilación de datos de diversos estudios realizados por la CDMB en el área de drenaje se construye la base inicial de ordenamiento con información preexistente, que se convierte en material esencial para el inicio de la fase de construcción de diagnóstico. A continuación se relacionan los datos base de ordenamiento.

3.1.4.1 (d-a) Programa de monitoreo de calidad y cantidad de agua que existe. Desde el año 2009 se viene reportando informes de calidad del agua tanto semestral como anual en el anexo 2 se anexan los informes de los años 2009 a 2013, en estos informes se analizan los resultados de los parámetros físico-químicos, ICA's (Índice de calidad del agua) e ICO's (Índices de contaminación), estos últimos se empezaron a implementar a partir del 2011. El programa de monitoreo se referencia en el anexo 2

3.1.4.1.1 Históricos de Calidad del agua en los puntos de la Red de Monitoreo. En el año 2010 se realizó un informe del Histórico de calidad de todos los puntos de la red, para este caso se presentara solo los resultados de los puntos de la Subcuenca de Río de Oro, los cuales se expresan en el numeral Q (b).

3.1.4.2 (d-b) Censos de usuarios. La información recolectada de censo de usuarios es sustraída de las bases de datos de CDMB, en referencia a concesiones de agua en el área de drenaje de la subcuenca río de Oro. Dentro del trabajo de diagnóstico se adelantó la tabulación y filtración de las concesiones legalmente otorgadas por la autoridad ambiental dentro del área de influencia directa del proyecto, de igual forma determinó el estado actual en lo referente a la vigencia de cada una de ellas en cuanto a los beneficiarios. En el siguiente cuadro se realiza la cuantificación de concesiones y caudales otorgados en el área de estudio.

Cuadro 4 Concesiones otorgadas subcuenca río de oro

Ítem	Naturales	Jurídicas	Total
Concesiones Vigentes	673	97	770
Concesiones Vencidas	168	28	196
Caudal concesionado (l/s)	300,07	1999,17	2299,24

3.1.4.3 (d-c) Inventario de obras hidráulicas. Dentro de la identificación de la infraestructura existente en lo referente a la derivación del recurso, el equipo consultor realizó la identificación de las diferentes obras existentes, en los siguientes cuadros se presenta el resumen de las características principales de la infraestructura de captación en lo referente a usuarios jurídicos y naturales.

Cuadro 5 Infraestructura personas naturales

No Definidas	Canal Abierto	Captación De Fondo	Captaciones Laterales	Electrobomba	Manguera En El Lecho	Muro Presa	Reservorio	Tanque	No Existe	Sin Información
245	52	15	50	63	105	118	4	152	2	7

Cuadro 6 Infraestructura personas jurídicas

No Definidas	Canal Abierto	Captación De Fondo	Captaciones Laterales	Electrobomba	Manguera En El Lecho	Muro Presa	Reservorio	Tanque
43	14	5	5	36	1	8	5	8

3.1.4.4 (d-d) Oferta y demanda de agua sobre río de oro y sus tributarios. De acuerdo a la información existente en el documento denominado Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca del Rio de Oro, realizado en el año 2007, el equipo consultor presenta a continuación los cálculos de oferta y demanda del recurso, información que se validará y actualizará en el desarrollo del presente estudio.

Cuadro 7 Oferta total de agua – sub-cuenca río de Oro.

Micro Cuenca	Área Has	Rendimiento Hídrico (l/s/k^2)	Rendimiento Hídrico total Microcuenca (l/s)	Oferta Total m^3	Disminución de oferta por vertimiento	Oferta Total m^3	Oferta neta (50% calidad y caudal)
LATO	5.112	10.99	562	17.723.232	0	17.723.232	8.861.616
ORO ALTO	14.309	12.86	1.840	58.026.240	0	58.026.240	29.013.120
RÍO FRÍO	11.795	6.02	1.010	31.851.360	3.010.473	28.840.887	14.420.443

Micro Cuenca	Área Has	Rendimiento Hídrico (l/s/k²)	Rendimiento Hídrico total Microcuenca (l/s)	Oferta Total m³	Disminución de oferta por vertimiento	Oferta Total m³	Oferta neta (50% calidad y caudal)
ORO MEDIO	16.853	5.12	863	27.215.568	0	27.215.568	13.607.784
ORO BAJO	8.873	12.44	1.104	34.815.744	24.903.860	9.911.884	4.955.942
TOTAL	56.942	-	5.379	169.632.144	27.914.333	141.717.811	70.858.905

Fuente. Calculo Grupo POAT - CDMB.

Cuadro 8 Total consumo de agua – Sub-cuenca Rio de Oro.

Microcuenca	Consumo Doméstico m³		Consumo pecuario m³			consumo agrícola m³	total consumo m³
	DUD	Concesión	Bovino	Avícola	Porcino		
LATO	72.336	-	69.796	3.285	727	-	146.144
ORO ALTO	471.463	11.826.000	100.726	297.621	646	-	12.696.556
RIO FRIO	496.495	19.363.104	110.998	54.969	1.910	-	20.027.476
ORO MEDIO	621.982	-	212.393	3.000.300	17.147	6.821.738	10.673.560
ORO BAJO	126.012	-	23.657	19.710	70	1.352.658	1.522.107
TOTAL	1.788.288	31.189.104	517.570	3.375.885	20.500	8.174.396	45.065.743

Fuente. Calculo Grupo POAT - CDMB.

3.1.5 (e) Estructuración base de datos preliminar de usuarios del recurso hídrico, incluidos los de quejas. La base de datos preliminar actualizada de usuarios corresponde a la información solicitada por el IDEAM en el formato RURH, tanto para usuarios de concesiones naturales, jurídicas y permiso de vertimientos.

3.1.5.1 (e-a) Usuarios con concesión de agua. En el siguiente cuadro se referencian los usuarios de concesiones jurídicos y naturales otorgadas de las corrientes en estudio.

Cuadro 9 Usuarios jurídicos y naturales con concesión de agua.

Estado	Usuario Naturales	Usuario Jurídico	Total
Vigente	673	97	770
Vencidas	168	28	196

Fuente. Calculo Grupo POAT - CDMB.

Con el fin de realizar permanente control y seguimiento a la ejecución de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV la CDMB, se procedió a realizar revisión de los expedientes relacionados, y programar las visitas a realizar para su cumplimiento.

Cuadro 10 PSMV aprobados y con seguimiento

Municipio	PSMV	Seguimiento a PSMV 2013	Observación
BUCARAMANGA	Aprobado	x	seguimiento (EMPAS)
FLORIDABLANCA	Aprobado		seguimiento (EMPAS)
GIRON	Aprobado		seguimiento (EMPAS)
PIEDECUESTA	Aprobado	x	Se procederá a iniciar el aprobatorio de la modificación del PSMV

3.1.5.1.1 (e-b) Cantidad de agua autorizada, usos autorizados del agua concesionada, norma de vertimientos y su duración. Para establecer la cantidad de agua concesionada se toma el cálculo realizado para establecer el consumo para el POMCA de la subcuenca de río de Oro. En el siguiente cuadro se relacionan los consumos por microcuenca.

Cuadro 11 Total consumo de agua – Sub-cuenca Rio de Oro.

Microcuenca	Consumo doméstico (m^3)		Consumo pecuario (m^3)			consumo agrícola (m^3)	total consumo (m^3)
	DUD	Concesión	Bovino	Avícola	Porcino		
LATO	72.336	-	69.796	3.285	727	-	146.144
ORO ALTO	471.463	11.826.000	100.726	297.621	646	-	12.696.556
RIO FRIO	496.495	19.363.104	110.998	54.969	1.910	-	20.027.476
ORO MEDIO	621.982	-	212.393	3.000.300	17.147	6.821.738	10.673.560
ORO BAJO	126.012	-	23.657	19.710	70	1.352.658	1.522.107
TOTAL	1.788.288	31.189.104	517.570	3.375.885	20.500	8.174.396	45.065.743

Fuente. Calculo Grupo POAT

Mapa 3 Ubicación de concesiones y vertimientos

3.1.5.2 (e-c) Quejas. Las quejas son extraídas de la base de datos de la CDMB y de las problemáticas identificadas en talleres de ordenación del POMCA y otros estudios anteriores al actual convenio. En el siguiente cuadro se resumen la problemáticas y quejas por microcuenca.

Cuadro 12. Consolidado problemáticas por microcuenca

MICROCUENCA	PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS
RIO ORO ALTO	Contaminación de las fuentes de gua Falta de saneamiento básico para tratar las aguas (pozos sépticos) Deforestación de las cabeceras y área directa de los cauces de la microcuenca Falta de conciencia ciudadana frente al aprovechamiento adecuado de la fuente hídrica. manejo inadecuado de residuos sólidos Contaminación del agua del Acueducto Veredal a causa de los químicos con los que fumigan los cultivos como la mora de castilla Uso inadecuado del suelo
RIO ORO MEDIO	Falta de saneamiento básico (no se cuenta con sistemas de tratamiento de aguas) Tala de árboles indiscriminadamente Inadecuada distribución del recurso hídrico Contaminación de las fuentes de agua, produciendo olores ofensivos Altos índices de enfermedades relacionadas con el consumo del agua y el saneamiento básico Inadecuado uso del suelo Crecimiento demográfico Falta de agua potable Intervención de la capa vegetal Falta de consciencia frente al valor que tiene el agua
RIO LATO	Falta de cobertura del sistema de alcantarillado falta de infraestructura en manos de las autoridades Tala de árboles Indiscriminadamente Contaminación de las fuentes de agua. Uso inadecuado del suelo Desperdicio de agua No se asigna el valor real al recurso, se percibe como gratis
RÍO FRÍO	Inexistencia de proyectos de reforestación con especies forestales nativas con fines comerciales y protección. Falta de sentido de pertenencia de algunos habitantes locales frente a su micro cuenca. Ausencia de cultura ecológica de los visitantes a los sitios turísticos de la zona rural. Falta de manejo racional de aguas lluvias en la vías existentes (Escorrentías). Deficiente aplicación de las medidas de comando y control ambiental por las entidades competentes. Ausencia de medidas de mitigación y adaptación frente a la variabilidad climática. Alto volumen de vertimientos contaminantes en la microcuenca. Resistencia de la comunidad frente a las acciones de la autoridad ambiental. Saneamiento básico insuficiente. Débil presencia institucional. Inadecuado manejo de residuos sólidos.

Fuente. CDMB

3.1.6 (f) Identificar usos existentes y obras hidráulicas en el cuerpo de agua. Para este literal se toma la información del POMCA de la subcuenca de río de Oro.

3.1.6.1 (f-a) Cobertura y uso del suelo. En el siguiente cuadro, se presenta un consolidado en hectáreas y porcentajes de participación, para cada una de las clases y categorías de uso adecuado de las tierras en la Subcuenca Río de Oro.

La Zonificación Ambiental comprende los usos adecuados de producción y de protección e importancia ambiental, a seguir implementado o a implementar en las áreas de conflictos de las tierras y la forma en que se propone manejar y administrar Áreas Protegidas a establecer y reglamentar en el territorio Subcuenca Río de Oro. Con el proceso metodológico desarrollado se definieron (2) clases o grandes categorías de uso adecuado de los suelos en la cuenca hidrográfica[7].

1. SUELOS DE PROTECCIÓN Y DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

2. SUELOS DE DESARROLLO RURAL

Las anteriores clases a su vez se subdividieron en categorías y sus tratamientos, de acuerdo a características y especificidades particulares socio ambientales. Las clases y categorías de uso adecuado de las tierras identificadas, van desde tierras de buena productividad para sustentar una actividad agrícola más exigente en calidad de sitio y de suelos como los cultivos transitorios y semipermanentes, hasta tierras marginales de baja productividad agronómica pero de gran importancia ambiental, por su funcionalidad ecosistémica mediante la prestación de bienes y servicios ambientales a la población urbano-rural asentada en la Subcuenca[8].

Cuadro 13 . Zonificación ambiental territorial - Subcuenca Río de Oro

DESCRIPCIÓN	AREA (Has)
SUELOS DE PROTECCION Y DE IMPORTANCIA AMBIENTAL	
ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOSISTÉMICA	**4179**
Zonas de protección de Páramo, Sub páramo y Bosque Alto Andino.	319
Zonas de abastecimiento de bienes y servicios ambientales	3.860
AREAS DE BOSQUES	**17.841**
Zonas de conservación bosques	9.626
Zonas de recuperación forestal.	8.215
AREAS HIDRICAS	**-**
Zonas de restauración ecológica en áreas abastecedoras	*
AREAS DE VEGETACIÓN ESPECIAL	9.821
Zonas de restauración ecológica	9.821
AREAS DE PREOTECCION ABSOLUTA	**521**
Zona de amenaza alta por remoción **	267

[7] POMCA Subcuenca río de Oro. CDMB 2007
[8] Ibíd.

DESCRIPCIÓN	AREA (Has)
Zona de amenaza alta por inundación **	254
Subtotal Suelos de Protección	**32.362**
SUELOS DE DESARROLLO RURAL	
AREAS SIN RESTRICCIONES	-
Zonas de desarrollo Agropecuario	614
AREAS CON RESTRICCIONES	-
Zonas de desarrollo agroforestal	3.569
Zonas de recuperación para la producción	9.048
AREAS PROTEGIDAS	-
Ares de Manejo Especial DMI	5.073
Subtotal Suelos de Desarrollo	**18.304**
ZONA URBANA	**6.797**
TOTAL SUBCUENCA	**57.463**

Fuente. POMCA

Mapa 4 Cobertura y uso de suelo subcuenca Río de Oro - POMCA

3.1.6.2 (f-b) Fotografías aéreas o imágenes de satélite. La Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio cuenta con imágenes satelitales con las cuales se han realizado los mapas de coberturas del área de drenaje.

Anexo 3. Imágenes satelitales subcuenca río de oro

3.1.6.3 (f-c) Planes de ordenamiento territorial. Para este literal se toma la información con referencia al modelo territorial general y la formulación del POT, en donde se encuentra la prospectiva en referencia al recurso hídrico de Bucaramanga y los diferentes planes y programas propuestos. En cuanto a información biofísica se excluye por tener la subcuenca de río de Oro el POMCA aprobado, con estudios referidos exclusivamente al área de drenaje de la subcuenca de río de Oro, además este documento es de mayor jerarquía que el POT y el ordenamiento territorial debe articularse con dicho documento prospectivo.

3.1.6.3.1 POT Bucaramanga. En el componente general del POT de Bucaramanga en el numeral 1.4.4.3 sistema hidrológico, se relaciona lo siguiente con respecto al recurso hídrico:

El territorio de Bucaramanga puede ser considerado una fuente rica del recurso agua. En su zona rural cuenta con innumerables nacimientos y afloramientos naturales de agua que sirven para el consumo y el desarrollo de las actividades de esta región. Aunque muchas de las fuentes principales de agua que bañan a la municipalidad presentan un deterioro considerable su estado no es

irreversible, además se cuenta con otras fuentes que aunque no aportan un caudal considerable son de incalculable valor para la preservación de su entorno natural.

La integración de las corrientes de agua a la dinámica territorial mediante: la creación de parques ecológicos en los cuales ellas sean la arteria principal; la protección de las rondas de los ríos y quebradas que en un futuro podrán ser aprovechadas (cuando la conciencia ambiental sea una doctrina para todos los actores) como sitios de encuentro de la comunidad y que en un período más cercano pueden convertirse en el medio que encause las acciones para la consolidación de la cultura del agua y en general de la cultura ambiental en cada uno de los habitantes del territorio.

Uno de los proyectos en el que se puede ver reflejada esta visión de futuro es en la realización de la vía perimetral del Río de Oro que junto con la recuperación paulatina de esta importante corriente de agua y la futura realización de un parque lineal en la rivera de este al estilo de las grandes ciudades del mundo que han hecho de sus ríos un lugar atractivo y para el disfrute de sus habitantes, integrando el río a la vida y dinámica territorial, volviéndose ante el río como si se tratase del antejardín de Bucaramanga y dejando esa imagen negativa de sitio de desecho de vertimientos (sólidos y líquidos) y/o de espacio residual de la municipalidad.

En el numeral 1.4.6.3 del POT de Bucaramanga, denominado áreas de protección, se describe que para de los ríos Suratá, Tona, río de Oro y Lebrija, se plantea una ronda de río de 50 metros a lado y lado, medidos a partir de la cota de inundación, planteándose la posibilidad de desarrollar una vía perimetral de borde paisajístico respetándose el aislamiento propuesto y de control para evitar la proliferación y la ocupación de estas áreas ya sea por vivienda subnormal e industria ilegal. El área aproximada de estas rondas equivale a 5.352.886 metros cuadrados[9]. Para el sector urbano del río de oro, se podrá ejecutar obras de canalización y/o control de cause, permitiendo disminuir el aislamiento propuesto de 50 metros a 30 metros, el cual estaría de acuerdo a las normas establecidas por la CDMB.

Los siguientes son los programas descritos en el ordenamiento territorial de Bucaramanga que hacen referencia al recurso hídrico:

- **Programa para la preservación del sistema hídrico POT Bucaramanga.**

OBJETIVO. Mantener y preservar el sistema verde ambiental del suelo urbano, de expansión urbana, rural y de protección, así como de sus áreas de influencia

PROYECTOS

a) Control y seguimiento de la extracción de materiales en los cauces de ríos y quebradas.
b) Programa de Inventario y caracterización (Física, Química y Bacteriológica) de las corrientes de agua en el territorio.
c) Red de Monitoreo de la calidad de las corrientes hídricas y depósitos de agua en el territorio.
d) Programa de control de vertimientos en cursos de agua.

[9] Fuente: Sistema de Información Georreferenciada – Alcaldía de Bucaramanga.

e) Programa de inventario y adquisición de predios para la conservación forestal y preservación de las fuentes de agua de abastecimiento del acueducto metropolitano y los acueductos veredales.
f) Programa para la construcción y reconformación de los jarillones del río de Oro y el dragado y canalización del mismo.
g) Programa y estudio para definir las cotas de inundación del sistema hídrico y la adquisición de rondas en nacimientos y áreas productoras de agua.

- **Programa de ejecución, mantenimiento, mejoramiento y dotación de equipamiento social y comunitario " programa de servicios públicos básicos**

OBJETIVO. Desarrollar la base que consolide el proyecto de tecnópolis, fundamentada en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del territorio garantizando la cobertura en infraestructura y servicios.

a) Estudio de zonas para la disposición futura de plantas de tratamiento de aguas residuales
b) Estudio de zonas para la disposición futura de escombros y residuos sólidos
c) Estudio para la evaluación, protección y aprovechamiento de aguas subterráneas
d) Proyecto de reubicación del tanque de almacenamiento de agua del sector La Esperanza
e) Estudio para la localización de nuevos tanques de almacenamiento de agua

    ° Tanques Pan de Azúcar y Puerta del Sol
    ° Tanques intercambiador de Siete Bocas, San Francisco, Café Madrid

f) Programa de ampliación de las redes de servicios públicos para las áreas de expansión

3.1.6.3.2 POT Piedecuesta. Para el caso del ordenamiento territorial de Piedecuesta se revisaron las estrategias, y programas propuestos:

- **Estrategia para la recuperación ambiental y cultural.** Conservar el valor ambiental y cultural de la Ladera Oriental (macizo Santandereano), El Cerro La Cantera y de Ruitoque, los corredores del río de Oro y del río Lato sobre el valle de Guatiguara, la quebrada La Mata y de la ronda de las quebradas que atraviesan el casco urbano. La estrategia se basa en la implementación de proyectos de conservación de áreas naturales, diseño y reglamentación de las áreas de recreación y esparcimiento, y restricción a la ejecución de construcciones y edificaciones que circundan las áreas mencionadas.

El Municipio deberá reglamentar incentivos en beneficio de las personas naturales y jurídicas que mediante la conservación garanticen la renovabilidad del recurso forestal e hídrico de estos ecosistemas.

- **Estrategia para la protección y uso eficiente de los recursos hídricos.** El Municipio de Piedecuesta, debe incentivar la conformación de redes de reserva hídrica pública que apoye la conservación de áreas estratégicas de "interés público" y zonas declaradas de protección forestal (El Rasgón, La Esterlina, El Oval, Cumbres Borrascosas), y los demás nacimientos de agua que son fuente de captación para los acueductos veredales. Así toda fuente abastecedora de acueductos

municipales y rurales se incluirá en el sistema de red de reserva hídrica, mediante sistemas de coadministración a cargo de ONG's comprometidas con actividades ambientales en las áreas identificadas.

- **Plan de Conservación y Manejo de Microcuencas que Abastecen Acueductos Rurales y Municipal**

Objetivo. Recuperación y protección de las áreas degradadas y frágiles identificadas como abastecedoras de agua para los acueductos rurales y urbanos, con el fin mantener y mejorar la productividad de las fuentes hídricas del Municipio.

Actividades:

a) Identificar las principales fuentes hídricas presentes y futuras que abastecen los acueductos rurales y municipales y valorar el grado de intervención y deterioro de las microcuencas afectadas.
b) Estimar el caudal de cada una de las fuentes abastecedoras a los acueductos rurales e impulsar la solicitud y otorgamiento de las concesiones de agua para regular el uso eficiente de la misma.
c) Plantear, diseñar el plan de manejo y ordenamiento de las microcuencas que hayan sido identificadas como abastecedoras hídricas.
d) Adquisición de los predios aledaños a las principales fuentes abastecedoras de agua por parte del Municipio, Empresas de Servicios Públicos, Juntas de Acción comunal o CDMB, y asegurar la conservación del bosque natural.
e) Establecer plantaciones forestales protectoras con especies nativas de la región, en las áreas aledañas a las fuentes hídricas.

- **Programa de Legalización y Otorgamiento de Concesiones de Agua**

Objetivo. Legalizar ante la autoridad ambiental, el uso eficiente del recurso agua por todos los pobladores del área rural.

Actividades

a) Identificar las fuentes y caudales de agua utilizadas por los pobladores del área rural del Municipio.
b) Identificar los usuarios no registrados con concesiones de agua e incentivar la realización del trámite respectivo ante la autoridad ambiental.
c) Organizar entes cooperativos de acueductos veredales para el manejo eficiente del recurso hídrico.
d) Concientizar y realizar programas de educación ambiental, encaminadas a impulsar la cultura del agua.

- **Plan de Saneamiento de Corrientes Hídricas**

Objetivo. Eliminar los impactos negativos asociados a las corrientes hídricas.

Actividades:

a) Conducir y tratar las aguas residuales provenientes de la actividad doméstica e industrial.
b) Promover el uso de tecnologías ambientalmente limpias y apropiadas para el saneamiento básico.
c) Llevar a cabo un programa de construcción de pozos sépticos caseros en el área rural.

- **Programa de Formulación e Implementación de un Plan de Uso y Manejo de Aguas Subterráneas**

Localización. Zonas rurales del Municipio de Piedecuesta con tendencia a la aridez y en las zonas suburbanas de Guatiguará, Barroblanco y Jeridas.

Objetivo. Identificar y diagnosticar los principales acuíferos subterráneos en el Municipio con el fin de determinar la calidad y cantidad del recurso, para su aprovechamiento y uso sostenible.

Actividades

a) Elaborar un diagnóstico del recurso de agua subterráneo e inventario de pozos existentes. Formular un plan de manejo de aguas subterráneas. Revisar, adecuar y reglamentar la legislación existente.

- **Plan De Ordenamiento Ambiental Por Microcuencas.** Se busca ordenar las microcuencas identificadas en el Municipio que generan un ecosistema socioeconómico y físico natural con características sistemáticas especiales de potencialidades y deficiencias, como escenario de gestión bajo el concepto de manejo integral de cuenca, en donde el recurso hídrico es el indicador de gestión articulador del desarrollo.

Objetivo. Desarrollar conocimiento y normatividad de los procesos para el manejo integral y de ordenación de las microcuencas del Municipio.

Actividades. Establecer la metodología universal para el diagnóstico y la formulación de los planes de ordenamiento ambiental para microcuencas en el marco del concepto del manejo integral de la cuenca.

3.1.6.3.3 POT Girón. Para el caso del ordenamiento territorial de Girón se revisaron los planes y estrategias propuestos:

- **Plan Acueducto.** Este servicio es prestado en el Municipio por el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga; en la ampliación de la cobertura de este servicio se tuvo en cuenta las proyecciones realizadas por la ESP en “Factibilidad y diseño definitivos para la ampliación del Acueducto del Área Metropolitana de Bucaramanga” realizado por el Consorcio de Firmas INGETEC S.A – ETA – S.A Consultores 1998, en el cual se definían las áreas de futuro desarrollo.

a. **Objetivos.** Los objetivos para la prestación de este servicio deberán estar basados en:

1. **Ampliación del Sistema de Acueducto.** Realizado a través de la Compañía de Acueducto Metropolitano de Bucaramanga ESP o por personas naturales o jurídicas, municipios, organizaciones y entidades autorizadas conforme a la Ley 142 y entidades descentralizadas que garanticen el suministro a las áreas sin cobertura y las futuras áreas de expansión.
2. **Promover Mecanismos de Gestión.** Esto permitirá dar viabilidad a los proyectos de ampliación del Acueducto Metropolitano.
3. **Promover Políticas de Conservación.** Éstas deben garantizar la protección de zonas de páramos y cuencas abastecedoras de acueductos rurales y urbanos, con participación de las entidades gubernamentales, CDMB, acueducto, AMB, y Municipios del Área.
4. **Uso Racional del recurso.** Implementar políticas y programas sobre el manejo y uso racional del agua.

b. **Estrategias.**

1. **Planificación.** Garantizar el abastecimiento, producción, tratamiento, conducción y comercialización del servicio de agua potable.

2. **Calidad.** Garantizar las condiciones higiénicas de la prestación del servicio.

c. **Programas.** Con el fin de lograr el objetivo propuesto, se adelantarán los siguientes programas:

1. **Nuevas fuentes para abastecimiento del AMB después del año 2003.** Tiene por objeto garantizar para la totalidad de la población el suministro de agua del año 2003 al 2020, mediante el incremento de captación sobre las fuentes actuales, embalses y transvases de otras fuentes; el municipio de Girón colaborará en los proyectos de estudio de búsqueda y prefactibilidad de nuevos abastecimientos adelantados por las empresas prestadoras de servicio, la CDMB y el AMB.

2. **Ensanche de redes de tratamiento y distribución.** Busca adecuar las líneas existentes para que puedan responder a los nuevos caudales que se captarán con la ejecución del proyecto "Nuevas Fuentes año 2003 - 2020".

3. **Ampliación de la cobertura.** Con la participación activa del Municipio y la Comunidad, se busca ampliar la cobertura mediante la construcción de acueductos veredales y a nivel urbano, ofreciendo el servicio a través de formas no convencionales como tanques públicos, con el objetivo de satisfacer las necesidades en sectores marginales; además debe garantizarse el suministro a las áreas sin cobertura y las futuras áreas de expansión sobre el valle de río Frío, río de Oro, Lagunetas y los sectores de Carrizal, Llanadas y Acapulco.

4. **Generación de recursos.** Para la realización de los proyectos propuestos se contará con recursos de cofinanciación y los aportes del Departamento, AMB y de los Municipios del AMB.

- **Alcantarillado Sanitario.** El sistema de alcantarillado es prestado en el Municipio y en general en toda el Área Metropolitana de Bucaramanga por la CDMB, la cual cumple una doble función: Prestar el servicio de alcantarillado y controlar la calidad de las corrientes como autoridad ambiental. La prestación de este servicio se ha programado a través de la Actualización del Plan Integral de Saneamiento Hídrico y Control Pluvial en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón (PISAB II), el cual tiene por objetivo establecer un modelo dinámico de control para adaptar e integrar el desarrollo urbanístico de Bucaramanga, Floridablanca y Girón a los requerimientos sanitarios y ambientales de la población actual y futura, teniendo como referencia el año 2010[10].

a. **Objetivos.** Los objetivos para la prestación de este servicio deberán estar basados en:

1. Armonizar el POT del Municipio con el Plan Integral de Saneamiento Hídrico de Bucaramanga PISAB II para garantizar la prestación de servicio.
2. Ampliación de la cobertura del servicio por parte de las entidades facultadas por la Ley 142 de servicios públicos domiciliarios garantizando el suministro a las áreas sin cobertura y las futuras áreas de expansión.
3. Reconversión Tecnológica de la Planta de Tratamiento de Río Frío I, con el fin de minimizar los impactos generados por los olores y habilitar el área de expansión sobre el valle de río Frío.
4. Construcción de la Planta de Tratamiento de La Marino y Café Madrid, utilizando nuevas tecnologías en el tratamiento de aguas residuales que ofrezcan máxima eficiencia de remoción y menor área de afectación.
5. Estructurar mecanismos de participación económica de sectores privados para la construcción, operación y administración de las plantas de tratamiento.
6. El sistema maestro de alcantarillado está a cargo de la CDMB.

b. **Estrategias**.

1. Planificación. Garantizar la continuidad de las redes de recolección y la ejecución de obras públicas concurrentes.
2. Calidad. Recolección de vertimientos, conducción y tratamiento final de aguas residuales; conservación y descontaminación del recurso hídrico.

c. **Programas.**

1. Ampliación del sistema río Frío.
2. Interceptores**.** Construcción de los siguientes interceptores para las áreas de expansión y áreas urbanas de desarrollo residencial.

a) **Interceptor paralelo al río Frío.** Construcción del interceptor paralelo al río Frío y su conexión al sistema río de Oro y su conducción final a la PTAR de río de Oro.
b) **Interceptor Maestro El Carrizal.** Construcción de la segunda etapa del Interceptor Maestro El Carrizal[11] y de obras complementarias para dar beneficio a nuevos desarrollos urbanos

[10] CDMB, 1997. Actualización del Plan Integral de Saneamiento Hídrico y Control Pluvial en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.
[11] Comité Técnico de Servicios Acta 004 Julio 7 /99 AMB Pág. 4.

como la construcción de emisarios y tramos adicionales a dicho colector, los cuales permitirán viabilidad a las áreas de expansión[12].

c) **Interceptor río de Oro.** Construcción del interceptor de conducción río de Oro margen izquierda hasta la PTAR La Marino.

d) **Interceptor río de Oro Sur Occidental.** Construcción de un colector interceptor paralelo a la margen derecha del río de Oro suroccidental sobre las áreas de expansión de Llanadas y Lagunetas, con tres o cuatro redes simultáneas localizadas por vías y zonas de aislamiento de cauce, con una longitud aproximada de cuatro (4) kilómetros hasta el sistema quebrada La Iglesia – río de Oro y conducción del futuro emisario a la Planta de Tratamiento de Aguas residuales de río de Oro (PTAR La Marino) o existe la factibilidad de plantear un sistema interceptor nuevo que agrupe los sectores que el POT define para desarrollo a corto, mediano y largo plazo, requiriéndose para esta alternativa un sitio nuevo, para la implementación de las Planta de Aguas Residuales, independiente a las proyectadas dentro de la Actualización del PISAB.

- **Áreas de Futuro Desarrollo.** Dentro de las áreas que presentan condiciones favorables se encuentran aquellas definidas por el Plan de Ordenamiento Territorial como potencialmente urbanizables sobre el valle del río de Oro y río Frío, para satisfacer la demanda de vivienda. Los suelos de expansión no podrán ser urbanizados ni incorporados a los suelos urbanos, hasta que tengan acceso a los servicios de acueducto y alcantarillado, los cuales podrán ser prestados por empresas de servicio privado, público, mixto o bien sea por parte de la CDMB y la empresa de Acueducto Metropolitano, con forme a lo establecido para tal efecto por la Ley 142. Sobre la cabecera de la quebrada Padre Jesús, en el sector suroccidental del Municipio se han desarrollado un número importante de viviendas, conformando núcleos con un nivel medio de consolidación como resultado de la apertura de la vía que de la zona de los moteles sobre la vía al aeropuerto, llega al Barrio Eloy Valenzuela. Igual situación, aunque a niveles de subnormalidad más acentuados, se evidencia sobre la cabecera de la quebrada La Macana (parte alta del barrio Bellavista)[13].

Cuadro 14 Áreas aferentes al sistema río de Oro – Girón

Colector	Áreas actuales		Áreas futuras	
	Área (ha)	Población (hab)	Área (ha)	Población (hab)
Río de oro M.D				
Valle río Frío – Bahondo	235.00	141,030	698.13	370,008
El Palenque	4.60	1,472	4.60	1,472
Río de Oro M.I				
Casco Antiguo	126.56	55,512	126.56	55,512
El Carrizal	8.40	2,688	48.40	15,488
Total	**374.56**	**200,702**	**877,69**	**442,480**

Fuente. Memorias CDMB, Plan de Desarrollo.

[12] Oficio No. 07944 Junio 12/ 2000 Coordinación Plan Maestro Sanitario y Pluvial – CDMB.
[13] Actualización del Plan Integral de Saneamiento hídrico y control pluvial en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón. Pág. 148.

- **Sistema río de Oro.** Las aguas residuales del municipio de Girón se proyectaron al sistema río de Oro – Girón con el objeto de conducirlas a una futura planta de tratamiento localizada aguas abajo del sector de Chimitá utilizando dos colectores principales: uno sobre la margen derecha del río de Oro y otro atravesando la zona urbanizada en la margen izquierda del río, para un total de 7.703 m de longitud de colectores. La invasión de zonas de vivienda ha obligado a la CDMB a construir nuevos sistemas para ampliar el perímetro sanitario, de ahí que el plan maestro de alcantarillado sanitario para el sistema río de Oro – Girón debe desarrollar obras complementarias con longitud de 5.235 m y 8-24" de diámetro. Debido a esto las acciones adelantadas por la CDMB en materia de alcantarillado sanitario no alcanzaron las metas en los siguientes aspectos:

  a) **Interceptor calle 30 –32 (Girón).** Fue proyectado para entrar en operación en el año de 1993; a la fecha no se ha construido y debe ser rediseñado de acuerdo con los parámetros actuales de consumo y densidad.

  b) **Interceptor río de Oro margen derecha – conexión PTAR río de Oro.** Diseñado en detalle; su ejecución fue prevista para el quinquenio 1989 –1993, sin embargo, a la fecha tampoco se han ejecutado las obras. La CDMB consideró conveniente el estudio de alternativas para la relocalización de la estación elevadora considerando que el sitio del Palenque, en el evento de una contingencia, se constituye en un punto vulnerable debido a que es la intersección de dos vías de orden nacional. Adicionalmente a este hecho, la localización de la PTAR propuesta en el PISAB debe revaluarse en razón a los asentamientos humanos que se han localizado sobre la margen derecha del río de Oro, en inmediaciones de la confluencia de la quebrada Chimitá. Hasta la fecha se han construido y se encuentran en operación los interceptores de La Cuéllar y Aranzoque del sistema río Frío, cuyo horizonte correspondía al año 1998, y parcialmente el interceptor de La Iglesia proyectado al 2003. En cuanto a las condiciones de vertimiento, el sistema La Iglesia presenta numerosas entregas directas o a través de afluentes, sin embargo, el interceptor maestro La Iglesia se encuentra en construcción.

El sistema está formado por dos sistemas básicos: **Subsistema La Iglesia y Subsistema río de Oro,** cubriendo un área aferente total de 979,42 ha.

- **Subsistema La Iglesia.** Las áreas de aporte del sistema La iglesia están comprendidas por la vía a Pamplona al nor-oriente de la meseta y el intercambiador del Palenque al sur-occidente, en una franja donde topográficamente su vertiente de drenaje es directamente la Q. La iglesia o uno de sus afluentes a saber, las quebradas la Flora, La Bomba, la Guacamaya y Chocoíta. La extensión total del área es de 657.42 ha de las cuales 149.11 son de tipo industrial. Los colectores aferentes al sistema son en su gran mayoría de tipo combinado, y su conexión requirió o requerirá de la separación previa de caudales ya que el Interceptor La Iglesia fue diseñado para recibir aportes netamente sanitarios. Teniendo en cuenta la localización geográfica y socioeconómica de la quebrada La Iglesia, su deterioro en materia de calidad de la corriente y su proceso de socavación acelerado, la CDMB, inició el "Plan General de Saneamiento de la Quebrada La Iglesia". Para recuperar la calidad del agua de la corriente se proyecta la construcción de un colector sanitario, entre el viaducto García Cadena y la quebrada El Macho, con pozos de inspección y la construcción del Interceptor sanitario y la

Canalización, entre la quebrada El Macho y la Terminal de Transportes de la ciudad[14]. En la siguiente tabla se resumen las condiciones de vertimiento de los sistemas principales y los parámetros de diseño del sistema en general.

Cuadro 15 Características físicas y condición final de vertimiento La Iglesia

	Área (ha)	*Densidad (hab/ha)	** Población	Q. Diseño (l/s)
La Flora-Viaducto	119.42	299	36.759	322.88
Viaducto -Coca cola	244.06	401	97.858	551.83
Coca Cola - Palenque	293.94	361	106.129	679.34
Total	**657.42**	**1.061**	**240.746**	**1.554.05**

Fuente. Memorias de Calculo archivos CDMB.
*Densidad media calculada a partir de la población y el área
**Población al 2018 (Memorias CDMB)

- **Subsistema río de Oro.** En el valle del río de Oro se distinguen dos sectores; el primero corresponde a una zona residencial entre Vado Hondo y el Intercambiador del Palenque; el segundo a partir de este punto y hasta el sitio de eventual tratamiento de las aguas residuales en inmediaciones de la entrega de la Quebrada La Marino cuyo uso está definido por el Código de Urbanismo con intensivo en industria, tiene una extensión de 400 ha de las cuales el 23% es para uso intensivo de vivienda. El área residencial sobre la margen derecha ocupa unas 136 ha, entre el balneario Vado Hondo al sur y la confluencia del río con la quebrada La Iglesia; el área sobre la margen izquierda está limitada al norte y al sur por el río de Oro y al occidente por la vía al aeropuerto, ocupando aproximadamente 88.00 ha. La red de colectores de la zona está conformada por los interceptores Las Nieves, Padre Jesús y río de Oro margen izquierda; las aguas residuales se concentran en un vertimiento aguas arriba de la confluencia de la quebrada La Macana. Los dos primeros han presentado problemas de arrastre de sólidos y desgaste de la tubería dado que fueron construidos por los cauces. El interceptor Padre Jesús fue rediseñado por la CDMB en razón a que los aportes de su área aferente son de tipo combinado para el sector del casco antiguo, recientemente se ejecutaron las obras de reposición en un tramo de cien metros a partir de la entrega en el colector del poblado a la altura de la carrera 26. En la siguiente tabla se presenta las características de los diferentes sistemas

Cuadro 16 Características físicas y condición final de vertimiento Sistema río de Oro

Sistema	Área (ha)	Densidad Hab/ha)	Población (hab)	Q diseño (lps)
Margen derecha				
*Río de oro I	37.23	320	11.978	284.38
Río de oro II	15.40	320	4.928	167.57
Río Frío M. Izquierda	87.00	600	52.200	327.83
Río Frío M. Derecha	78.00	600	46.800	288.63

[14] Subdirección de Saneamiento de Corrientes. Descripción del proyecto Plan General de Saneamiento de la quebrada la Iglesia. Bucaramanga. CDMB.

Sistema	Área (ha)	Densidad Hab/ha)	Población (hab)	Q diseño (lps)
*Río de Oro III, IV,V	17.37	600	10.422	162.49
Subtotal	**235.00**		**126.328**	**1.230.90**
Margen Izquierda				
Padre Jesús	5.98	320	1.914	15.77
Las Nieves	3.15	320	1.008	8.48
El Carrizal	1.00	530	530	4.18
**Otras áreas	77.87	Variable	24.672	244.83
Subtotal	**88.00**		**28.124**	**273.26**
Total	**323.00**		**154.452**	**1.504.16**

Fuente. Memorias de diseño CDMB.

*El área y el caudal indicado corresponde al área propia de cada interceptor; no se tiene en cuenta el acumulado del sistema precedente.

**Se refiere a las áreas conectadas directamente al interceptor

- **Sistema río Frío.** Recoge la totalidad de los aportes que realizan las áreas aferentes de la zona sur de Bucaramanga y Floridablanca que son tratados en la Planta de tratamiento de río Frío. El sistema río de Oro – Girón comprende también parte del valle de río Frío aguas abajo de la planta de tratamiento. El Plan maestro de control pluvial se basa en las curvas de intensidad – frecuencia – duración elaboradas con base en registros de las estaciones hidrometeorológicas de la UIS, de Coltabaco, del Aeropuerto y del Acueducto, para un periodo de 13 años no consecutivos.

4. Construcción PTAR La Marino y Café Madrid. Estas Plantas permitirán el tratamiento de las aguas residuales de las futuras áreas de expansión sobre el valle de río de Oro y los sectores de Carrizal, Lagunetas y Llanadas. El diseño y construcción de estas Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales" estará condicionada al tipo de tecnología que finalmente se implemente, la cual se ajustará a los lineamientos ambientales que requiere cumplir, analizando para ello la afectación que pueda generar para los asentamientos urbanos actuales de la zona. El POT de Girón contempla las anteriores posibilidades localizándolas con un área de afectación de 300m.

3.1.6.3.4 POT Floridablanca. Para el caso del ordenamiento territorial de Floridablanca se relacionan el proyecto estratégico denominado "Plan de Gestión Ambiental. POT"

En el caso del POT de Floridablanca se ha establecido un Plan de Gestión Ambiental, el cual debe ser gestionado y realizado conjuntamente con el municipio de Floridablanca, el AMB, y la ONAD entre otras, además de la Comunidad. Además de los proyectos establecidos por el AMB, en el POT de Floridablanca se han dejado consignados los siguientes proyectos estratégicos, en los cuales la CDMB debe tener una importante participación.

Como se observa la mayoría de proyectos estratégicos del Plan de Gestión Ambiental, están estrechamente ligados tanto con lo que plantea el AMB, como con las funciones específicas que por Ley le corresponde desarrollar la CDMB.

Cuadro 17 Proyectos estratégicos, Plan de Gestión Ambiental. POT

PROGRAMA	PROYECTO	ENTIDAD RESPONSABLE
Protección de recurso hídrico	Diseño técnico y construcción de los acueductos para núcleos de población rural.	CDMB-M
	Diseño técnico, construcción de sistemas de tratamientos de agua residuales para núcleos de población rural.	CDMB-M
	Construcción de PTAR municipal de Río Frío 2 y el colector Aranzoque-Mensulí	CDMB-M
	Diseño y construcción de Planta Procesadora de Residuos Sólidos	CDMB-M
	Descontaminación de Río Frío y sus afluentes	Nación, DPTO, CDMB, AMB, M
	Control de la extracción de materiales en los cauces hídricos	CDMB, M
Protección de ecosistemas estratégicos	Caracterización físico-biótica y delimitación de los reductos de bosque del Cerro La Judía.	CDMB-M
	Selección y evaluación de predios en ecosistemas estratégicos para ser adquiridos. Zonas de recargas hídricas, escarpes y laderas	CDMB, AMB, M
	Evaluación de los ecosistemas de alto riesgo: Laderas Oriental, Ladera Mesa de Ruitoque, escarpe Cerro la Cumbre, escarpe quebrada Cuellar, escarpe Valle de Ruitoque.	CDMB, AMB, M
	Recuperación y ampliación de la ronda de protección de los ríos y quebradas.	CDMB, AMB, M
	Construcción de obras y acciones complementarias para el control de la erosión y apoyo en el manejo de las amenazas naturales	CDMB, M
	Formación Integral y aplicación técnica participativa de prácticas agroecológicas en el sector rural.	CDMB, M
Protección de ecosistemas estratégicos	Estudio Socio Económico para la creación de rutas y senderos ecológicos en el sector rural.	CDMB, M
	Constitución del Sistema de Eco parques y Parques Lineales	CDMB, AMB, M
	Plan de Control de vertimiento de aguas residuales. Plan de Construcción de sistema de aguas residuales en las corrientes hídricas de las escarpas. Plan de Control al uso de agua de la quebrada para consumo humano. Plan de control de vertimientos de aguas residuales del matadero. Programa de tecnificación del botadero. Plan de manejo y control de manejo de olores por la planta de tratamiento del río Frío. Plan de construcción de planta de aguas residuales. Programa Compra de predios de propiedad privada. Establecimiento de un sistema integrado de manejo y disposición de residuos sólidos.	CDMB, M
Atención y prevención de desastres	Evaluación Geológica y Geotécnica de las áreas de Amenaza Urbana y Rural determinadas en el POT Municipal	ONAD, CDMB, M
	Estudios avenidas máximas de Río Frío para el diseño y construcción de las obras de protección contra inundación	ONAD, CDMB, M
	Diseño del programa de Reubicación de asentamientos localizados en zonas de alto riesgo.	CDMB, AMB, M
	Programa de Prevención y Atención de Desastres del Municipio de Floridablanca	ONAD, CDMB, M

M = Municipio
Fuente. POT Floridablanca

3.1.6.4 (f-d) Mesas de trabajo con equipo conocedor de la zona. Dentro de la planeación para el desarrollo del ordenamiento del recurso hídrico de la subcuenca de río de Oro, se han realizado reuniones con el equipo técnico de la CDMB, en la cual se analiza la situación actual del área de estudio con referencia al ordenamiento del recurso hídrico. Los asistentes son los técnicos encargados de hacer las visitas de seguimiento y que actúan como autoridad ambiental en el área de estudio, en temas como concesiones, vertimientos, minería y tasa retributiva.

Por otra parte en la fase de diagnóstico se realizaron reuniones semanales del equipo técnico para realizar evaluación o de los objetivos del plan.

De igual manera se realizaron con el equipo técnico visitas al área de estudio con recorridos por toda el área de drenaje, identificando puntos de monitoreo de la corriente, trazadores, vertimientos, además de contextualizar la problemática de acuerdo con los tramos en los cuales se dividió la corriente.

Así mismos se realizaron visitas por parte del equipo encargado del componente social.

Fotografía 1. Mesas de trabajo equipo técnico



3.1.7 (g) Diseñar y ejecutar dos talleres de socialización y construcción colectiva del diagnóstico con actores representativos. Estrategia de participación. La ejecución de la fase de Construcción colectiva del diagnóstico y la formulación del PORH río de Oro, se consolidó en su fase de diagnóstico, específicamente en relación con la ponderación de variables del sistema definidas con base en la identificación y descripción de la problemática ambiental en relación con el ordenamiento del recurso Hídrico del Río de Oro y sus tributarios. Para el cumplimiento de los talleres con participación de los involucrados se aplicó la metodología de Planeación Prospectiva referida al análisis estructural que permitió ponderar las variables que se desprenden de la problemática ambiental de los componentes del sistema.

La metodología utilizada para el desarrollo de los talleres se configura como una herramienta que canaliza el aporte de los involucrados en la construcción del PORH, como instrumento de planeación para la gestión la Gestión del Recurso Hídrico en la subcuenca de río de Oro.

3.1.7.1 Análisis Estructural del sistema. El análisis estructural como herramienta de conformación de una reflexión colectiva, ofreció la posibilidad de describir el sistema objeto de análisis con ayuda de una matriz que relaciona todos sus elementos constitutivos.

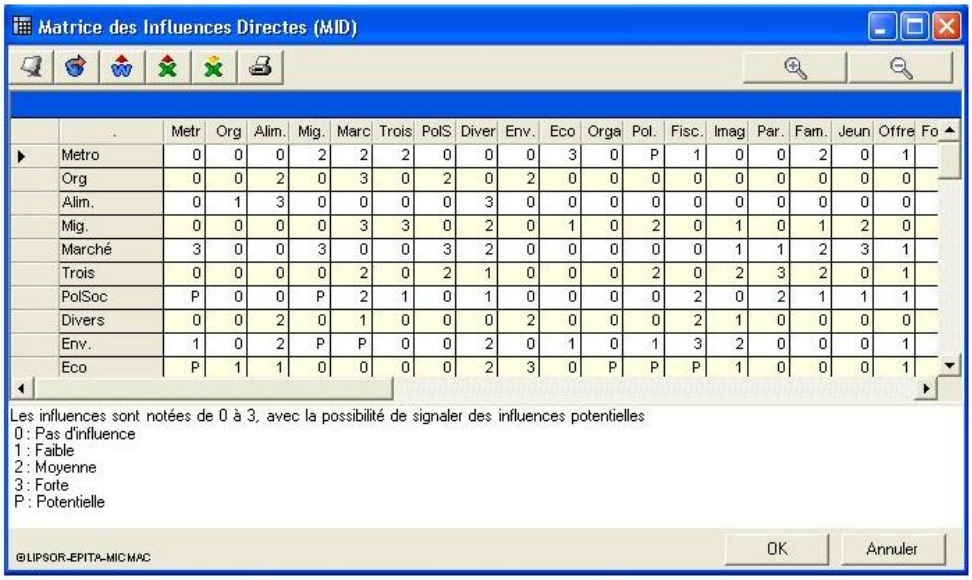
Mediante el estudio de estas relaciones, el método ofrece la posibilidad de revelar las variables esenciales para la evolución del sistema. Es posible utilizarlo solo (como una ayuda para la reflexión y / o la toma de decisiones), o como parte de una actividad de predicción más complejo (escenarios), el método a utilizar es denominado MICMAC (Matriz de Impacto Cruzado Multiplicación Aplicada para una Clasificación)[15].

3.1.7.2 Descripción del método. El análisis estructural se realizó por un grupo de trabajo compuesto por actores y expertos con experiencia demostrada, de igual manera se contó con el apoyo y la intervención de expertos externos. Dentro de los actores involucrados se consiguió la participación de: Instituciones Educativas, Entes Territoriales, Organizaciones Sociales, Entidades SINA, Sector Productivo. Para el desarrollo del método se presentan las siguientes fases:

- **Fase 1:** La primera etapa considera todas las variables que caracterizan el sistema estudiado (externo, así como las variables internas), sino que es bueno en este momento para ser el más completo posible y no excluir, a priori, cualquier posible camino de la investigación. Además de las reuniones de reflexión colectiva y de "lluvia de ideas", es imprescindible extender la recogida de las variables por las discusiones convencionales con representantes de posibles actores del sistema que se estudia. Explicación detallada de las variables es esencial, que permitirá una mejor percepción de las relaciones entre estas variables con más detalle en el análisis. Finalmente obtiene una lista homogénea de variables internas y externas del sistema; basado en la experiencia anterior, esta lista no debe exceder de 70 a 80 variables.

[15] El nuevo software Micmac ha sido desarrollado por un ordenador Innovación Francés Instituto 3IE (Institut d'Innovation Informatique pour l'Entreprise), bajo la supervisión de sus creadores conceptuales LIPSOR Laboratorio de Investigación Prospectiva (previsión) Estratégica y Organizacional.

Figura 6. Matriz de Influencia Directa



.	Metr	Org	Alim.	Mig.	Marc	Trois	PolS	Diver	Env.	Eco	Orga	Pol.	Fisc.	Imag	Par.	Fam.	Jeun	Offre	Fo
Metro	0	0	0	2	2	2	0	0	0	3	0	P	1	0	0	2	0	1	
Org	0	0	2	0	3	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Alim.	0	1	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mig.	0	0	0	0	3	3	0	2	0	1	0	2	0	1	0	1	2	0	
Marché	3	0	0	3	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1	1	2	3	1	
Trois	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0	0	2	0	2	3	2	0	1	
PolSoc	P	0	0	P	2	1	0	1	0	0	0	0	2	0	2	1	1	1	
Divers	0	0	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	
Env.	1	0	2	P	P	0	0	2	0	1	0	1	3	2	0	0	0	1	
Eco	P	1	1	0	0	0	0	2	3	0	P	P	P	1	0	0	0	1	

- **Fase 2: Descripción de las relaciones entre las variables.** En una visión sistémica, una variable no existe por sí sola, sino que hace parte de la red relacional con las otras variables. Además, el análisis estructural permite conectar las variables en una tabla de dos entradas (las relaciones directas).

Esta entrada de la matriz es generalmente cualitativa: 0 si no hay ninguna relación entre las variables de I y J, y 1 en el caso contrario. Sin embargo, es posible ajustar las intensidades de las relaciones (0 = nula, 1 = débil, 2 = medio, 3 = fuerte, P = potencial).

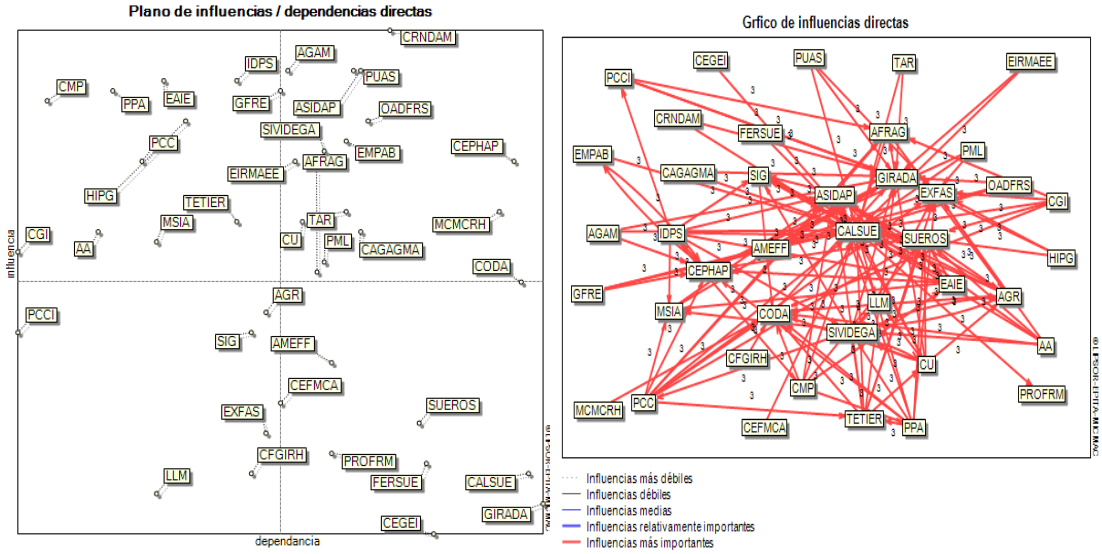
Figura 7. Ponderación MicMac



Esta fase de la entrada relaciona N variables de N x N preguntas (cerca de 5.000 por 70 variables), de los cuales algunos se han escapado sin una reflexión tan sistemática y exhaustiva. Este procedimiento de interrogatorio permite, no solo para evitar errores, sino también para ordenar y clasificar las ideas, mediante la creación de un lenguaje común dentro del grupo, sino que también da la oportunidad de redefinir las variables y así afinar el análisis del sistema.

- **Fase 3: Identificación de las variables clave.** Esta última fase consiste en la identificación de las variables clave: en primer lugar, por una clasificación directa (fácil de realizar), y luego por una clasificación indirecta.

Figura 8. Plano y gráfica de influencias



- **Clasificación directa.** Uno detecta las variables ocultas gracias a un programa de multiplicación de la matriz aplicada a una clasificación indirecta. Este programa permite el estudio de la difusión de los impactos por los caminos y los bucles de retroalimentación, y en consecuencia, ordenar las variables: por orden de influencia, teniendo en cuenta el número de caminos y bucles de longitud 1, 2. N resultante de cada variable, por orden de la dependencia, teniendo en cuenta el número de caminos y bucles de longitud de 1, 2. N llegar a cada variable.

En general, la clasificación se hace estable después de una multiplicación de grado 3, 4 o 5.

- **Potencial clasificación directa.** Esta es una clasificación directa que considere las relaciones potenciales (lo que significa que no existen ahora, pero que la evolución del sistema hace que, al menos, probable o posible de una manera más o menos cerca de futuro).

- **Potencial clasificación indirecta.** Esta es una clasificación indirecta que tenga en cuenta las relaciones potenciales.

La comparación de los resultados (clasificación directa, indirecta y potencial), obviamente, le da la posibilidad de confirmar la importancia de ciertas variables, sino también para revelar ciertas variables que, a causa de sus acciones indirectas juegan un papel dominante (y que la clasificación directa No permita revelar). Por lo tanto, la comparación de la jerarquía de las variables en las diferentes clasificaciones, es rica en información.

- **Las ventajas del método.** El primer objetivo de este análisis es el de estimular el pensamiento dentro del grupo e iniciar la reflexión sobre los aspectos "contra-intuitivos" de comportamiento del sistema.

Está claro que no es sólo una y la lectura "oficial" de los resultados del Micmac, y es apropiado para el grupo para avanzar la reflexión con nuevas interpretaciones (por lo general es el objetivo de la siguiente fase del método, los escenarios).

Además, el método presenta la ventaja de permitir un estudio cualitativo de muy diferentes sistemas: como un ejemplo, la ingeniería aeronáutica, el sector lácteo o el campo esquiable de los 3 valles.

- **Límites del método.** En primer lugar, se refieren al carácter subjetivo de la lista de las variables establecidas en la primera fase, al igual que el de las relaciones entre las variables, por lo tanto, el interés en la comunicación con los jugadores del sistema.

Por otra parte, la matriz contiene las relaciones de muy diferente intensidad que tienen que ser considerados durante el trabajo. Por último, es necesario poner a prueba la sensibilidad de los resultados para una variación de los datos de entrada debido a que estos resultados no deben tomarse literalmente, pero sólo pensar acogedor.

3.1.7.3 Definición del sistema. Se define el Río de Oro y sus principales tributarios Ríos Lato y Frío, en términos de su área de drenaje la que se encuentra en los municipios de Bucaramanga, Piedecuesta, Floridablanca y Girón y a su vez, esta área de drenaje es jurisdicción de la CDMB.

- **Áreas de Gestión.** Estas áreas de gestión hacen referencia al área de drenaje de la Subcuenca de río de Oro y sus principales tributarios.

- **División Político- Administrativas.** Hace realización a la distribución político-administrativa de los municipios a los que pertenece el área de drenaje de las corrientes en ordenación, y sobre los cuales se ejecutan los planes de ordenación del recurso hídrico.

- **Autoridad Ambiental Competente.** La Autoridad Ambiental Competente es la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), quien tuvo su origen en la década de los años 50, la cual asume el reto de enfrentar el problema serio de la EROSIÓN.

El, 2 de Octubre de 1965, nace la CORPORACIÓN DE DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA, con el objeto fundamental de ejecutar un plan de acción encaminado a controlar dicho fenómeno.

En la actualidad La CDMB, es la Autoridad Ambiental Regional con jurisdicción 13 municipios del departamento de Santander a saber: Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta, Girón, Lebrija, Río Negro, Vetas, California, Charta, Surata, Tona, Matanza y El Playón.

- **Departamento De Santander.** Santander es uno de los 32 departamentos de Colombia, situado en el nororiente del país en la región Andina, su capital es Bucaramanga. Limita al norte con

los departamentos de Norte de Santander, Cesar y Bolívar, al occidente con Antioquia, al sur con Boyacá y al oriente con Boyacá y Norte de Santander.

El nombre oficial es Departamento de Santander y recibe su nombre en honor al héroe de la independencia de la Nueva Granada Francisco de Paula Santander.

Santander se ubica en el sector noroccidental de los Andes colombianos. Está conformado por 87 municipios los cuales se agrupan en seis provincias reorganizadas en ocho núcleos de desarrollo provincial denominados Área Metropolitana con su capital en Bucaramanga, Comunera con su capital en Socorro, García Rovira con su capital en Málaga, Guanentá con su capital en San Gil, Mares con su capital en Barrancabermeja, Soto con su capital en Matanza y Vélez con su capital en Vélez.

- **Colombia.** Es un país ubicado en la zona noroccidental de América del Sur, con Bogotá como su ciudad capital. Su superficie es de 2.070.408 km^2, de los cuales 1.141.748 km^2 corresponden a su territorio continental y los restantes 928.660 km^2 a su extensión marítima. Limita al este con Venezuela y Brasil, al sur con Perú y Ecuador y al noroeste con Panamá; en cuanto a límites marítimos, colinda con Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Jamaica, Haití, República Dominicana y Venezuela en el Mar Caribe, y con Panamá, Costa Rica y Ecuador en el Océano Pacífico. Colombia mantiene diferendos con Venezuela y Nicaragua por límites marítimos. Es el único país de América del Sur que tiene costas en el océano Pacífico y en el Mar Caribe, en los que posee diversas islas como el archipiélago de San Andrés y Providencia.

Colombia es el cuarto país en extensión territorial en América del Sur, así como el tercero en población en América Latina.

Colombia es reconocida a nivel mundial por la producción de café suave, flores, esmeraldas, carbón y petróleo, su diversidad cultural y por ser uno de los países más ricos en biodiversidad del mundo.

3.1.7.4 Definición de los subsistemas y variables. Para la definición de los subsistemas se tomaran tres ejes estratégicos, un eje biofísico, un eje funcional y un eje transversal.

- **EJE BIOFÍSICO.**

Corresponde a elementos de carácter físico-biótico del área de drenaje de Río de Oro y sus principales tributarios, los cuales se caracteriza, identifican, cuantifica y en las cuales se planifican y se hace gestión para el desarrollo económico, social, político y administrativo, en relación con La Gestión Integrada del Agua y sus servicios ecosistémicos, sobre los cuales se realiza control y seguimiento.

- **Tema 1 Oferta.** La finalidad de este tema es el garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, en la subcuenca de río de oro.

  - ✓ **Variable 1. (CEPHOABRO) Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro.** Los Ecosistemas estratégicos y áreas de manejo especial por su

importancia ecosistémica, realizan una trascendental y sensible actividad como áreas productoras de agua, además son los encargados de regular la oferta del recurso hídrico en el área de drenaje, siendo de especial interés para los acueductos rurales y urbanos. La intervención a estos ecosistemas puede generar un impacto considerable a la oferta de agua regional.

- ✓ **Variable 2. (DOHSRO) Disponibilidad de la oferta de hídrica superficial en la subcuenca de río de Oro.** La oferta de agua está representada por el aporte de agua superficial de la corriente, es importante conocer la oferta real del recurso, para evitar la sobreexplotación del mismo y el posible abatimiento de la corriente.

° **Tema 2 Demanda.** Con las variables de este tema se busca identificar la presión antrópica sobre el recurso hídrico en la subcuenca de río de Oro.

- ✓ **Variable 3. (PABAFAG) Perdida de área boscosa por ampliación de la frontera agrícola y ganadera.** La presión que ejerce el hombre al ampliar la frontera agrícola y ganadera transformando bosques y áreas de interés hídrico, en cultivos de subsistencia que posteriormente se convierten en potreros y praderas, genera un impacto negativo al recurso hídrico.

- ✓ **Variable 4. (EIMAR) Explotación ilegal maderera en áreas de recarga.** La explotación ilegal de maderas en áreas de protección hídrica, afecta negativamente la dinámica hídrica del área de drenaje, por tener esta cobertura vegetal la función principal la protección de la cuenca hidrográfica.

- ✓ **Variable 5. (PUARH) Promoción del uso adecuado del recurso hídrico.** Esta variable está definida por un análisis de información básica para identificar áreas y coberturas actuales y determinar por actividad el consumo de recurso hídrico de un cuerpo o tramo de agua. Es importante realizar la integración de producción, uso potencial de los suelos y consumo sostenible del recurso para estimar el uso potencial del recurso en el área de drenaje.

- ✓ **Variable 6. (RRHDP) Requerimientos de recurso hídrico por densidad poblacional**. La población se encuentra en continuo crecimiento, que demanda cada vez más productos y servicios ambientales, siendo relevante la aplicación de una estrategia de conocimiento e interés por parte del consumidor en materia ambiental y para el caso particular en referencia al recurso hídrico.

° **Tema 3. Calidad.** Este tema aborda el estado de las características del recurso hídrico entorno a la contaminación

- ✓ **Variable 7. (CHPAP) Contaminación hídrica por procesos agroindustriales y pecuarios.** Esta variable pone en consideración la afectación que se presenta en la corriente por parte de descargas producto de actividades agroindustriales y pecuarias.

- ✓ **Variable 8. (CHPPI) Contaminación hídrica por procesos industriales.** Esta variable pone en consideración la afectación que se presenta en la corriente por parte de descargas producto de actividad Industrial.

- ✓ **Variable 9. (CHCP) Contaminación hídrica por centros poblados.** Esta variable pone en consideración la afectación que se presenta en la corriente por parte de descargas de vertimientos de los centros poblados.

- ✓ **Variable 10. (CPADR) Contaminación por aportes domésticos rurales.** Esta variable pone en consideración la afectación que se presenta en la corriente por parte de vertimientos domésticos en áreas rurales.

° **Tema 4 Riesgo.** En este tema se analizan los conflictos que afectan la conservación de los recursos naturales asociados con el recurso hídrico.

- ✓ **Variable 11. (ARAFN) Áreas en riesgo asociadas a fenómenos naturales.** Esta variable contempla susceptibilidades de origen natural que produzcan afectaciones importantes en el área de drenaje como lo son susceptibilidades por inundación a movimientos en masa e incendios.

- ✓ **Variable 12. (AFDESU) Amenazas al recurso hídrico por fenómenos de degradación de los suelos.** Esta variable pretende identificar procesos de desertificación, los cuales puede ser producto de diversos factores como lo es la variabilidad climática, las actividades humanas y procesos naturales, dentro de las actividades humanas que potenciaría este fenómeno contaríamos con la deforestación, el sobrepastoreo y prácticas agrícolas no sustentables, las cuales unidas a fenómenos climáticos extremos, podría generar el fenómeno de desertificación y sequía y por ende la amenaza del recurso hídrico por degradación de los suelos.

- ✓ **Variable 13. (VARH) Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico.** Con esta variable se busca incorporar el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener la oferta de abastecimiento de agua ante eventos extremos como largos periodos secos (fenómeno del niño).

- ✓ **Variable 14. (EPEVC) Efectos producidos o causados por la variabilidad climática**. Con esta variable se establece:

- **EJE FUNCIONAL.**

Hace referencia a las herramientas de implementación de los objetivos misionales y de gestión institucional, que permita la administración de los recursos naturales, además de establecer los indicadores de gestión. Los temas de este eje van encaminados a generar un espacio institucional para la implementación de los programas del PORH.

° **Tema 5. Fortalecimiento Institucional.** Con este tema se busca identificar la capacidad institucional para efectos de implementación del PORH

- ✓ **Variable 15. (FCGCEPRO) Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB para la ejecución del PORH.** Con esta variable se busca identificar mecanismos que permitan el aseguramiento de la implementación del PORH, para el cual se busca mejorar la capacidad técnica y logística de la red de calidad y cantidad para realizar el seguimiento requerido durante la ejecución del PORH. (Realimentar el software de modelamiento de recursos hídricos u otro que la entidad ambiental considere).

- ✓ **Variable 16. (PASLOC) Promover la articulación entre subdirecciones para el logro de objetivos comunes.** Promover y articular esfuerzos de investigación y análisis científico y técnico con el fin de fortalecer la incidencia de las actividades y responsabilidades de las subdirecciones específicas en el marco de una planeación general.

- ✓ **Variable 17. (ASICRP) Actualizar el sistema de información de la CDMB con los nuevos requerimientos del PORH.** La actualización del sistema de información corporativo SIC de acuerdo con las especificaciones del Decreto 3930 de 2010 en referencia al PORH de río de Oro.

- **EJE TRANSVERSAL.**

Se constituye en el articulador de los Planes de Ordenamiento de Recurso Hídrico, con este eje se busca definir lineamiento de gobernabilidad y empoderamiento de la comunidad y de las autoridades territoriales.

- **Tema 6. Empoderamiento para la gobernabilidad.** Los trabajos que desarrollen las entidades públicas, privadas y sociales en temas de gobernabilidad y el empoderamiento, implicarán necesariamente la toma de acciones públicas transparentes, democráticas, con participación social.

  - ✓ **Variable 18. (FGIRH) Fortalecer la gobernabilidad y empoderamiento para una gestión integral del recurso hídrico.** Lograr un mejor entendimiento del rol que los diferentes actores (públicos, privados y la sociedad en general), que pueden jugar un papel en la construcción de un modelo de gobernabilidad y que promueva el empoderamiento de los planes prospectivos a aplicar en el área de drenaje y fortalecer el vínculo entre la AAC y la sociedad civil.

  - ✓ **Variable 19. (AGACAM) Articulación de la gestión ambiental entre la Autoridad Ambiental Competente y la Administraciones municipales.** Con esta iniciativa se busca generar un espacio de articulación entre los objetivos ambientales de las administraciones municipales y la AAC, por tal motivo deben existir propósito común, que articule y dinamice las acciones que permitan la sostenibilidad del recurso hídrico.

  - ✓ **Variable 20. (ATICAAD) Asistencia técnica de instituciones de carácter agrícola en el área de drenaje**. Es importante la presencia del estado en capacitación en áreas de

producción agrícola tradicional, tecnificando las actividades de producción y evitando los excesos en la aplicación de agroquímicos.

° **Tema 7. Empoderamiento comunitario e inclusión social.** El objetivo de este tema es facilitar un escenario a grupos sociales para desarrollar capacidades necesarias para fomentar una gobernabilidad más participativa e inclusiva. Incluyendo el fortalecimiento de los mecanismos de auditoria social y monitoreo y evaluación participativa, en referencia al recurso hídrico.

- ✓ **Variable 21. (GECOA) Gestión comunitaria del agua.** Fortalecer las organizaciones de la sociedad civil en temas de servicios de agua y saneamientos, estas estructuras sociales serán creadas por grupos de vecinos, especialmente en áreas rurales, o donde generalmente los servicios públicos o no se brindan

- ✓ **Variable 22. (PCGA) Participación ciudadana y gestión ambiental.** Con esta variable, se busca capacitar a los diferentes actores sociales en mecanismos de participación ciudadana, en procesos de gestión ambiental, incentivando la creación de la promotoría ambiental comunitaria y control social.

3.1.7.5 Resultados talleres de diagnóstico. Los siguientes son los resultados de la construcción colectiva de diagnóstico para el Plan de ordenamiento de recurso Hídrico del cuerpo de agua.

Para la aplicación de los talleres se consideró realizar un taller con los empresarios que pagan tasa retributiva por descarga de vertimientos a la corriente principal de río de oro y que tienen vigente planes de reducción de carga contaminante y realizan auto declaración anual y otro con la comunidad en el área rural.

3.1.7.5.1Resultados taller de construcción de Diagnóstico con empresarios. El taller fue realizado el 19 de diciembre de 2013 con la participación de 18 representantes de diferentes empresas que vierten sus aguas a la corriente principal de Río de Oro. En el siguiente cuadro se presenta la ponderación de problemáticas de sistema (subcuenca río de Oro).

Cuadro 18 Matriz de influencias directas resultados ponderación de variables por empresarios

		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	
		CEPHOABRO	DOHSRO	PABAFAG	EIMAR	PUARH	RRHDP	CHPAP	CHPPI	CHCP	CPADR	ARAFN	AFDESU	VARH	EPEVC	FCGCEPRO	PASLOC	ASICRP	FGIRH	AGACAM	ATICAAD	GECOA	PCGA	TOT
Y1	CEPHOABRO	0	3	3	2	3	3	0	0	0	0	2	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	24
Y2	DOHSRO	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	3	2	1	1	0	2	0	1	1	19
Y3	PABAFAG	2	3	0	2	3	3	2	0	1	0	3	3	3	2	1	1	1	3	2	1	1	2	39
Y4	EIMAR	3	3	3	0	1	3	3	0	0	0	3	2	3	3	2	0	3	0	0	0	2	3	37
Y5	PUARH	2	3	2	3	0	2	1	1	0	3	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	3	3	43
Y6	RRHDP	2	3	2	2	3	0	3	1	2	3	0	3	2	2	3	3	3	3	1	2	1	1	45
Y7	CHPAP	3	3	3	0	3	2	0	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	33
Y8	CHPPI	3	1	1	1	3	2	3	0	0	0	1	0	0	1	2	1	1	0	3	2	3	3	31
Y9	CHCP	3	3	0	0	1	1	3	2	0	2	1	3	2	0	2	2	0	2	0	2	0	0	29
Y10	CPADR	3	2	1	1	1	2	2	2	3	0	0	0	3	2	3	0	0	3	1	2	3	2	36
Y11	ARAFN	3	2	2	2	2	1	3	2	0	3	0	0	0	0	1	3	1	0	3	0	2	0	30
Y12	AFDESU	2	3	2	0	3	3	3	1	2	3	3	0	2	3	3	3	0	3	3	2	3	0	47
Y13	VARH	2	3	2	0	3	3	3	2	1	2	3	3	0	3	2	0	0	3	0	1	2	0	38
Y14	EPEVC	3	2	3	2	3	3	3	2	2	0	3	0	2	0	3	0	2	2	3	2	3	3	46
Y15	FCGCEPRO	3	3	3	3	3	2	3	1	3	0	2	0	3	2	0	0	3	2	0	3	3	0	42
Y16	PASLOC	3	2	3	3	3	2	3	2	3	1	0	0	3	3	2	0	2	3	3	2	3	3	49
Y17	ASICRP	3	2	2	0	2	2	3	2	1	1	2	1	2	0	0	3	0	3	3	2	1	3	38
Y18	FGIRH	2	3	2	3	3	2	3	2	3	0	1	0	0	0	3	2	2	0	3	2	2	3	41
Y19	AGACAM	3	3	3	3	3	0	3	2	3	0	2	0	1	0	1	0	2	1	0	1	1	0	32
Y20	ATICAAD	0	3	2	2	3	3	3	3	3	0	3	3	3	1	0	3	3	1	0	0	2	0	41
Y21	GECOA	2	2	2	3	2	2	3	2	3	0	1	2	3	2	0	0	0	0	0	3	0	0	32
Y22	PCGA	2	3	3	2	2	3	3	2	3	0	3	3	3	3	0	3	0	0	0	2	2	0	42
		51	55	44	34	52	46	53	30	35	21	36	29	43	35	33	28	26	34	30	32	39	28	

DEPENDENCIA

MOTRICIDAD

- Del cuadro anterior se identifica que la variable con mayor motricidad son las siguientes variables:

  - **Variable 16 (PASLOC)** promover la articulación entre subdirecciones para el logro de objetivos comunes con un valor total de 49
  - **Variable 14. (EPEVC)** Efectos producidos o causados por la variabilidad climática
  - **Variable 12. (AFDESU)** Amenazas al recurso hídrico por fenómenos de degradación de los suelos.

  - Por otra parte, el mismo cuadro define que las variables de mayor dependencia del sistema son:

  - **Variable 2. (DOHSRO)** Disponibilidad de la oferta de hídrica superficial en la subcuenca de río de Oro
  - **Variable 5. (PUARH)** Promoción del uso adecuado del recurso hídrico.
  - **Variable 7. (CHPAP)** Contaminación hídrica por procesos agroindustriales y pecuarios.

Anexo 4 Matriz de influencias directas resultado ponderación por empresarios

3.1.7.5.2Análisis a partir de la Matriz de Influencias Directas (MDI). Las relaciones que tienen efecto de corto y mediano plazo sobre las variables, se muestran en la Matriz de Influencias Directas, clasificadas con base en su motricidad y dependencia, se muestran escaladas en un plano que, repartido en zonas, muestran la capacidad de cada variable de afectar el sistema, así como la capacidad del sistema para afectarlas.

Se procede a efectuar el análisis de los resultados obtenidos, considerando en primera instancia el plano de influencias y dependencias directas que se obtienen luego de realizar una relación sencilla en la matriz de doble entrada provisto para observar el comportamiento de la relación de las variables dentro del sistema PORH RÍO DE ORO. En siguiente cuadro se muestra las características de MDI ponderada por los empresarios.

Cuadro 19 Características de los resultados de la matriz de influencias directas MDI

Indicator	Value
Matrix size	22
Number of iterations	3
Number of zeros	127
Number of ones	65
Number of twos	127
Number of threes	165
Total	357
Fillrate	73,76%

La interpretación del cuadro anterior se basa en el número (0,1,2,3), usados para dar la calificación de influencia de una variable con respecto a otra, de la siguiente manera: El número de calificación de

relación de (0 y 1) es de 127 y 65 respectivamente, esto significa que hay una baja relación entre las variables que recibieron esa calificación, por otra parte la relación calificada con (2 y 3), es de 127 y 165 respectivamente, indicando que la relación entre dichas variables es alta.

Cuadro 20 Suma de la Matriz de influencia Directa

No	Variable	Total número de filas	Total número de columnas
1	Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro	24	51
2	Disponibilidad de la oferta de hídrica superficial en la subcuenca de río de Oro	19	55
3	Pérdida de área boscosa por ampliación de la frontera agrícola y ganadera	39	44
4	Explotación ilegal maderera en áreas de recarga	37	34
5	Promoción del uso adecuado del recurso hídrico	43	52
6	Requerimientos de recurso hídrico por densidad poblacional	45	46
7	Contaminación hídrica por procesos agroindustriales y pecuarios	33	53
8	Contaminación hídrica por procesos industriales	31	30
9	Contaminación hídrica por centros poblados	29	35
10	Contaminación por aportes domésticos rurales	36	21
11	Áreas en riesgo asociadas a fenómenos naturales	30	36
12	Amenazas al recurso hídrico por fenómenos de degradación de los suelos.	47	29
13	Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico	38	43
14	Efectos producidos por efectos causados por la variabilidad climática	46	35
15	Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB para la ejecución del PORH	42	33
16	Promover la articulación entre subdirecciones para el logro de objetivos comunes	49	28
17	Actualizar el sistema de información de la CDMB con los nuevos requerimientos del PORH	38	26
18	Fortalecer la gobernabilidad y empoderamiento para una gestión integral del recurso hídrico	41	34
19	Articulación de la gestión ambiental entre la Autoridad Ambiental Competente y la Administraciones municipales	32	30
20	Asistencia técnica de instituciones de carácter agrícola en el área de drenaje	41	32
21	Gestión comunitaria del agua	32	39
22	Participación ciudadana y gestión ambiental	42	28
	TOTAL	**814**	**814**

En el cuadro anterior se presenta la motricidad (filas) y la dependencia (columnas) de cada variable, con los respectivos valores

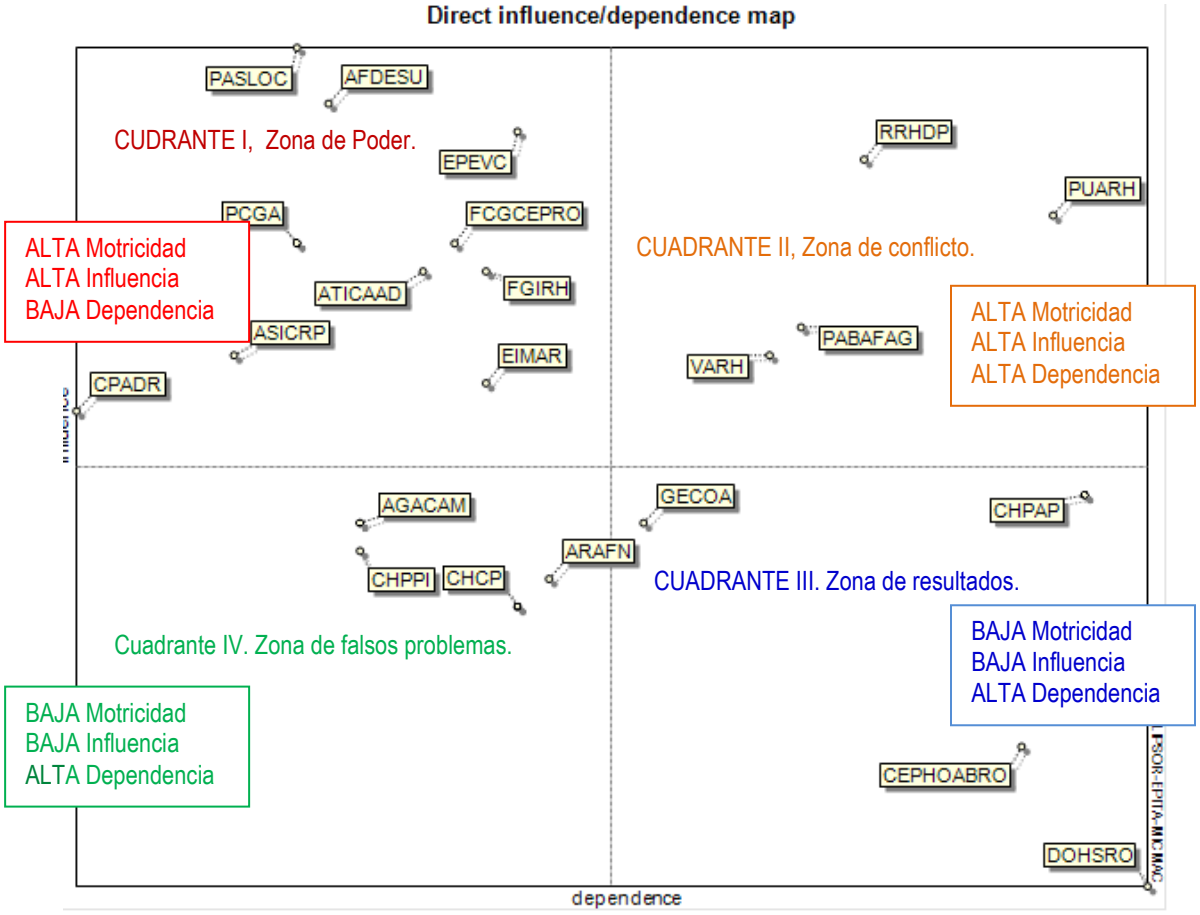
a) **Estabilidad de la MDI**. De acuerdo con el número de iteraciones definido en los cálculos de parámetro del software", se presenta la estabilidad de la matriz, la cual debe estar por encima del 90%

hasta el 100%. Como se puede observar en el siguiente cuadro la estabilidad de la matriz se logró en la 1, 2 y 3 iteraciones, para el caso de esta matriz se realiza el análisis con 3 iteraciones.

Cuadro 21 Estabilidad de la MDI

Iteración	Influencia	Dependencia
1	99%	98%
2	101%	98%
3	99%	100%

Figura 9 Plano de Influencia y dependencia Directa



1. **ANÁLISIS ZONA DE PODER**. En esta primera fase se analizan las variables esenciales para el sistema desde el ángulo de Matriz de Influencias Directas y se puede advertir de acuerdo al anterior plano, las variables de mayor relevancia para el sistema son las ubicadas en el cuadrante I (zona de poder), no obstante no tienen una gran dependencia del sistema, lo que significa que el sistema no las puede modificar de manera fácil, las variables aquí ubicadas corresponde a:

BIOFISICAS

- Variable 4. (EIMAR) Explotación ilegal maderera en áreas de recarga
- Variable 10. (CPADR) Contaminación por aportes domésticos rural
- Variable 12. (AFDESU) Amenazas al recurso hídrico por fenómenos de degradación de los suelos
- Variable 14. (EPEVC) Efectos producidos o causados por la variabilidad climática.

FUNCIONALES

- Variable 15. (FCGCEPRO) Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB para la ejecución del PORH
- Variable 16. (PASLOC) Promover la articulación entre subdirecciones para el logro de objetivos comunes
- Variable 17. (ASICRP) Actualizar el sistema de información de la CDMB con los nuevos requerimientos del PORH

TRANSVERSAL

- Variable 18. (FGIRH) Fortalecer la gobernabilidad y empoderamiento para una gestión integral del recurso hídrico.
- Variable 20. (ATICAAD) Asistencia técnica de instituciones de carácter agrícola en el área de drenaje.
- Variable 22. (PCGA) Participación ciudadana y gestión ambiental.

Estas variables relacionadas muestran una gran importancia para la evolución del sistema, se supone que el sistema no puede incidir sobre ellas para inducir cambios de orden significativo.

2. **ANÁLISIS ZONA DE CONFLICTO**. En orden de importancia pero con mayor dependencia del sistema se encuentran las variables ubicadas en el cuadrante II (zona de conflicto), las variables que aparecen en este espacio son:

BIOFISICAS

- Variable 3. (PABAFAG) Perdida de área boscosa por ampliación de la frontera agrícola y ganadera.
- Variable 5. (PUARH) Promoción del uso adecuado del recurso hídrico.
- Variable 6. (RRHDP) Requerimientos de recurso hídrico por densidad poblacional.
- Variable 13. (VARH) Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico.

Se indica que las variables anteriormente mencionadas son clave para el sistema pues además de presentar un alto nivel de motricidad, poseen una alta dependencia del sistema, lo que significa que pueden ser manejadas, o en otros términos, se puede afectar a estas variables directamente generando cambios importantes sobre cada una de ellas.

3. ANÁLISIS ZONA DE RESULTADOS. Las variables que aparecen en el cuadrante III (zona de resultados), presentan una muy alta dependencia, pero resultan con una muy baja motricidad o importancia para el sistema lo que las convierte en variables de poca relevancia para la evolución del mismo, son variables de bajo nivel de causalidad. Dentro de las variables ubicadas en este cuadrante están:

BIOFÍSICO

- Variable 1. (CEPHOABRO) Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro.
- Variable 2. (DOHSRO) Disponibilidad de la oferta de hídrica superficial en la subcuenca de río de Oro.
- Variable 7. (CHPAP) Contaminación hídrica por procesos agroindustriales y pecuario

TRASVERSAL

- Variable 21. (GECOA) Gestión comunitaria del agua.

4. ANÁLISIS ZONA DE FALSOS PROBLEMAS. Las variables que se encuentran en el cuadrante IV (falsos problemas), son las variables que presentan menor grado de motricidad y menor grado de dependencia dentro del sistema, lo que quiere decir que no ofrecen casi ninguna importancia para la evolución del mismo y no puede generar ningún tipo de cambio, pues no presenta ningún tipo de dependencia que permita cambios de relevancia. Dentro del cuadrante IV están ubicadas las siguientes variables:

BIOFÍSICAS

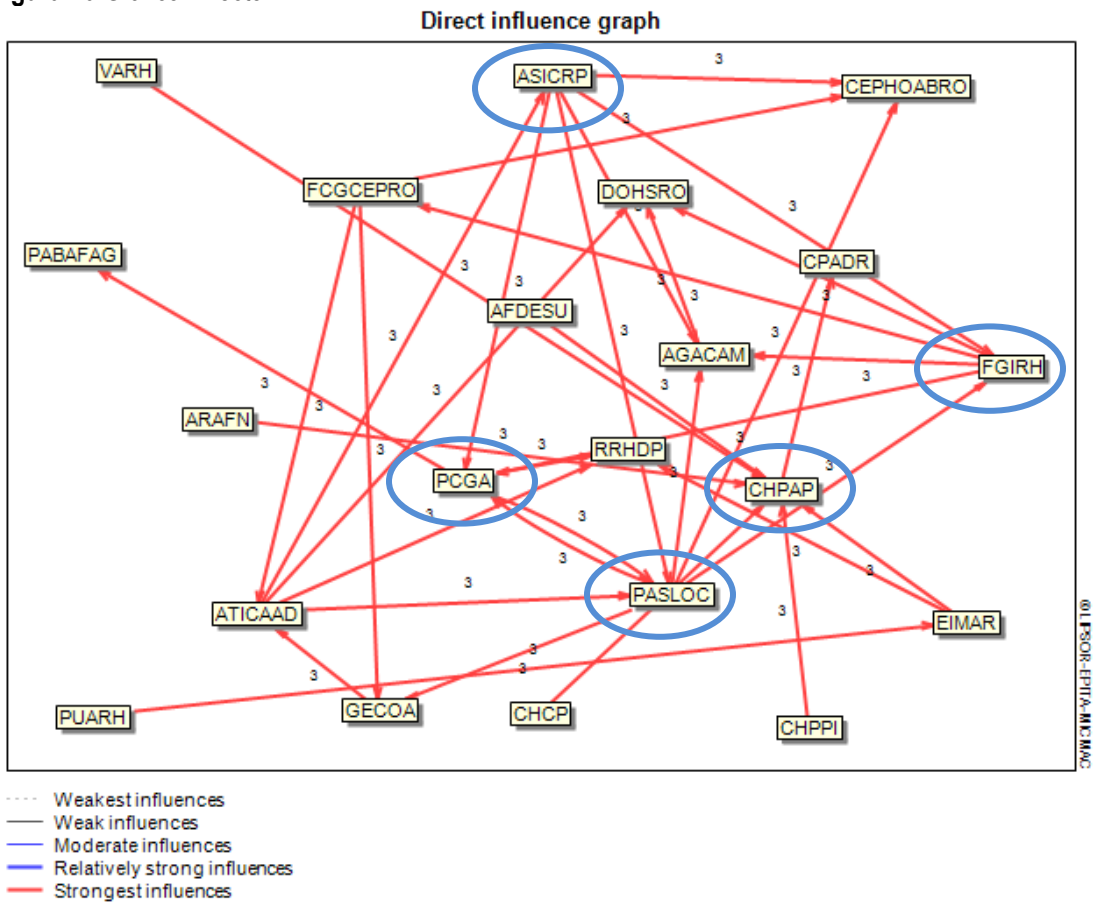
- Variable 8. (CHPPI) Contaminación hídrica por procesos industriales
- Variable 9. (CHCP) Contaminación hídrica por centros poblados
- Variable 11. (ARAFN) Áreas en riesgo asociadas a fenómenos naturales.

TRASVERSAL

- Variable 19. (AGACAM) Articulación de la gestión ambiental entre la Autoridad Ambiental Competente y la Administraciones municipales.

Gráfico directo (Direct graph). En este gráfico se analizan las variables con las relaciones más fuertes con las demás variables (strongest influences), las cuales se encuentra con líneas de color rojo.

Figura 10 Gráfico Directo



La variable que tiene mayor relación con los demás es:

- **Variable 16. (PASLOC)** Promover la articulación entre subdirecciones para el logro de objetivos comunes.

Otras variables que presentan un alto número de relaciones

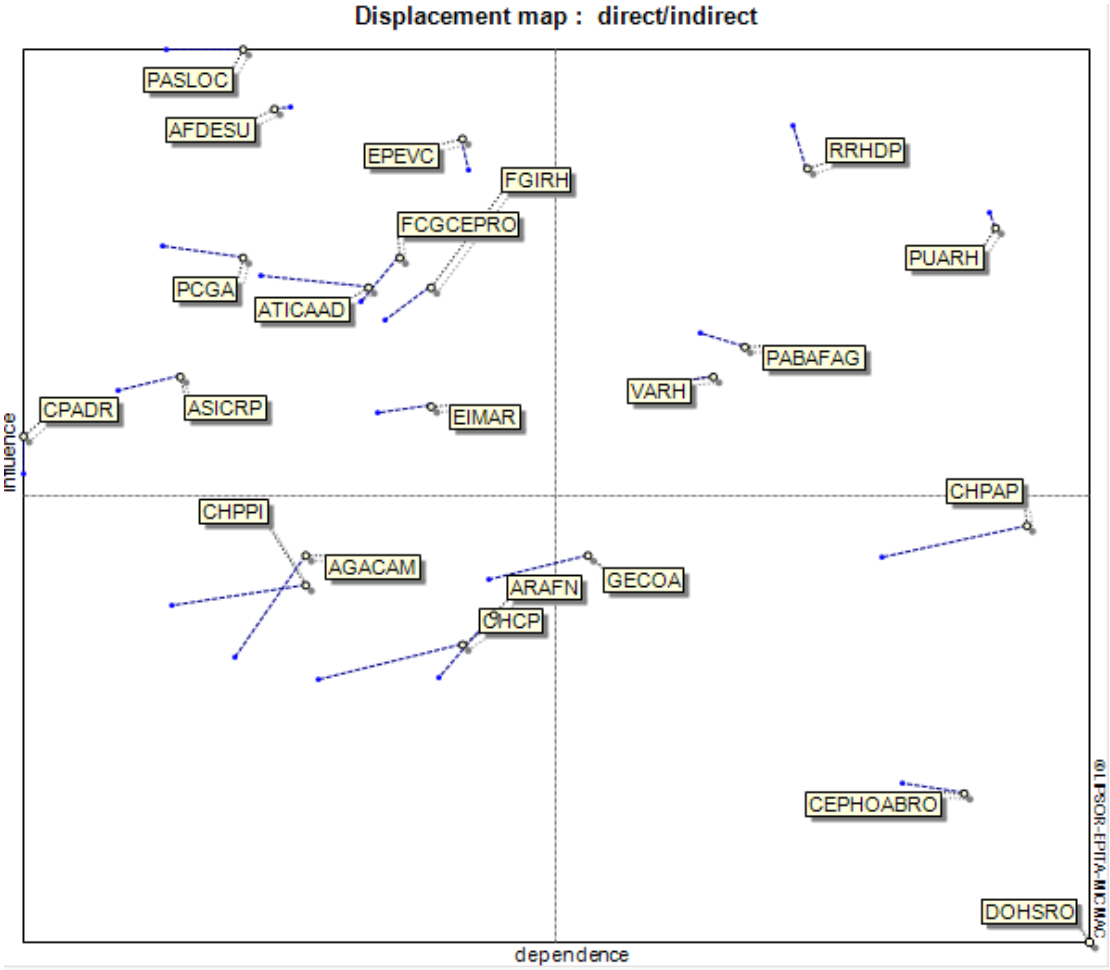
- **Variable 7. (CHPAP)** Contaminación hídrica por procesos agroindustriales y pecuario.
- **Variable 17. (ASICRP**) Actualizar el sistema de información de la CDMB con los nuevos requerimientos del PORH.
- **Variable 22. (PCGA)** Participación ciudadana y gestión ambiental.
- **Variable 18. (FGIRH)** Fortalecer la gobernabilidad y empoderamiento para una gestión integral del recurso hídrico.

3.1.7.5.3 Análisis a partir de la matriz de influencias indirectas. Luego del análisis hecho, utilizando una Matriz de Influencias Directas, se realiza un siguiente análisis con base en la clasificación indirecta de las variables, para lo que se utiliza una Matriz de Impactos Cruzados que arroja unos resultados

ajustados de los resultados de la anterior matriz y que por tanto supone cambios con relación a la anterior clasificación descrita y analizada.

La observación del plano de influencias y dependencias indirectas permite advertir sobre la ratificación de la importancia y dependencia de algunas variables del sistema, así como también da la posibilidad de revisar ciertas variables que no aparecían en una situación relevante para la evolución del escenario propuesto.

Figura 11 . Plano de desplazamiento Directo/Indirecto



En este orden de ideas observamos que las variables que aparecían en el cuadrante I (zona de poder), se mantienen dentro del mismo cuadrante, presentando algunos cambios de ubicación que se analizaran en el siguiente apartado (plano de desplazamientos). En el caso del cuadrante II (zona de conflicto), se pueden ratificar la presencia de las variables relacionadas

Perdida de área boscosa por ampliación de la frontera agrícola y ganadera (PABAFAG), la promoción del uso adecuado del recurso hídrico (PUARH), requerimientos de recurso hídrico por densidad

poblacional y Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico (VARH). En el cuadrante III (zona de resultados), se observa cómo cambia de cuadrante, del III al IV la variable de gestión comunitaria del agua (GECOA) y por ende el cuadrante IV, recibe dicha variable.

Una vez descritos y analizados los planos directo e indirecto de la influencia y dependencia de las diferentes variables afines al sistema estudiado, se realiza un análisis comparativo por medio del plano de desplazamientos: directo-indirecto, que permite complementar el anterior análisis y lo enriquece haciendo notar los cambios de las relaciones entre las variables, lo que dará como resultado una jerarquización de las mismas muy aproximada a los criterios de los participantes dentro del proceso de calificación de las variables dentro de la matriz.

El análisis en esta parte se centra principalmente en las variables ubicadas en el cuadrante II o zona de conflicto que son las variables que representan un mayor nivel de importancia para el crecimiento del sistema; esto no quiere decir que las demás variables ubicadas en los demás cuadrantes no merezcan ser tenidas en cuenta para el análisis integral del sistema.

En coherencia con lo anteriormente expuesto podemos determinar en primera instancia que existen variables que ratifican su ubicación en el cuadrante o zona de conflictos y que además no muestran cambios significativos en cuanto a sus niveles de influencia y dependencia con relación al sistema analizado; dentro de estas variables se encuentran:

- Variable 3. (PABAFAG) Perdida de área boscosa por ampliación de la frontera agrícola y ganadera.
- Variable 5. (PUARH) Promoción del uso adecuado del recurso hídrico.
- Variable 6. (RRHDP) Requerimientos de recurso hídrico por densidad poblacional.
- Variable 13. (VARH) Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico.

Estas variables presentan un movimiento leve en el plano de desplazamiento.

De acuerdo al análisis anteriormente expuesto que se configura como el resultado de la jerarquización de las variables del sistema PORH RÍO DE ORO permitirá en un subsiguiente análisis determinar sus posibilidades de concreción y fijación de posteriores planes que permitan su ejecución y desarrollo, podemos determinar que las variables clave y que merecen mayor atención por parte del sistema son las relacionadas con:

- (PUARH) Promoción del uso adecuado del recurso hídrico.
- (RRHDP) Requerimientos de recurso hídrico por densidad poblacional.
- (PABAFAG) Perdida de área boscosa por ampliación de la frontera agrícola y ganadera.
- (VARH) Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico.

3.1.7.5.4 Variables subsidiarias. Para el posterior análisis de escenarios es muy importante analizar las variables que se encuentran cerca de la entrada a la zona de conflicto como lo son:

- Variable 4. (EIMAR) Explotación ilegal maderera en áreas de recarga.
- Variable 7. (CHPAP) Contaminación hídrica por procesos agroindustriales y pecuarios.
- Variable 9. (CHCP) Contaminación hídrica por centros poblados.

- Variable 11. (ARAFN) Áreas en riesgo asociadas a fenómenos naturales.
- Variable 14. (EPEVC) Efectos producidos o causados por la variabilidad climática.
- Variable 22. (PCGA) Participación ciudadana y gestión ambiental.
- Variable 18. (FGIRH) Fortalecer la gobernabilidad y empoderamiento para una gestión integral del recurso hídrico.

Fotografía 2 Registro fotográfico taller con empresarios



3.1.7.6 Resultados taller de construcción de Diagnóstico con la comunidad. El taller fue realizado el 7 de febrero de 2014 con la participación de 15 personas provenientes de juntas de acción comunal y pobladores de la subcuenca de río de oro. En el siguiente cuadro se presenta la ponderación de problemáticas de sistema (subcuenca río de Oro).

Cuadro 22 Matriz de influencias directas resultados ponderación de variables por la comunidad

		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	
		CEPHOABRO	DOHSRO	PABAFAG	EIMAR	PUARH	RRHDP	CHPAP	CHPPI	CHCP	CPADR	ARAFN	AFDESU	VARH	EPEVC	FCGCEPRO	PASLOC	ASICRP	FGIRH	AGACAM	ATICAAD	GECOA	PCGA	TOT
Y1	CEPHOABRO	0	0	3	3	3	3	3	1	2	1	3	2	1	3	1	1	1	2	2	1	1	2	39
Y2	DOHSRO	1	0	1	1	2	3	2	3	2	2	1	1	2	0	2	2	0	0	1	1	2	2	31
Y3	PABAFAG	0	3	0	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	1	2	0	1	1	40
Y4	EIMAR	0	3	3	0	3	3	0	0	0	0	3	3	3	3	1	1	0	1	0	0	0	0	27
Y5	PUARH	2	3	2	2	0	3	3	3	3	3	3	1	3	0	1	1	1	0	1	0	2	3	40
Y6	RRHDP	2	2	1	1	1	0	1	0	2	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	18
Y7	CHPAP	1	3	2	1	1	3	0	0	0	0	2	3	3	2	0	0	0	1	0	0	1	3	26
Y8	CHPPI	2	2	2	1	1	3	2	0	3	2	0	1	3	0	3	0	2	0	1	1	1	2	32
Y9	CHCP	3	3	2	1	1	3	3	2	0	3	3	3	3	0	1	0	0	1	2	1	3	1	39
Y10	CPADR	2	3	2	1	1	3	1	3	1	0	2	3	2	3	0	0	0	2	1	0	1	2	33
Y11	ARAFN	1	2	2	2	2	3	3	1	1	1	0	0	2	1	0	2	2	1	2	3	0	2	33
Y12	AFDESU	1	2	2	1	2	2	0	0	2	1	1	0	2	2	0	3	1	1	0	2	1	1	27
Y13	VARH	2	3	1	2	2	3	1	1	1	0	3	3	0	3	0	1	1	3	1	0	3	2	36
Y14	EPEVC	1	2	1	1	3	3	0	1	1	0	2	1	1	0	0	0	2	0	1	1	3	3	27
Y15	FCGCEPRO	3	3	2	2	3	3	2	2	3	1	1	2	2	1	0	0	2	0	1	1	1	1	36
Y16	PASLOC	3	3	2	2	3	3	3	1	1	2	1	1	0	1	2	0	0	0	2	1	1	2	34
Y17	ASICRP	3	2	1	1	3	2	3	3	1	3	3	0	2	1	1	1	0	3	3	1	2	2	41
Y18	FGIRH	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	0	2	0	1	2	1	2	0	3	3	3	3	46
Y19	AGACAM	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	1	1	2	2	0	1	2	2	0	3	3	2	46
Y20	ATICAAD	3	2	1	1	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	1	2	0	2	3	**47**
Y21	GECOA	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	1	0	1	0	3	2	1	2	2	3	0	3	45
Y22	PCGA	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	1	2	3	0	3	3	1	2	1	2	2	0	46
		42	52	40	36	48	**60**	44	37	37	35	37	35	41	28	23	23	20	23	29	25	34	40	

DEPENDENCIA

MOTRICIDAD

- Del cuadro anterior se identifica que la variable con mayor motricidad es:

  - **Variable 20. (ATICAAD)** Asistencia técnica de instituciones de carácter agrícola en el área de drenaje.

Además se muestran otras variables con valores de motricidad importantes entre las que tenemos:

- **Variable 22. (PCGA**) Participación ciudadana y gestión ambiental.
- **Variable 19. (AGACAM)** Articulación de la gestión ambiental entre la Autoridad Ambiental Competente y la Administraciones municipales**.**
- **Variable 18. (FGIRH)** Fortalecer la gobernabilidad y empoderamiento para una gestión integral del recurso hídrico.
- **Variable 21. (GECOA)** Gestión comunitaria del agua.

- Por otra parte, el mismo cuadro define que la variable de mayor dependencia del sistema es:

  - **Variable 22. (PCGA)** Participación ciudadana y gestión ambiental.

Otras variables que presentan una alta dependencia del sistema son las siguientes:

- **Variable 2. (DOHSRO)** Disponibilidad de la oferta de hídrica superficial en la subcuenca de río de Oro.
- **Variable 5. (PUARH)** Promoción del uso adecuado del recurso hídrico.

Anexo 5 Matriz de influencias directas resultado ponderación por la comunidad

3.1.7.6.1Análisis a partir de la Matriz de Influencias Directas (MDI). Las relaciones que tienen efecto de corto y mediano plazo sobre las variables, se muestran en la Matriz de Influencias Directas, clasificadas con base en su motricidad y dependencia, se muestran escaladas en un plano que, repartido en zonas, muestran la capacidad de cada variable de afectar el sistema, así como la capacidad del sistema para afectarlas.

Cuadro 23 Características de los resultados de la matriz de influencias directas MDI

Indicator	Value
Matrix size	22
Number of iterations	3
Number of zeros	96
Number of ones	126
Number of twos	123
Number of threes	139
Total	0
Fillrate	388

La interpretación del cuadro anterior se basa en el número (0,1,2,3), usados para dar la calificación de influencia de una variable con respecto a otra, de la siguiente manera: El número de calificación de relación de (0 y 1) es de 96 y 126 respectivamente, esto significa que hay una baja relación entre las variables que recibieron esa calificación, por otra parte la relación calificada con (2 y 3), es de 123 y 139 respectivamente, indicando que la relación entre dichas variables es alta.

Cuadro 24 Suma de la Matriz de influencia Directa

No	Variable	Total número de filas	Total número de columnas
1	Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro	39	42
2	Disponibilidad de la oferta de hídrica superficial en la subcuenca de río de Oro	31	52
3	Pérdida de área boscosa por ampliación de la frontera agrícola y ganadera	40	40
4	Explotación ilegal maderera en áreas de recarga	27	36
5	Promoción del uso adecuado del recurso hídrico	40	48
6	Requerimientos de recurso hídrico por densidad poblacional	18	60
7	Contaminación hídrica por procesos agroindustriales y pecuarios	26	44
8	Contaminación hídrica por procesos industriales	32	37
9	Contaminación hídrica por centros poblados	39	37
10	Contaminación por aportes domésticos rurales	33	35
11	Áreas en riesgo asociadas a fenómenos naturales	33	37
12	Amenazas al recurso hídrico por fenómenos de degradación de los suelos.	27	35
13	Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico	36	41
14	Efectos producidos por efectos causados por la variabilidad climática	27	28
15	Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB para la ejecución del PORH	36	23
16	Promover la articulación entre subdirecciones para el logro de objetivos comunes	34	23
17	Actualizar el sistema de información de la CDMB con los nuevos requerimientos del PORH	41	20
18	Fortalecer la gobernabilidad y empoderamiento para una gestión integral del recurso hídrico	46	23
19	Articulación de la gestión ambiental entre la Autoridad Ambiental Competente y la Administraciones municipales	46	29
20	Asistencia técnica de instituciones de carácter agrícola en el área de drenaje	47	25
21	Gestión comunitaria del agua	45	34
22	Participación ciudadana y gestión ambiental	46	40
	TOTAL	**789**	**789**

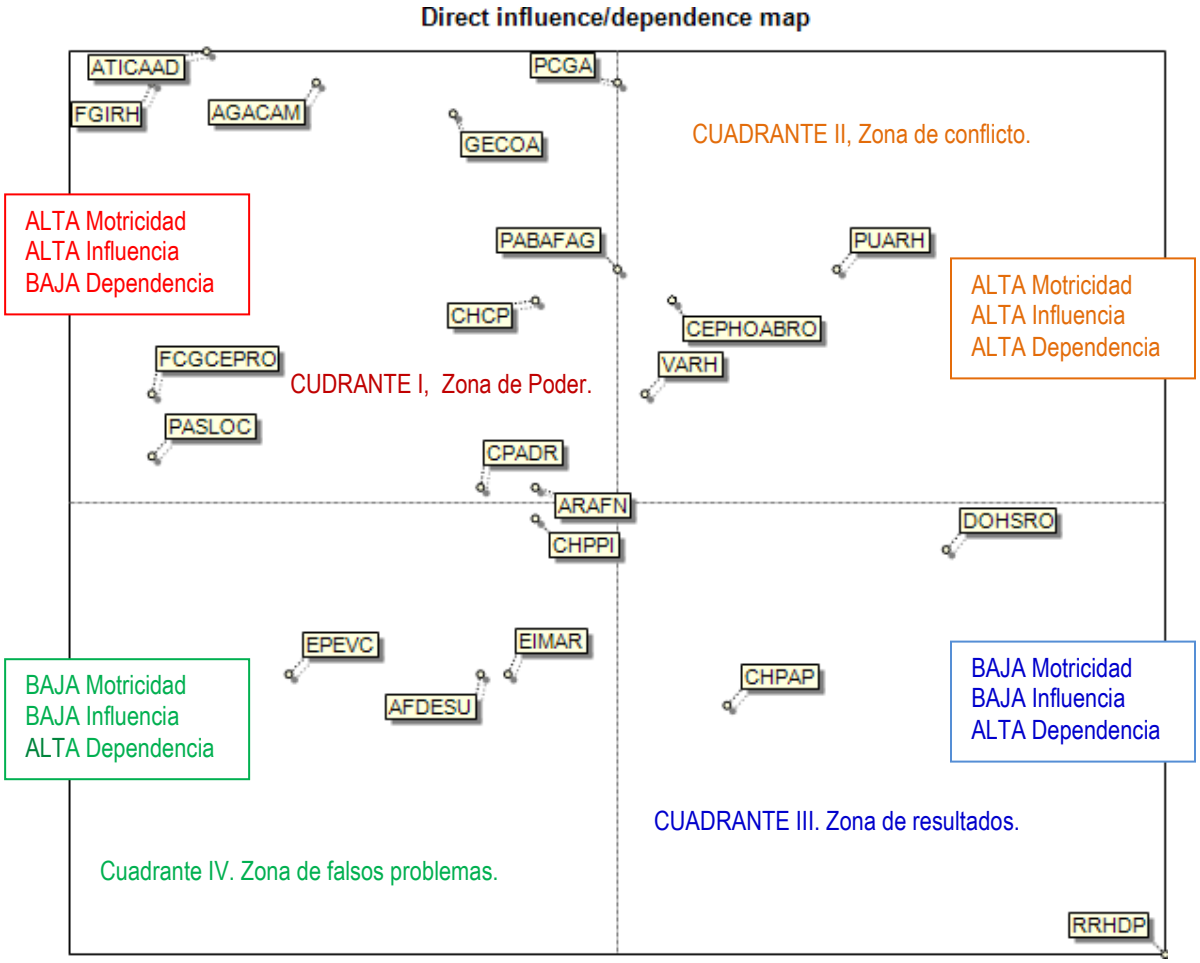
En el cuadro anterior se presenta la motricidad (filas) y la dependencia (columnas) de cada variable, con los respectivos valores

b) **Estabilidad de la MDI**. De acuerdo con el número de iteraciones definido en los cálculos de parámetro del software", se presenta la estabilidad de la matriz, la cual debe estar por encima del 90% hasta el 100%. Como se puede observar en el siguiente cuadro la estabilidad de la matriz se logró en la 1, 2 y 3 iteraciones, para el caso de esta matriz se realiza el análisis con 3 iteraciones.

Cuadro 25 Estabilidad de la MDI

Iteración	Influencia	Dependencia
1	100 %	90 %
2	99 %	103 %
3	100 %	100 %

Figura 12 Plano de Influencia y dependencia Directa



5. ÁNALISIS ZONA DE PODER. En esta primera fase se analizan las variables esenciales para el sistema desde el ángulo de Matriz de Influencias Directas y se puede advertir de acuerdo al anterior plano, las variables de mayor relevancia para el sistema son las ubicadas en el cuadrante I (zona de poder), no obstante no tienen una gran dependencia del sistema, lo que significa que el sistema no las puede modificar de manera fácil, las variables aquí ubicadas corresponde a:

BIOFISICAS

- Variable 9. (CHCP) Contaminación hídrica por centros poblados.
- Variable 10. (CPADR**)** Contaminación por aportes domésticos rural.
- Variable 11. (ARAFN) Áreas en riesgo asociadas a fenómenos naturales.

FUNCIONALES

- Variable 15. (FCGCEPRO) Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB para la ejecución del PORH.
- Variable 16. (PASLOC) Promover la articulación entre subdirecciones para el logro de objetivos comunes.

TRANSVERSAL

- Variable 18. (FGIRH) Fortalecer la gobernabilidad y empoderamiento para una gestión integral del recurso hídrico.
- Variable 19. (AGACAM) Articulación de la gestión ambiental entre la Autoridad Ambiental.
- Variable 20. (ATICAAD) Asistencia técnica de instituciones de carácter agrícola en el área de drenaje.
- Variable 21. (GECOA) Gestión comunitaria del agua.
- Variable 22. (PCGA) Participación ciudadana y gestión ambiental.

Estas variables relacionadas muestran una gran importancia para la evolución del sistema, se supone que el sistema no puede incidir sobre ellas para inducir cambios de orden significativo.

6. ANÁLISIS ZONA DE CONFLICTO. En orden de importancia pero con mayor dependencia del sistema se encuentran las variables ubicadas en el cuadrante II (zona de conflicto), las variables que aparecen en este espacio son:

BIOFISICAS

- Variable 1. (CEPHOABRO) Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos.
- Variable 3. (PABAFAG) Perdida de área boscosa por ampliación de la frontera agrícola y ganadera.
- Variable 5. (PUARH) Promoción del uso adecuado del recurso hídrico.
- Variable 13. (VARH) Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico.

Se indica que las variables anteriormente mencionadas son clave para el sistema pues además de presentar un alto nivel de motricidad, poseen una alta dependencia del sistema, lo que significa que pueden ser manejadas, o en otros términos, se puede afectar a estas variables directamente generando cambios importantes sobre cada una de ellas.

7. ANÁLISIS ZONA DE RESULTADOS. Las variables que aparecen en el cuadrante III (zona de resultados en la figura 12), presentan una muy alta dependencia, pero resultan con una muy baja motricidad o importancia para el sistema lo que las convierte en variables de poca relevancia para la evolución del mismo, son variables de bajo nivel de causalidad. Dentro de las variables ubicadas en este cuadrante están:

BIOFÍSICO

- Variable 2. (DOHSRO) Disponibilidad de la oferta de hídrica superficial en la subcuenca de río de Oro.
- Variable 6. (RRHDP) Requerimientos de recurso hídrico por densidad poblacional.
- Variable 7. (CHPAP) Contaminación hídrica por procesos agroindustriales y pecuario.

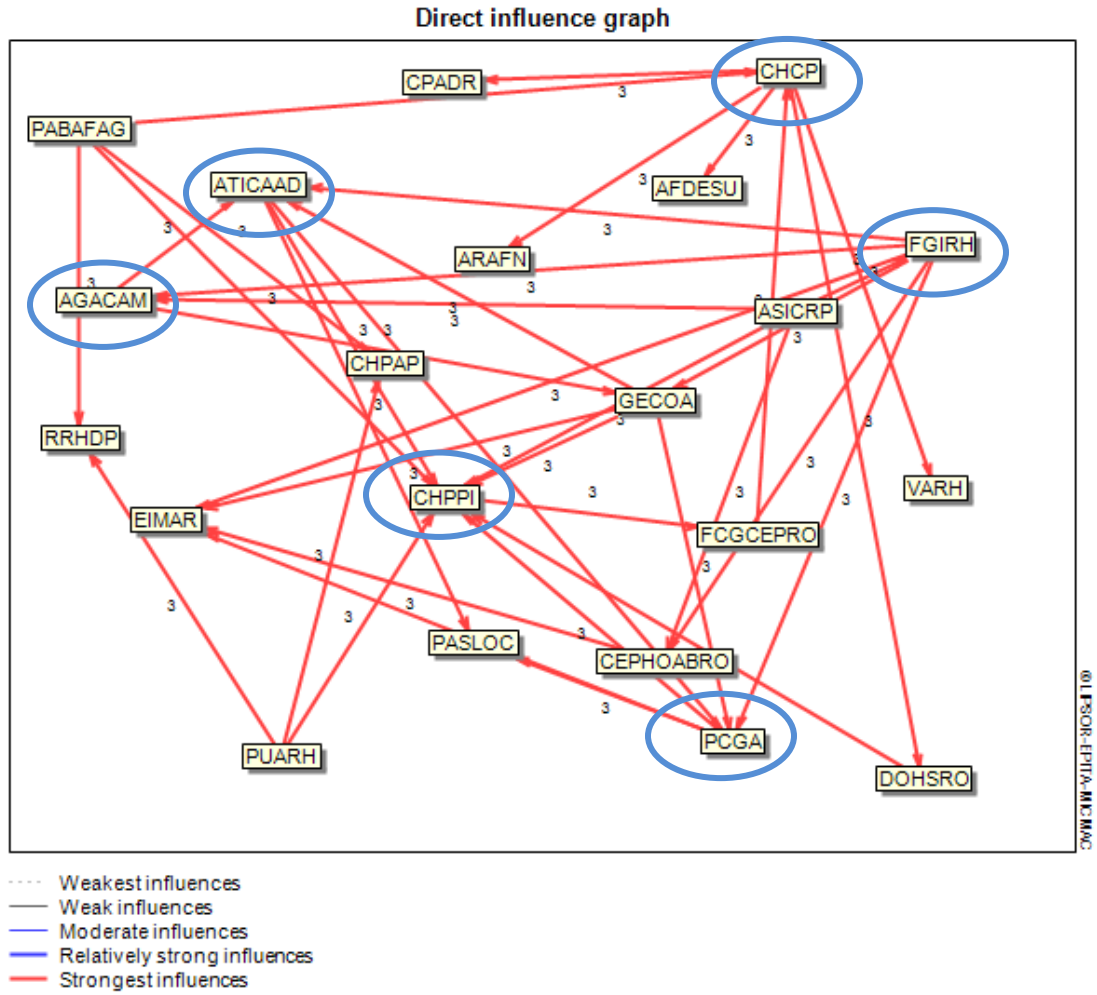
8. ANÁLISIS ZONA DE FALSOS PROBLEMAS. Las variables que se encuentran en el cuadrante IV (falsos problemas), son las variables que presentan menor grado de motricidad y menor grado de dependencia dentro del sistema, lo que quiere decir que no ofrecen casi ninguna importancia para la evolución del mismo y no puede generar ningún tipo de cambio, pues no presenta ningún tipo de dependencia que permita cambios de relevancia. Dentro del cuadrante IV están ubicadas las siguientes variables:

BIOFÍSICAS

- Variable 4. (EIMAR) Explotación ilegal maderera en áreas de recarga.
- Variable 8. (CHPPI) Contaminación hídrica por procesos industriales.
- Variable 12. (AFDESU) Amenazas al recurso hídrico por fenómenos de degradación de los suelos.
- Variable 14. (EPEVC) Efectos producidos o causados por la variabilidad climática.

Gráfico directo (Direct graph). En el siguiente gráfico se analizan las variables con las relaciones más fuertes con las demás variables (strongest influences), las cuales se encuentra con líneas de color rojo.

Figura 13 Gráfico directo calificado por la comunidad



La variable que tiene mayor relación con los demás es:

- Variable 8. (CHPPI) Contaminación hídrica por procesos industriales.
- Variable 18. (FGIRH) Fortalecer la gobernabilidad y empoderamiento para una gestión integral del recurso hídrico.

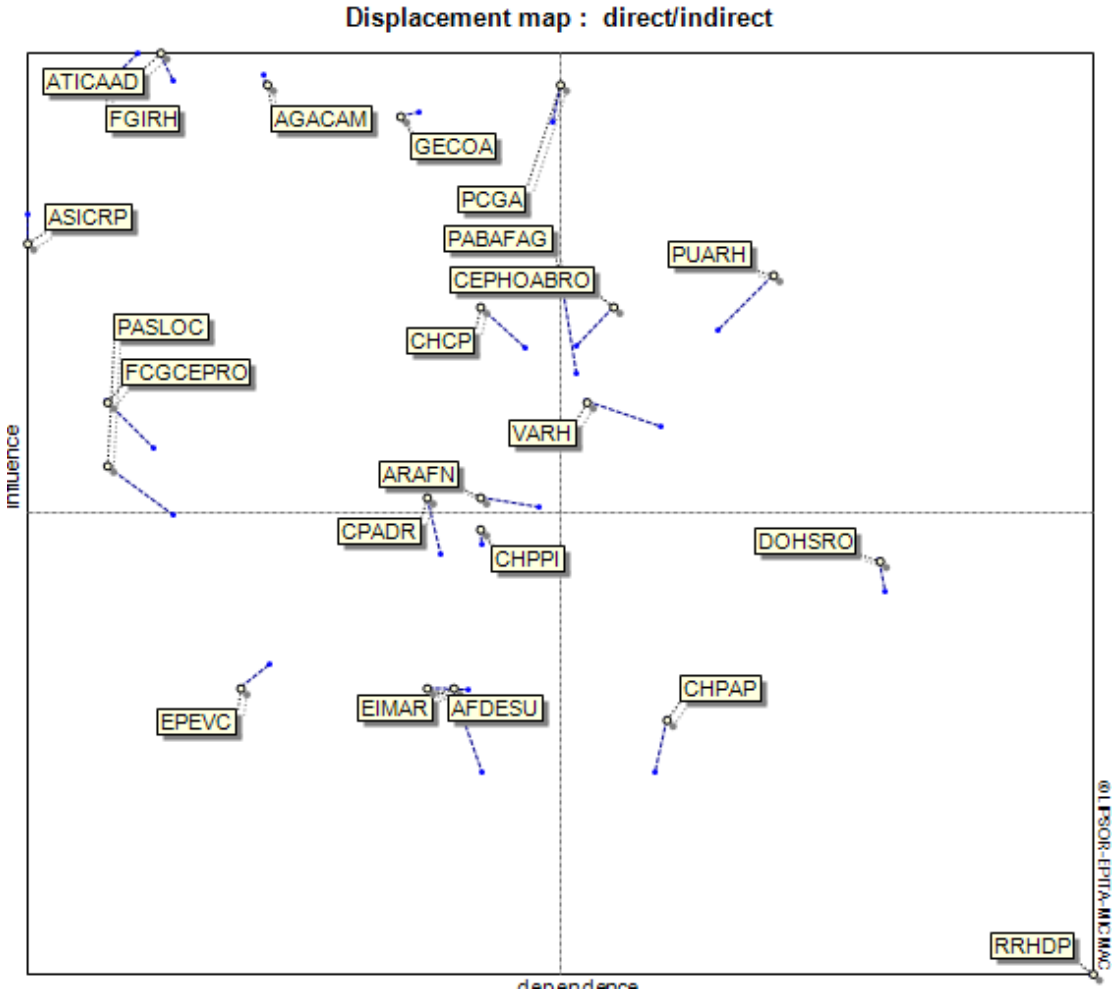
Otras variables que presentan un alto número de relaciones

- Variable 9. (CHCP) Contaminación hídrica por centros poblados.
- Variable 22. (PCGA) Participación ciudadana y gestión ambiental.
- Variable 19. (AGACAM) Articulación de la gestión ambiental entre la Autoridad Ambiental.
- Variable 20. (ATICAAD) Asistencia técnica de instituciones de carácter agrícola en el área de drenaje.

3.1.7.6.2 Análisis a partir de la matriz de influencias indirectas. Luego del análisis hecho, utilizando una Matriz de Influencias Directas, se realiza un siguiente análisis con base en la clasificación indirecta de las variables, para lo que se utiliza una Matriz de Impactos Cruzados que arroja unos resultados ajustados de los resultados de la anterior matriz y que por tanto supone cambios con relación a la anterior clasificación descrita y analizada.

La observación del plano de influencias y dependencias indirectas permite advertir sobre la ratificación de la importancia y dependencia de algunas variables del sistema, así como también da la posibilidad de revisar ciertas variables que no aparecían en una situación relevante para la evolución del escenario propuesto.

Figura 14. Plano de desplazamiento Directo/Indirecto



En este orden de ideas observamos que las variables que aparecían en el cuadrante I (zona de poder), en su mayoría se mantienen dentro del mismo cuadrante, presentando algunos cambios de ubicación

que se analizaran en el siguiente apartado (plano de desplazamientos). Las variables que se desplazaron de cuadrante I (zona de poder), fueron:

- Variable 10. (CPADR**)** Contaminación por aportes domésticos rural. Se desplaza del cuadrante I al IV.
- Variable 16. (PASLOC) Promover la articulación entre subdirecciones para el logro de objetivos comunes. Se desplaza del cuadrante I al Cuadrante IV.

Por lo demás los desplazamientos de las variables son de posición dentro del mismo cuadrante. Las siguientes son las variables definitivas del cuadrante I (zona de poder).

BIOFISICAS

- Variable 3. (PABAFAG) Perdida de área boscosa por ampliación de la frontera agrícola y ganadera.
- Variable 9. (CHCP) Contaminación hídrica por centros poblados.
- Variable 11. (ARAFN) Áreas en riesgo asociadas a fenómenos naturales.

FUNCIONALES

- Variable 15. (FCGCEPRO) Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB para la ejecución del PORH.

TRANSVERSAL

- Variable 18. (FGIRH) Fortalecer la gobernabilidad y empoderamiento para una gestión integral del recurso hídrico.
- Variable 19. (AGACAM) Articulación de la gestión ambiental entre la Autoridad Ambiental.
- Variable 20. (ATICAAD) Asistencia técnica de instituciones de carácter agrícola en el área de drenaje.
- Variable 21. (GECOA) Gestión comunitaria del agua.
- Variable 22. (PCGA) Participación ciudadana y gestión ambiental.

En el caso del cuadrante II (zona de conflicto), se pueden ratificar la presencia de las variables relacionadas

BIOFISICAS

- Variable 1. (CEPHOABRO) Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos.
- Variable 3. (PABAFAG) Perdida de área boscosa por ampliación de la frontera agrícola y ganadera.
- Variable 5. (PUARH) Promoción del uso adecuado del recurso hídrico.
- Variable 13. (VARH) Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico.

Por lo demás los desplazamientos de las variables son de posición dentro del mismo cuadrante. Las siguientes son las variables definitivas del cuadrante II (zona de conflicto)

En el cuadrante III (zona de resultados), se pueden ratificar la presencia de las variables relacionadas

BIOFÍSICO

- Variable 2. (DOHSRO) Disponibilidad de la oferta de hídrica superficial en la subcuenca de río de Oro.
- Variable 6. (RRHDP) Requerimientos de recurso hídrico por densidad poblacional.
- Variable 7. (CHPAP) Contaminación hídrica por procesos agroindustriales y pecuario.

En el cuadrante IV (falsos problemas), se pueden ratificar la presencia de las variables relacionadas, y se referencia la llegada de dos variables del cuadrante I:

- Variable 10. (CPADR**)** Contaminación por aportes domésticos rural. Se desplaza del cuadrante I al IV.
- Variable 16. (PASLOC) Promover la articulación entre subdirecciones para el logro de objetivos comunes. Se desplaza del cuadrante I al Cuadrante IV.

Una vez descritos y analizados los planos directo e indirecto de la influencia y dependencia de las diferentes variables afines al sistema estudiado, se realiza un análisis comparativo por medio del plano de desplazamientos: directo-indirecto, que permite complementar el anterior análisis y lo enriquece haciendo notar los cambios de las relaciones entre las variables, lo que dará como resultado una jerarquización de las mismas muy aproximada a los criterios de los participantes dentro del proceso de calificación de las variables dentro de la matriz.

El análisis en esta parte se centra principalmente en las variables ubicadas en el cuadrante II o zona de conflicto que son las variables que representan un mayor nivel de importancia para el crecimiento del sistema; esto no quiere decir que las demás variables ubicadas en los demás cuadrantes no merezcan ser tenidas en cuenta para el análisis integral del sistema.

En coherencia con lo anteriormente expuesto podemos determinar en primera instancia que existen variables que ratifican su ubicación en el cuadrante o zona de conflictos y que además no muestran cambios significativos en cuanto a sus niveles de influencia y dependencia con relación al sistema analizado; dentro de estas variables se encuentran:

- Variable 1. (CEPHOABRO) Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos.
- Variable 3. (PABAFAG) Perdida de área boscosa por ampliación de la frontera agrícola y ganadera.
- Variable 5. (PUARH) Promoción del uso adecuado del recurso hídrico.
- Variable 13. (VARH) Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico.

Estas variables presentan un movimiento leve en el plano de desplazamiento.

De acuerdo al análisis anteriormente expuesto que se configura como el resultado de la jerarquización de las variables del sistema PORH RÍO DE ORO permitirá en un subsiguiente análisis determinar sus posibilidades de concreción y fijación de posteriores planes que permitan su ejecución y desarrollo,

podemos determinar que las variables clave y que merecen mayor atención por parte del sistema son las relacionadas con:

- (CEPHOABRO) Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos.
- (PABAFAG) Perdida de área boscosa por ampliación de la frontera agrícola y ganadera.
- (PUARH) Promoción del uso adecuado del recurso hídrico.
- (VARH) Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico.

3.1.7.6.3Variables subsidiarias. Para el posterior análisis de escenarios es muy importante analizar las variables que se encuentran cerca de la entrada a la zona de conflicto como lo son:

- Variable 4. (EIMAR) Explotación ilegal maderera en áreas de recarga.
- Variable 7. (CHPAP) Contaminación hídrica por procesos agroindustriales y pecuarios.
- Variable 9. (CHCP) Contaminación hídrica por centros poblados.
- Variable 11. (ARAFN) Áreas en riesgo asociadas a fenómenos naturales.
- Variable 14. (EPEVC) Efectos producidos o causados por la variabilidad climática.
- Variable 22. (PCGA) Participación ciudadana y gestión ambiental.
- Variable 18. (FGIRH) Fortalecer la gobernabilidad y empoderamiento para una gestión integral del recurso hídrico.

Fotografía 3 Registro fotográfico taller con la comunidad



3.1.8 (h) Componente Social. El análisis del componente social río de Oro, se generó con la información encontrada en los diferentes estudios, planes de ordenamiento y manejo de cuencas, planes de ordenamiento de recurso hídrico, informes de quejas y reclamos en el sistema de la CDMB y alcaldías municipales con base en las problemáticas identificadas por las partes interesadas (usuarios, propietarios, comunidad en general de la subcuenca) relacionadas con el recurso hídrico. Resulta entonces, este primer documento de la etapa de diagnóstico del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico río de Oro, PORH río de Oro, un informe consolidado de documentos anteriores, el cual se constituye en insumo de gran valor para las consideraciones a tener en cuenta desde el componente social, en las siguientes etapas o fases para la formulación del PORH RÍO DE ORO.

3.1.8.1 Población. En el área geográfica que comprende la Subcuenca del Río de Oro se encuentran los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta y Girón, los cuales resultan ser las áreas más pobladas del Departamento de Santander, teniendo en cuenta que en ella se asienta el 48.6% de la población de todo el Departamento. Así mismo estos municipios se constituyen en las zonas de expansión urbanística del Área Metropolitana, debido a la saturación espacial de la meseta de Bucaramanga, la búsqueda de mejores condiciones de habitabilidad y los continuos procesos de desplazamiento de las provincias de Santander y los departamentos vecinos, lo cual genera problemas de creación de fuentes de empleo, necesidad de vivienda, servicios públicos, la conformación de barrios subnormales y por ende una mayor presión sobre la oferta natural y ambiental en la Subcuenca.

Dada la importancia de Bucaramanga, su expansión ha alcanzado los perímetros urbanos de Floridablanca, Piedecuesta y Girón configurando una amplia zona conurbada, caracterizada en lo urbanístico, por un área metropolitana que presenta un patrón de desarrollo urbano concentrado (expansivo, compacto y continuo), que se explica por un alto crecimiento demográfico causado por el incremento de la tasa de natalidad, el alto grado de inmigración de la zona rural santandereana y de otros municipios del país .

Cuadro 26. Distribución población en la Subcuenca Río de Oro.

MUNICIPIO	POBLACIÓN SUBCUENCA	CABECERA	RURAL
Bucaramanga	535.947	534.294	1.653
Floridablanca	238.602	231.889	6.713
Girón	104.720	96.278	8.442
Piedecuesta	88.798	77.885	10.913
Tona	70	0	70
TOTAL ÁREA	968.137	940.346	27.791

Fuente. CDMB

- **Distribución poblacional por edad y sexo.** Este análisis se realizó para el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca, POMCA, río de Oro, en el 2007 por parte de la CDMB, con base en las cifras registradas por el DANE de acuerdo a las proyecciones estimadas para el año 2001 en los cuatro municipios del área de la Subcuenca del Río de Oro, tomando la distribución de la

población por sexo tanto a nivel de la cabecera como en el resto del municipio, encontrando el vacío de que no se establece por sectores veredales.

Cuadro 27. Distribución poblacional por edad y sexo

2001	TOTAL	HOMBRE	MUJERES	TOTAL CABECERA	HOMBRE CABECERA	MUJER CABECERA	TOTAL RESTO	H. RESTO	M. RESTO	CODIGO DANE
DEPTO.	1.989.666	979.667	1.009.999	1.393.188	658.760	734.428	596.478	320.907	275.571	68
B/MANGA	535.947	263.000	272.947	534.294	262.229	272.065	1.653	771	882	68001
FLORIDA	238.602	117.388	121.214	231.889	114.085	117.804	6.713	3.303	3.410	68276
GIRON	104.720	51.378	53.342	96.278	47.430	48.848	8.442	3.948	4.494	68307
P/CUESTA	88798	43.497	45.301	77.885	38.382	39.503	10.913	5.115	5.798	68547
TONA	70	36	34				70	36	34	
SUBCUENCA	968.137	475.299	492.838	940.346	462.126	478.220	27.791	13.173	14.618	

Fuente. Anuario Estadístico Santander 2001 Secretaria de Planeación Departamental para el POMCA Río de Oro CDMB.2007

- **Densidad de la población rural Subcuenca Oro.** La Subcuenca presenta diversos sectores desde aquellos densamente poblados que se encuentran con relativa cercanía a la zona metropolitana de Bucaramanga y aquellos sectores donde la población es mínima por presentar ausencia de servicios y tener condiciones adversas de suelos muy escarpados y condiciones climáticas agrestes. Las microcuencas Río Frío, Oro Medio y Oro Bajo son las más pobladas, las de menor densidad de población corresponden a Río Lato y Oro Alto.

Cuadro 28. Distribución de la población rural por microcuencas

MICROCUENCA	SECTOR MUNICIPIO	Población Infantil	Población Escolar	Población Económica Activa	Población Económica inactiva	Población Total	Área (Km²)	Densidad Hab/km²
RIO FRIO	Bucaramanga	10	25	118	15	168	0,58	290
	Floridablanca	535	1138	4591	437	6701	85,01	79
	Piedecuesta	10	42	149	17	218	3,72	59
	Girón	43	85	284	10	422	7,32	58
	Tona	6	9	30	3	48	2,97	16
	Subtotal Frío	**604**	**1299**	**5172**	**482**	**7557**	**99,6**	**76**
RIO LATO	Floridablanca	2	2	8	0	12	0,64	19
	Piedecuesta	87	110	825	67	1089	50,48	22
	Subtotal Lato	**89**	**112**	**833**	**67**	**1101**	**51,12**	**22**
ORO ALTO	Piedecuesta	194	780	6049	131	7154	139,65	51
	Tona	1	2	18	1	22	3,44	6
	Subtotal	**195**	**782**	**6067**	**132**	**7176**	**143,09**	**50**
ORO MEDIO	Girón	626	975	6020	1204	8825	143,56	61
	Piedecuesta	42	191	367	42	642	23,5	27
	Subtotal	**668**	**1166**	**6387**	**1246**	**9467**	**167,06**	**57**
ORO BAJO	Bucaramanga	148	152	796	236	1473	5,33	276
	Girón	44	86	241	70	445	28,26	16
	Subtotal	**192**	**238**	**1037**	**306**	**1918**	**33,59**	**57**
Total Subcuenca		**1748**	**3597**	**19496**	**2233**	**27219**	**494,46**	**55**

Fuente. Talleres diagnóstico – UMATA (POA Subcuenca Río Oro) 2005

- **Crecimiento de la población.** En general el crecimiento de la población rural es negativo en estos sectores, dado la cercanía a los centros hospitalarios los nacimientos se registran en las zonas urbanas y no se registran en el área rural. "La población en Floridablanca se incrementa anualmente en aproximadamente 5.000 personas, aspecto que deja en evidencia la necesidad de incrementar la cobertura de servicios públicos domiciliarios y servicios sociales básicos, lo cual al existir deficiencias en la cobertura, estaría elevando notoriamente el índice de necesidades básicas insatisfechas"[16].

De acuerdo con las estadísticas DANE las tasas de crecimiento de la población rural por sector periodo 1993 a 1997 son:

Sector Rural	**Crecimiento**
Bucaramanga	-6.6%
Floridablanca	6.0
Girón	-4.2%
Piedecuesta	-3.6%

Se infiere que la población rural de Girón en las microcuencas Oro Medio y Oro Bajo tiene un crecimiento negativo, de igual manera el crecimiento es negativo en la población rural de Piedecuesta en las Microcuencas Oro Alto, Oro Medio y Lato. Solamente el crecimiento de la población rural es positivo en el municipio de Floridablanca, en la microcuenca Río Frío.

- **Migración.** En general el sector rural es expulsor de población que se incorpora a los procesos productivos urbanos, exceptuando aquellos sectores suburbanos y rurales como Acapulco, Ruitoque, Llano grande, Palogordo, Aguablanca y Santa Bárbara que han generado un proceso de inmigración de habitantes citadinos del Área Metropolitana de Bucaramanga que adquieren predios parcelados para viviendas campestres y una agricultura con algún grado de tecnificación intensiva.

En algunos sectores de Girón y Piedecuesta se está fomentando la parcelación de predios sin planificar los posibles efectos e impactos ambientales que generan asentamientos del flujo de población que ejerce presión directa sobre los recursos naturales, vertimientos de aguas residuales sin tratamiento sobre las diferentes redes hídricas, y disposición final inadecuada de residuos líquidos y sólidos sobre las diferentes fuentes de agua.

- **Dinámica de poblamiento.** Los flujos migratorios de población rural se aprecian al comparar las cifras del DANE que permiten inferir que la población que permanecía hace diez años en los sectores rurales de Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta y Girón, han migrado y se han establecido en los nuevos asentamientos urbanos siendo de mayor crecimiento las áreas urbanas de Girón, Floridablanca y Piedecuesta, a causa del éxodo de población que se ha ubicado cerca de la zona industrial del área metropolitana de Bucaramanga.

Según proyecciones del DANE, Floridablanca experimenta la mayor tasa de crecimiento poblacional urbano (3.05%) del Área Metropolitana, estaría recibiendo en la actualidad un promedio de 7.294 habitantes nuevos por año; Girón estaría creciendo a una tasa del 2.25% y estaría recibiendo anualmente un promedio de 1.984 pobladores nuevos. Piedecuesta tiene una tasa de crecimiento de

[16] *Plan de Ordenamiento Territorial de Floridablanca 2000 – 2009. Documento Resumen. Centro de Estudios Regionales – UIS.*

1.25%, y estaría recibiendo cada año 865 nuevos habitantes, en Bucaramanga la tasa es de 0.90% y recibe en la actualidad cerca de 4.479 nuevos habitantes al año.

- **Población económicamente activa (PEA).** El 75% de la población rural de la Subcuenca Oro se encuentra desarrollando actividades productivas. Se observa que el 68% de la población es PEA, en la microcuenca Río Frío, coincide donde hay mayor población en edad escolar e infantes y en la Microcuenca Oro Alto la PEA es del 77% y oro Medio 78.3%, la cual presenta la PEA donde hay mayor población ocupada realizando actividades productivas, siendo estas microcuencas las que aportan la mayor población joven que se incorpora a la fuerza de trabajo en edades más tempranas y en edades más adultas superando el promedio de la Subcuenca.

3.1.8.2 Servicios Sociales y Equipamiento

- **Educación.** De la información confrontada con los talleres sociales realizados para el POMCA Rio de Oro, año 2007, en las diferentes veredas, se pudo generalizar que la población en edad escolar Primaria, es del 100%, mientras que la población en edad de recibir estudios secundarios, la mayoría no puede asistir a establecimientos de educación media, ya sea porque no existen en las veredas los establecimientos que suministren esta educación básica secundaria, y/o porque esta población se vincula a las actividades productivas, de ahí, a que esta población contribuye con el aumento del porcentaje promedio alto, siendo el 75% de población económicamente activa. La información en detalle se describe para cada microcuenca en los documentos de Microcuencas.

Cuadro 29. Relación de estudiantes y matriculas por nivel educativo. Año 2001.

Microcuenca	Nº veredas	Nº establecimientos	Transición		Primaria		Educación Media			Total
			Pob. Total	Matrícu	Pob Total	Matrícu	Básica	Media	SAT	
RIO FRIO	12	18	270	270	1.161	1.161	154	46		1.631
ORO MEDIO	14	15	234	234	1145	1145	391	64		1834
LATO	6	3	18	18	337	337			16	371
ORO ALTO	12	27	72	72	1.110	1.110	82		46	1.310
ORO BAJO	5	6	47	47	261	261	191		42	541
TOTAL SUB	**49**	**69**	**641**	**641**	**4014**	**4014**	**818**	**110**	**104**	**5687**

Fuente. Talleres veredales, POA Subcuenca Río de Oro

- **Salud.** La atención en aspectos de salud de la población rural asentada en la subcuenca se realiza en los diferentes centros hospitalarios establecidos en las diferentes cabeceras Municipales (Floridablanca, Piedecuesta y Girón) y estos hospitales remiten los casos de cesáreas o cirugías especializadas a los centros hospitalarios y Clínicas de Bucaramanga y Floridablanca.

Generalmente la población rural de Río Frío es atendida en el Hospital de Floridablanca, la población Rural de las Microcuencas Lato y Oro Alto en el Hospital de Piedecuesta y la población de Oro Medio en el hospital de Girón de acuerdo con la carnetización de población beneficiada por SISBEN.

De acuerdo con la información suministrada en los talleres veredales no existen planes coherentes e integrados para atender las poblaciones rurales asentadas en estas microcuencas y los puestos de

salud solo cubren atenciones primarias en salud en aspectos de mínimo riesgo (inyectología y primeros auxilios), no existe personal profesional en las veredas, solo son atendidos por enfermeras que viven en el sector rural. Mayor Información y al detalle de los diferentes aspectos de salud se describen en la caracterización por microcuenca.

- **Vivienda.** Las características físicas y estructurales de las viviendas ubicadas en la subcuenca se pueden tipificar en su gran mayoría por construcciones antiguas (paredes de tapia pisada, bareque, teja de barro y pisos en cemento) que se encuentran en regular estado. Las viviendas en términos generales se encuentran de forma dispersa de acuerdo a la estructura predial de las fincas y parcelas, excepto aquellas viviendas establecidas en los recientes núcleos poblacionales menores donde sus materiales de paredes están en ladrillo o adobe de cemento, teja de asbesto cemento y pisos en cemento y en menor proporción tableta de gres. La distribución interna de las viviendas son generalmente tres (3) habitaciones, cocina independiente y algunas viviendas poseen cuartos adicionales para bodega y almacenamiento de productos e insumos agropecuarios.

El mejor servicio asociado a la vivienda es la electrificación con un cubrimiento del 95% de servicio de energía eléctrica, el agua para consumo humano se capta directamente de los nacimientos sin hacérsele ningún tipo de tratamiento; la mayoría de viviendas vierten sus aguas servidas y excretas sobre sépticos artesanales que contaminan las aguas superficiales y freáticas.

El servicio telefónico se suministra en las veredas cerca de los establecimientos educativos y en la Microcuenca Río Frío y Oro Medio existe mayor cubrimiento de teléfono satelital a nivel de predio. Las señales de televisión y radio son buenas en las microcuencas Oro Bajo, Oro Medio y Río Frío, se dificulta por la topografía en los sectores de la parte alta de las microcuencas Río Frío, Oro Alto y Río Lato.

- **Cultura, recreación y deportes.** Ha disminuido el folclor que represente las comunidades del sector rural, excepto algunas participaciones de delegaciones veredales en la celebración de festividades de orden religioso como Día del Campesino, San Isidro o Ferias Municipales. Es de mencionar la participación en las fiesta patronales de las capillas de San Roque y del Corregidor en las festividades de Semana Santa y del Señor de los Milagros por parte de las veredas Peñas y Llanogrande de la Microcuenca Oro Medio, y la celebración de festividades de la Virgen María (como la del 8 de Diciembre) en la Vereda Sevilla, de la Microcuenca Oro Alto.

En general en las diferentes veredas se celebran algunos actos culturales académicos y encuentros deportivos durante el año aprovechando las instalaciones de los establecimientos educativos para celebrar competencias veredales de campeonatos de fútbol y bolo criollo.

- **Presencia Institucional y Organizaciones Comunitarias.** Se destaca la presencia de las instituciones locales como la UMATA del respectivo Municipio, la autoridad ambiental CDMB, la Federación Nacional de Cafeteros con prioridad en las microcuencas río Frío y Lato, ICP en las microcuencas Oro Alto y Lato, y las diferentes Juntas de Acción Comunal veredal.

Según el POMCA de 2007, la CDMB inició unos procesos organizativos de cooperativas veredales de transformación agroindustrial y suministro de mercancías de consumo y acopio veredal de producción agrícola que quedaron huérfanas en asistencia técnica frente a la competencia organizada, el excesivo número de intermediarios y exigencias del conocimiento del mercado y organización empresarial.

- **Equipamientos.** Se destaca una buena infraestructura vial y servicio de transporte en las microcuencas Oro bajo, Oro Medio y el sector bajo de la Microcuenca Río Frío y comunicación entre Floridablanca y las veredas Helechales y Casiano, las cuales cuentan con ramales carreteables en buen estado. El área rural restante tiene dificultades por el servicio de transporte y el estado de sus ramales carreteables.

La infraestructura de riego solo se evidencia en la vereda Llanogrande de la Microcuenca Oro Medio.

Se cuenta con servicios de acopio y comercialización de café en la microcuenca Río Frío.

Se observó tecnificación agrícola en algunas veredas como: Guamo, Pajonal, Monterredondo y Ruitoque, del sector bajo de la microcuenca Oro Alto.

3.1.8.3 Análisis del sistema económico. La caracterización económica contempla aquellas actividades productivas rurales relevantes que configuran la base de desarrollo de la economía subregional, la generación de producción obtenida del sector agrario, con unos sistemas de producción tradicionales que ejercen cada día mayor presión hasta ocasionar procesos de agotamiento de los recursos naturales renovables, reflejándose en la baja capacidad de los suelos para renovar nutrientes ante las técnicas extractivas actuales de producción agropecuaria, como: a) las prácticas de laboreo continuo e intensivo de la tierra, b) utilización intensiva de agroquímicos; c) Cultivos en ladera y d) Bajo nivel tecnológico.

3.1.8.4 Sistemas de producción. A continuación se agrupan por Microcuencas las principales actividades de producción económica, discriminando la participación de la población por cada una de ellas. En general se puede mencionar que los principales problemas ambientales asociados a cada una de las prácticas y/o sistemas de producción se manifiestan en la nula cobertura de bosques naturales, propiciada por la práctica cultural de talar las áreas boscosas para ser incorporadas a pasturas o cultivos transitorios. Aunque por otra parte, las áreas de cultivos mixtos favorecen la incorporación de coberturas protectoras al propiciar la regeneración de formación boscosa en las áreas de barbecho o cultivos con cobertura protectora que protege la erosión de tipo hídrica.

Cuadro 30. Sistemas de producción

CULTIVO AGRÍCOLA (Has)								SUBCUENCA ORO	
MICROCUENCA	Nº Veredas	Cultivos permanentes y semipermanentes						Cultivos anuales transitorios	TOTAL Has
		Caña panela	Café	Plátano	Cítricos	Mora	Otros frutales		
RIO FRIO	8	5	469	159	18	87	62	125	925
LATO	4	45	75	54	54	24	93	233	578
ORO ALTO	12	412	135	42	60	453	152	543	1.797
ORO MEDIO	14	30		105	360		1.400	2.378	4.273
ORO BAJO	6	15	237	59	85		123	73	592
TOTALES	**44**	**507**	**916**	**419**	**577**	**564**	**1830**	**3352**	**8165**

Fuente. POA Subcuenca Río de Oro.

- **Actividad agropecuaria-** El inventario y análisis interpretativo por Microcuenca considera las condiciones agroecológicas y el uso actual de la tierra como soporte y utilización efectiva a que han sido sometidos los recursos naturales por las principales actividades agropecuarias.

- **Actividad agrícola.** Los cultivos predominantes asociados a las condiciones de los sistemas productivos se presentan por microcuenca.

- **Producción, rasgos de tamaño e intensidad del sistema de producción.** La principal actividad en extensión de áreas cultivadas la constituye, los cultivos anuales o transitorios de hortalizas, maíz, yuca, en segundo lugar los frutales de maracuyá, piña, patilla de tierra cálida y tomate de árbol, lulo de clima templado frío. En tercer lugar se ubica el café.

- **Prácticas y procesos tecnológicos endógenos.** Los sistemas de producción son generalmente tradicionales exceptuando alguna producción tecnificada de café en las veredas Vericute, Helechales y Santa Bárbara, en donde la Federación Nacional de Cafeteros ha establecido programas de asistencia técnica.

- **Procesos tecnológicos asociados y servicios a la producción.** Exceptuando la organización cafetera existen algunos intentos de organización de comercialización de frutas del sector de Piedecuesta (Planadas, Miraflores) que agrupa a algunas veredas productoras de mora que comercializan directamente con la Costa Norte, Cúcuta y Medellín.

- **Actividad Pecuaria.** La generación de ingresos se presenta discriminada por microcuenca como se expresa en el siguiente cuadro.

Cuadro 31. Ingresos por actividad pecuaria

PRODUCCION PECUARIA SUBCUENCA ORO										
MICROCUENCA	Nº Veredas Agrupadas IGAC	GANADERIA					AVICULTURA		CUNICULTURA	PISCICULTURA
		Ganado Bovino (Cabezas)	Ganado Bovino (Lts leche)	Ganado Porcino (Cabeza)	Ganado Caprino (Cabeza)	Ganado Ovino (Cabeza)	Aves Engorde	Aves (Huevos)	Nº cabezas	M2 estanque
RIO FRIO	8	3691	2920	1625	30	40	40000	17000	100	5420
LATO	4	1.877	2.280	620	30	30	3.000			
ORO ALTO	12	2.609	3.390	550	67	146	264.000	13.000		9.320
ORO MEDIO	17	7.400	5.250	14.690	4.000		2.200.000	900.000	200	52.000
ORO BAJO	6	451	958	60			15.000	5.000		200
TOTAL	47	16028	14798	17545	4127	216	2522000	935000	300	66940

Fuente. Autores talleres diagnósticos-UMATAS. POAT Subcuenca Río de Oro.2004[17]

[17] Nota: En la columna correspondiente al número de veredas solo se relacionan aquellas en las que aparecen los cultivos permanentes citados.

Cuadro 32. Ingresos por unidad familiar expresados en salarios mínimos legales

INGRESOS POR ACTIVIDAD SUBCUENCA ORO						
MICROCUENCA	**INGRESOS**			**Nº unidades familiares**	**Ingresos anuales por familia en sml**	**Nº S.M.L.V /mes**
	Agrícola	Pecuaria	Total			
RIO FRIO	4.446.889.048	6.196.228.580	10.643.117.628	1.276	29,16	2,43
LATO	2.750.242.400	1.506.282.000	4.256.524.400	389	38,26	3,19
ORO ALTO	8.535.962.375	14.547.446.615	23.083.408.990	1.654	48,8	4,07
ORO MEDIO	35.831.529.000	28.434.170.000	64.265.699.000	3.074	73,1	6,09
ORO BAJO	2.791.690.000	498.936.000	3.290.626.000	477	24,12	2,01
TOTALES	54.356.312.823	51.183.063.195	105.539.376.018	6.870	53.71	4.48

Fuente. CDMB

Se deduce que la población rural que obtiene en promedio, mayores ingresos son aquellas familias ubicadas en la Microcuenca Oro Medio y corresponden a un promedio mensual de seis (6) salarios mínimos legales vigentes o sea $1.742.000 (Ingresos en pesos de 1.991) y un promedio para la Subcuenca de 4.5 smlv es decir $1.287.000.

Las familias que obtienen menores ingresos promedios se ubican sobre la microcuenca Oro Bajo con promedios mensuales de 2.01 salarios mínimos legales vigentes o $574.860.

3.1.8.5 Quejas ante la CDMB. Para la considerando de esta información, se tiene en cuenta las quejas ante la CDMB y de los talleres de diagnóstico y prospectiva de los ordenamientos territoriales, del DMI de Bucaramanga y el POMCA de la Subcuenca Río de Oro, además de los talleres desarrollados en los ordenamientos hídricos anteriores a este.

3.1.8.5.1 Problemáticas río Frío. Las problemáticas identificadas en el área de influencia de la microcuenca río Frío, fueron manifestadas por la comunidad interesada de esta microcuenca durante un taller de sensibilización por parte del proyecto pago por servicios ambientales. Aproximadamente veinte personas identificaron lo siguiente:

- Inexistencia de proyectos de reforestación con especies forestales nativas con fines comerciales y protección.
- Falta de sentido de pertenencia de algunos habitantes locales frente a su micro cuenca.
- Ausencia de cultura ecológica de los visitantes a los sitios turísticos de la zona rural.
- Falta de manejo racional de aguas lluvias en la vías existentes (Escorrentías).
- Deficiente aplicación de las medidas de comando y control ambiental por las entidades competentes.
- Ausencia de medidas de mitigación y adaptación frente a la variabilidad climática.
- Alto volumen de vertimientos contaminantes en la microcuenca.
- Resistencia de la comunidad frente a las acciones de la autoridad ambiental.
- Saneamiento básico insuficiente.
- Débil presencia institucional.
- Inadecuado manejo de residuos sólidos.

3.1.8.5.2 Problemática río Lato. En el año 2012 por parte de la CDMB se llevaron a cabo dos talleres de socialización del PORH en dos veredas de las once veredas que conforman el área de influencia del río Lato. Las veredas beneficiadas fueron: Guatiguará y Falquitrera, pertenecientes ambas al municipio de Piedecuesta, y en Falquitrera.

La población perteneciente a la microcuenca de río Lato identificó las siguientes problemáticas como las más significativas en cuanto al recurso hídrico en el año de 2012.

- Falta de cobertura del sistema de alcantarillado.
- falta de infraestructura en manos de las autoridades.
- Tala de árboles Indiscriminadamente.
- Contaminación de las fuentes de agua.
- Uso inadecuado del suelo.
- Desperdicio de agua.
- No se asigna el valor real al recurso, se percibe como gratis.

3.1.8.5.3 Problemática oro Alto. Con la colaboración de los presidentes de las Juntas de Acción Comunal se recopiló información para hacer una caracterización general de las veredas que conforman la microcuenca Río de Oro Alto, Santa Rita, Cristales, Sevilla, El Canelo, El Polo, La Loma, Los Llanitos, Las amarillas, Granadillo, El Volador, Barro Blanco, Guamo Grande, Guatiguará la Vega, El Bore Palmito, Los Colorados, para la sensibilización del ordenamiento del recurso hídrico de la microcuenca Río de Oro Alto, proyecto realizado bajo la asesoría y acompañamiento de la CDMB.

La fuente hídrica de suministro de agua es contaminada por agroquímicos y residuos derivados de actividades domésticas, agrícolas y ganaderas a lo largo de la microcuenca, así como también por la contaminación de desechos sólidos o basura que arrojan directamente o por los alrededores, ante la falta del sistema de recolección de basuras, pues solo dos de las 15 veredas cuentan con este servicio.

En las veredas que conforman el casco suburbano del sector alto de la microcuenca Río de Oro los desechos son incinerados, enterrados, botados a campo abierto y en el peor de los casos arrojados a las aguas del río, lo cual se constituye en otra amenaza contaminante. Los desechos orgánicos son utilizados para la alimentación del ganado o cerdos.

En la mayoría de los casos, las aguas residuales tienen como destino final los pozos sépticos, los cuales comparativamente con estudios anteriores, han disminuido sustancialmente. En la actualidad, aproximadamente el 10 % de la población total de las veredas que conforman el casco suburbano del sector Alto de la microcuenca no poseen pozos sépticos y los existentes son construidos de manera artesanal, sin contemplar las exigencias técnicas y ambientales (trampas de grasas y campos de infiltración), que impidan que los desechos de sólidos y líquidos se drenen por infiltración a los cauces más cercanos del Río de Oro.

Un porcentaje alto de viviendas no disponen del servicio de disposición final de excretas y son vertidas libremente a las fuentes de aguas más cercanas a sus viviendas, lo cual constituye un aspecto altamente contaminante.

En un porcentaje alto la población de este sector se abastece de agua mediante el acueducto veredal, algunos directamente del río o quebrada y en proporción menor del acueducto del municipio de Piedecuesta. La calidad del agua es calificada de buena por los pobladores, sin embargo, ésta se encuentra severamente afectada por la deforestación de las cabeceras y los cauces de la microcuenca, así como por la contaminación con aguas servidas residenciales, aguas residuales de la actividad agropecuaria y la falta de conciencia ciudadana en cuanto al manejo de residuos sólidos y aprovechamiento adecuado de la fuente hídrica.

El agua que consumen los habitantes de este sector no tiene olor desagradable pero las pruebas técnicas registran elevados índices de contaminación bacteriana y residuos tóxicos provenientes de la utilización indiscriminada de abonos químicos y fungicidas, además no recibe ningún tipo de tratamiento antes de su distribución y consumo.

Los residuos que generan los agrotóxicos contaminan las fuentes de agua. En la microcuenca Oro Alto se presenta este grave problema debido a la plantación de cultivos como la mora de castilla. En algunos casos parte de los residuos agroquímicos que se están aplicando a estos cultivos terminan por caer al acueducto veredal del cual se toma el agua para la población.

Entre las veredas más contaminantes sobresalen: El Guamo con la industria avícola, Los Colorados, por la cría de cerdos como actividad ganadera a gran escala, es considerada una de las mayores contaminantes de las aguas del Rio de Oro Alto. El nivel técnico de producción animal es aún incipiente pues es una explotación extensiva. Los controles de sanidad animal y la administración de la producción son convencionales. Hay presencia de lavaderos de carros. La vereda de Guatiguará se destaca por la cría de porcinos y presencia de pesebreras.

La actividad agrícola se concentra la producción de mora y otros frutales de clima frío (lulo, tomate de árbol) y hortalizas en el sector alto de la microcuenca, siendo más notoria la producción de mora en las veredas Planadas, Miraflores, La loma y Sevilla.

El problema de esta producción es el uso inadecuado del recurso suelo, pues se aplican técnicas tradicionales y productos agroquímicos (pesticidas y fertilizantes) en forma exagerada, desde el momento de la siembra o establecimiento del cultivo hasta la etapa de cosecha. Se obtienen producciones óptimas pero con productos de baja calidad nutricional.

En algunas veredas de la parte alta de la microcuenca se observa otro sistema de producción caracterizado por cultivos para el autoconsumo y la venta informal y esporádica en diferentes épocas del año como: plátano, yuca, hortalizas y algunos frutales en menor escala.

De lo anterior se identifican las siguientes problemáticas más significativas por parte de la comunidad del área de influencia de la Microcuenca del río de Oro Alto con relación al recurso hídrico.

- Contaminación de las fuentes de agua.
- Falta de saneamiento básico para tratar las aguas (pozos sépticos).
- Deforestación de las cabeceras y área directa de los cauces de la microcuenca.
- Falta de conciencia ciudadana en cuanto al manejo de residuos sólidos y aprovechamiento adecuado de la fuente hídrica.

- Contaminación del agua del Acueducto Veredal a causa de los químicos con los que fumigan los cultivos como la mora de castilla.
- Uso inadecuado del suelo.

3.1.8.6 Problemática oro Medio. Dentro de los procesos de ordenamiento del recurso hídrico, en el año 2012, desde el componente social se hicieron talleres participativos en seis veredas de la microcuenca del Río de ORO MEDIO (26% del total de veredas) en los que se enfatizaron los conceptos sobre; qué es el agua, sus usos, así como la identificación de problemáticas que los habitantes de estas veredas tienen con el recurso hídrico.

En estos talleres, los asistentes de las diferentes veredas, identificaron las siguientes problemáticas como las más significativas:

- Falta de saneamiento básico (no se cuenta con sistemas de tratamiento de aguas)
- Tala de árboles indiscriminadamente
- Inadecuada distribución del recurso hídrico
- Contaminación de las fuentes de agua, produciendo olores ofensivos
- Altos índices de enfermedades relacionadas con el consumo del agua y el saneamiento básico
- Inadecuado uso del suelo
- Crecimiento demográfico
- Falta de agua potable
- Intervención de la capa vegetal
- Falta de consciencia frente al valor que tiene el agua

Cada una de las problemáticas relacionadas anteriormente respecto al recurso del agua, tienen el mismo valor o grado de importancia, sin embargo, se recalca con insistencia: *Falta de saneamiento básico (no se cuenta con sistemas de tratamiento de aguas).*

3.1.8.6.1 Problemática oro Bajo. En la actualidad no se han llevado a cabo talleres de socialización en la parte de baja del río de Oro, ninguno de los estudios anteriores realizados para los Planes de Ordenamiento Ambiental, POA, Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas, POMCAs, u otros estudios necesarios para la gestión ambiental han registrado ejercicios de participación comunitaria con el objetivo de que las partes interesadas del área de directa de la microcuenca Oro Bajo identifiquen las problemáticas allí presentes en relación con el recurso hídrico. Sin embargo, desde las labores emprendidas por la CDMB para administrar de manera adecuada el recurso hídrico de su jurisdicción, ha sido evidente, la gran contaminación existente en la microcuenca Oro bajo, al recibir las descargas de los sistemas de alcantarillado de los municipios de Piedecuesta, Girón, las aguas parcialmente tratadas del río Frío, aguas servidas de la quebrada la Iglesia y de las quebradas tributarias al río de Oro que drenan la meseta de Bucaramanga, recibiendo más carga contaminante proveniente de las aguas del sistema de alcantarillado de la ciudad de Bucaramanga, sector Soto Norte. Lo anterior, indica que esta zona resulta la más crítica en cuanto a calidad y cantidad del agua. Así mismo esta área presenta el mayor número de asentamientos precarios e industrias que aportan negativamente a la condición de este recurso vital.

3.1.9 (i) Análisis de tenencia de la tierra. El concepto de Tierra se define como "Una zona de la superficie del planeta cuyas características abarcan todos los atributos estables o predeciblemente cíclicos de la biosfera incluidos la atmósfera, el suelo, la geología, hidrología, población vegetal y animal y los resultados de la actividad humana pasada y presente, en la amplitud en que estos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos presentes y futuros de la tierra por el hombre"[18].

"La tenencia es el modo en el cual las personas consiguen acceder a la tierra, la pesca, los bosques y otros recursos naturales. Un acceso seguro y equitativo a los recursos naturales permite que las personas produzcan comida para su proprio consumo y aumenten sus ingresos. Por el contrario, unos derechos de tenencia inseguros a menudo conducen a la pobreza extrema y el hambre"[19].

A lo largo del tiempo la explotación de los recursos de la tierra para satisfacer las necesidades básicas de los habitantes del suelo rural y el abastecimiento de alimento y bienes ambientales del área urbana se ha venido tecnificando, aumentando la sobreexplotación de los suelos, disminuyendo la calidad y capacidad de producción, lo que conlleva a la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria dando como resultado el cambio de uso del suelo e impactos negativos a las áreas de protección. Sin embargo la degradación de las tierras está en función del manejo dado a través de las prácticas culturales proporcionadas a la tierra.

Por tanto, la calidad y salubridad de las tierras, por definición es la capacidad específica que tiene un suelo para funcionar en un ecosistema natural o antrópico (generado por el hombre), para sostener o mejorar la productividad de las plantas y animales, controlar la producción del agua y del aire, favorecer la salud y la habitación del hombre. Lo novedoso de este concepto es que calidad en el contexto de salubridad de los suelos no es sinónima de producir, es decir, el suelo de mejor calidad es el que produce cultivos de alta calidad, sino se considera al suelo como parte del sistema ecológico, en el cual interactúa y afecta a otras partes, incluyendo el sistema hídrico. Calidad entonces es la capacidad de producir sin degradado o sin perjudicar al ambiente.

Para el caso particular de la reglamentación de la subcuenca de Río de Oro y sus principales tributarios, la identificación del uso de las tierras y del dominio de la tenencia es de gran importancia para el sistema, siendo considerada como una parte importante de la estructura social, política y económica del área de drenaje de la subcuenca, influyendo de manera decisiva en las problemáticas propias de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico.

3.1.9.1 División Política Administrativa. Se presenta la división política administrativa de la Subcuenca, distribuida por Microcuencas, Municipios y Veredas, teniendo en cuenta los Esquemas de Ordenamiento Territorial y las propuestas de división por veredas de las comunidades asentadas en este territorio.

[18] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 1985
[19] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Disponible en Internet. http://www.fao.org/nr/tenure/gobernanza-de-la-tenencia/es/

Cuadro 33. División político administrativo río Frío

MICROCUENCA	MUNICIPIO	VEREDAS	ÁREA (HAS)
RÍO FRÍO	BUCARAMANGA	URBANO	261.25
		SANTA BÁRBARA	58.20
	FLORIDABLANCA	URBANO-SUBURBANO FLORIDA	1,489.25
		AGUABLANCA	1,311.45
		ALSACIA	939.63
		ALTO DE MANTILLA	76.51
		CASIANO	662.39
		EL MORTIÑO	106.09
		GUAYANAS	194.03
		HELECHALES	293.58
		LA JUDIA	831.57
		LOS CAUCHOS	128.69
		MENSULY	899.53
		RIO FRIO	1,185.25
		ROSABLANCA	112.53
		SAN IGNACIO	593.00
		SANTA BÁRBARA	164.68
		VALLE DE RUITOQUE	203.15
		VERICUTE	800.50
	PIEDECUESTA	LA MATA	101.73
		MESA DE RUITOQUE	124.94
		GUATIGUARÁ	145.41
	TONA	GUARUMALES	297.00
	GIRÓN	URBANO-SUBURBANO GIRON	82.87
		RIO FRIO	732.02
SUBTOTAL RÍO FRÍO			**11,795.25**

Fuente. CDMB

Cuadro 34. División político administrativo río Lato

MICROCUENCA	MUNICIPIO	VEREDAS	ÁREA (HAS)
RÍO LATO	PIEDECUESTA	LA NEVERA	1167.2
		SANTA RITA	74.37
		FALTRIQUERA	997.47
		CRISTALES	82.3
		GRANADILLO	168.85
		LA MATA	776.95
		RUITOQUE	87.86
		GUATIGUARÁ	1695.43
	FLORIDABLANCA	SAN IGNACIO	11.84
		ALSACIA	23.05
		MENSULY	28.96
		SUBTOTAL RÍO LATO	**5,112,19**

Fuente. CDMB

Cuadro 35. División político administrativo Oro Alto

MICROCUENCA	MUNICIPIO	VEREDAS	ÁREA (HAS)
ORO ALTO	PIEDECUESTA	URBANO PIEDECUESTA	216.23
		BARROBLANCO	388.87
		CRISTALES	2123.44
		EL BORE	306.85
		EL CANELO	444.75
		EL GUAMO	714.07
		LOS COLORADOS	340.87
		EL JAZMIN	284.6
		EL POLO	331.17
		EL VOLADOR	958.71
		FALTRIQUERA	296.87
		GRANADILLO	907.36
		GUATIGUARA	454.47
		LA LOMA	893.53
		LAS AMARILLAS	434.15
		LOS CUROS	262.85
		LOS LLANITOS	897.78
		MIRAFLORES	108.37
		PAJONAL	216.23
		PINCHOTE	152.94
		PLANADAS	266.41
		SAN FRANCISCO	807.14
		SAN MIGUEL	282.17
		SANTA RITA	1412.71
		SEVILLA	462.29
	TONA	PARRA Y JUAN RODRIGUEZ	344.47
		SUBTOTAL RÍO ORO ALTO	14,309.30

Fuente. CDMB

Cuadro 36. División político administrativo Oro Bajo

MICROCUENCA	MUNICIPIO	VEREDAS	ÁREA (HAS)
ORO BAJO	BUCARAMANGA	URBANO BUCARAMANGA	4.727.68
		GUALILO ALTO	116.77
		SAN JOSE	70.89
		SANTA BARBARA	345.57
	GIRÓN	URBANO GIRON	425.78
		BOCAS	299.67
		CARRIZAL	1564.19
		LAGUNETAS	964.3
		SUBTOTAL RÍO ORO BAJO	8.872.80

Fuente. CDMB

Cuadro 37. División político administrativo Oro Medio

MICROCUENCA	MUNICIPIO	VEREDAS	ÁREA (HAS)
ORO MEDIO	GIRÓN	URBANO GIRON	135.69
		ACAPULCO	100.55
		BARBOSA	830.00
		CANTALTA	1,519.37
		CHOCOA	2,686.48
		CHOCOITA	476.50
		LAGUNETAS	758.04
		LLANADAS	301.64
		LLANO GRANDE	1,292.24
		MESA DE RUITOQUE	1,148.26
		PALOGORDO	2,225.56
		PANTANO VIEJO	361.02
		PEÑAS	848.22
		RIO FRIO	108.83
		RUITOQUE	769.93
	PIEDECUESTA	EL GUAMO	13.99
		GUATIGUARÁ	438.55
		RUITOQUE	1,657,48
		MONTERREDONDO	873.01
		PAJONAL	307.28
		SUBTOTAL RÍO ORO MEDIO	16.852.64
		TOTAL SUBCUENCA ORO	56.942

Fuente. CDMB

3.1.9.2 Estructura de la tierra. El total del área de la Subcuenca es de 56.942 Has de las cuales el área Urbana es de 7.339 Has y el Área Rural de 49.603 Has.

En el siguiente cuadro se relacionan los tamaños de los predios en el área de drenaje de la subcuenca de río de Oro

Cuadro 38 Distribución por tamaño de predios rurales

Microcuenca	DISTRIBUCION PREDIOS EN LA SUBCUENCA ORO													
	Predios < 1		Predios 1 a 5		5 a 20		20 a 50		50a 100		> 100		TOTALES	
	Nº	Has	Nº	Has	Nº	Has	Nº	Has	Nº	Has	Nº	Has	Nº	Has
Río Frío	833	274,3	629	1.587,01	342	2.718,62	64	1.884,75	7	518,67	4	1.958,85	1879	8.942
Lato	118	71,3	86	336	81	922,1	63	2.140,90	12	921,9	4	720	364	5.112
Oro Alto	593	149	550	1.517,00	261	1.990,00	146	4.243,00	50	3.170,00	11	2.796,90	1611	13.866
Oro Medio	1236	405,3	381	882,6	237	2.977,20	132	4.413,10	60	4.271,70	15	3.060,60	2061	16.011
Oro Bajo	134	38,1	73	151,5	41	468,34	26	975,6	14	1.063,66	2	393	290	3.090
Total Rural	2914	938	1719	4.474,11	962	9.076,26	431	13.657,35	143	9.945,93	36	8.929,35	6205	47.021
Total Urbano +Suburbano+DMI														9.921
TOTAL														56.942

Fuente. Cartografía digital CDMB-Autores

Lo anterior muestra una distribución del tamaño de predios concentrado en 5 a 20 Has con el 27% y en tamaño de predios de 20 a 50 Has con el 22%, lo que permite deducir que prevalece la pequeña propiedad y minifundios, siendo las microcuencas Río Frío y Oro Medio con presencia de mayor minifundio.

3.2 TRABAJO DE CAMPO Y ANÁLISIS FINAL DEL DIAGNÓSTICO

3.2.1 (J) Levantamiento de información sobre el eje principal y los tributarios definidos sobre los cuerpos de agua objeto de ordenación. Censo de usuarios de aprovechamiento de agua y de vertimientos, cuya información se articulará al mapa de localización de usuarios a partir de las coordenadas de la estructura de captación**.**

3.2.1.1 (J-a) Censo de usuarios de aprovechamiento de agua

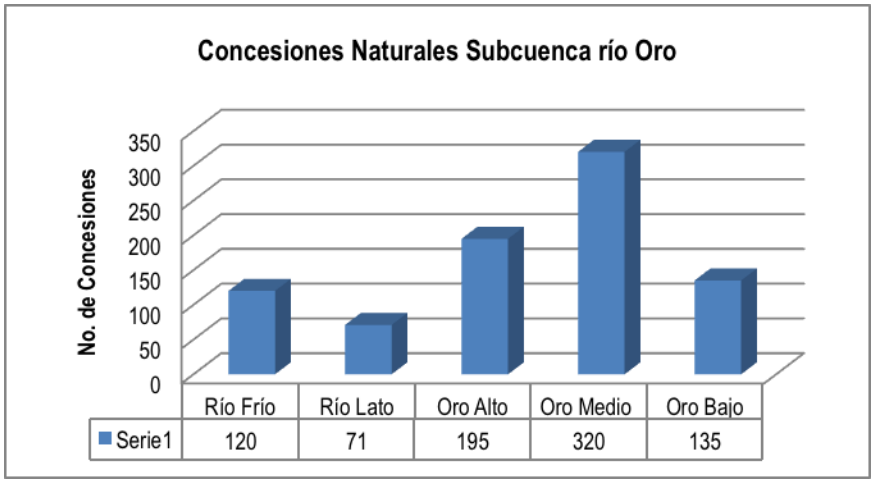
- **Concesiones Naturales.** En el siguiente cuadro se describe por microcuenca el estado y la cantidad de concesiones naturales otorgados en la subcuenca río de Oro, esta información se encuentra actualizada a diciembre de 2012.

Cuadro 39. Concesiones Naturales Subcuenca río de Oro

CONCESIONES NATURALES SUBCUENCA RÍO DE ORO						
Estado	**Río Frío**	**Río Lato**	**Oro Alto**	**Oro Medio**	**Oro Bajo**	**TOTAL**
Vigentes	89	64	162	251	107	**673**
Vencidas	31	7	33	69	28	**168**
TOTAL	**120**	**71**	**195**	**320**	**135**	**841**

Fuente. CDMB

Gráfica 1 Concesiones Naturales Subcuenca río Oro

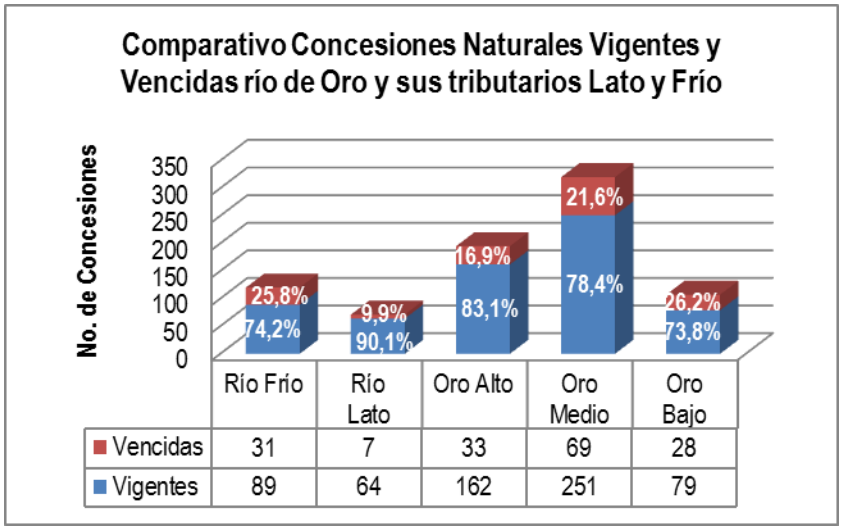


Fuente. CDMB

La figura anterior muestra la distribución de concesiones naturales por microcuenca, estableciendo a Oro Medio como el área de drenaje en donde se encuentra la mayor solicitud de agua.

Por otra parte al realizar la relación de porcentaje de concesiones vencidas en el área de drenaje, arroja un resultado que indica que el 19,98% de las concesiones otorgadas se encuentran vencidas, siendo Oro medio la mayor aportante y en relación vencida vigente río Frío tendría un promedio mayor, como se puede ver en la figura siguiente

Gráfica 2 Comparativo Concesiones Naturales Vigentes y Vencidas



Fuente. CDMB

Cuadro 40 Rangos de caudales concesiones naturales

Rango (caudal l/s)	Número de concesiones
< 0,1	613
0,1 – 0,5	152
0,5 - 1	17
1 - 5	28
5 - 10	1
10 - 20	2
Total	813

Se dividieron por microcuenca las concesiones de acuerdo con el caudal concesionado, para identificar a los usuarios que más agua solicitaron en concesión.

En el siguiente cuadro se referencian las concesiones de agua otorgadas a persona natural en la corriente principal de río de Oro y sus tributarios Frío y Lato, además del estado de vigencia de las mismas.

Cuadro 41 Concesiones naturales corriente principal río de Oro y sus tributarios Frío y Lato

CONCESIONES NATURALES SOBRE LA CORRIENTE PRINCIPAL RÍO DE ORO Y SUS TRIBUTARIOS FRÍO Y LATO						
Estado	**Río Frío**	**Río Lato**	**Oro Alto**	**Oro Medio**	**Oro Bajo**	**TOTAL**
Vigentes	3	17	11	6	0	**37**
Vencidas	2	3	0	2	0	**7**
TOTAL	**5**	**20**	**11**	**8**	**0**	**44**

En el siguiente cuadro se referencia la estimación de caudales por concesiones persona natural que captan en la corriente principal del río de Oro y sus tributarios Lato y Frío.

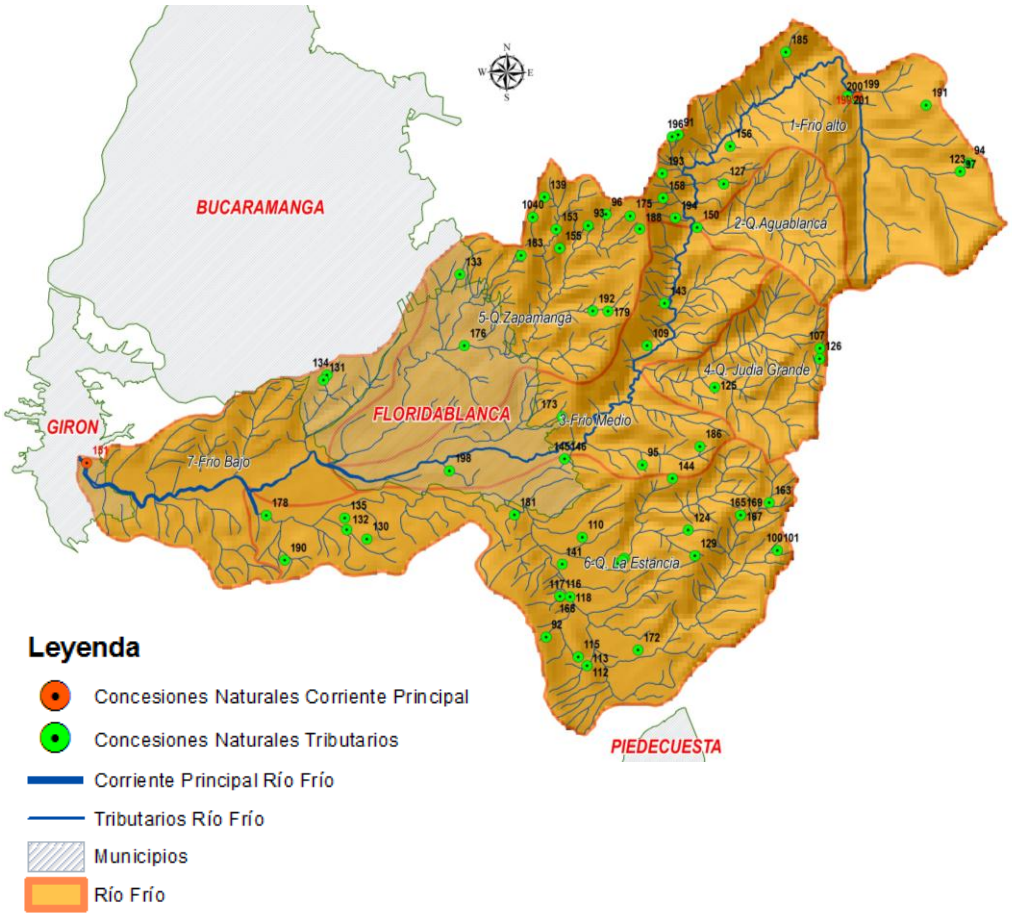
Cuadro 42 Concesiones naturales por rango de caudales captados en la corriente principal del río de Oro y sus tributarios Frío y Lato

CONCESIONES NATURALES SOBRE LA COORIENTE PRINCIPAL RÍO DE ORO Y SUS TRIBUTARIOS FRÍO Y LATO						
Rangos de caudales (l/s)	**Número de concesiones**					
	Río Frío	**Río Lato**	**Oro Alto**	**Oro Medio**	**Oro Bajo**	**TOTAL**
< 0,1	1	11	4	2		**18**
0,1 – 0,5	1	6	7	3		**17**
0,5 - 1	1	2		1		**4**
1 - 5	2	1		2		**5**
5 - 10						**0**
10 - 20						**0**
TOTAL	**5**	**20**	**11**	**8**	**0**	**44**

Anexo 6 Concesiones Persona Natural corriente principal

Ubicación Concesiones Naturales cauce principal y tributarios Río Frío

Figura 15 Concesiones naturales Río Frío



Para obtener información adicional por cada concesión, en el anexo 6 y con el código que aparece en cada concesión en la figura anterior, se puede acceder a ella.

Figura 16 Concesiones naturales Río Frío por rangos de caudales



Leyenda

Rangos caudales (l/s)	No. concesiones Corriente Principal	No. concesiones Tributarios
< 0,1	1	89
0,1 - 0,5	1	19
0,5 - 1	1	3
1 - 5	2	6
TOTAL	5	115

Corriente Principal Río Frío
Tributarios Río Frío
Divisoria de Aguas Río Frío
Municipios

Para obtener información adicional por cada concesión, en el anexo 6 y con el código que aparece en cada concesión en la figura anterior, se puede acceder a ella.

Cuadro 43 Identificación de Usuarios concesiones con mayor caudal concesionado Río Frío

Cód	DIRECCIÓN	TEL	Caudal (L/s)
102	Calle 147 No. 22-63 casa 17 Altos Del Campestre	6799300	1,00
202	Calle 71 No. 8-308	6481531	1,00
150	Carrera 27 No. 19-45	6456410	1,23
140	Centro Medico Carlos Ardila Lulle To A Mod 7 Pi 3		1,71
147	Predio La Esmeralda 1 vereda Aguablanca Alta	6574724	1,80
199	Urbanización Balcones de Provenza Torre 13 Apto 204	6373892	4,17

En el cuadro anterior se referencian las concesiones de aguas persona natural con mayor caudal captado, cuyas estructuras de captación se ubican sobre los tributarios y la corriente principal de río Frío. En el cauce principal de río Frío se encuentran 5 captaciones, las cuales presentan bajos caudales captados, excepto las concesiones con código 147 y 199 referenciadas en el cuadro anterior, con caudales de 1,80 y 4,17 l/s respectivamente.

Concesiones Naturales tributarios y cauce principal Río Lato.

Figura 17 Concesiones naturales Río Lato

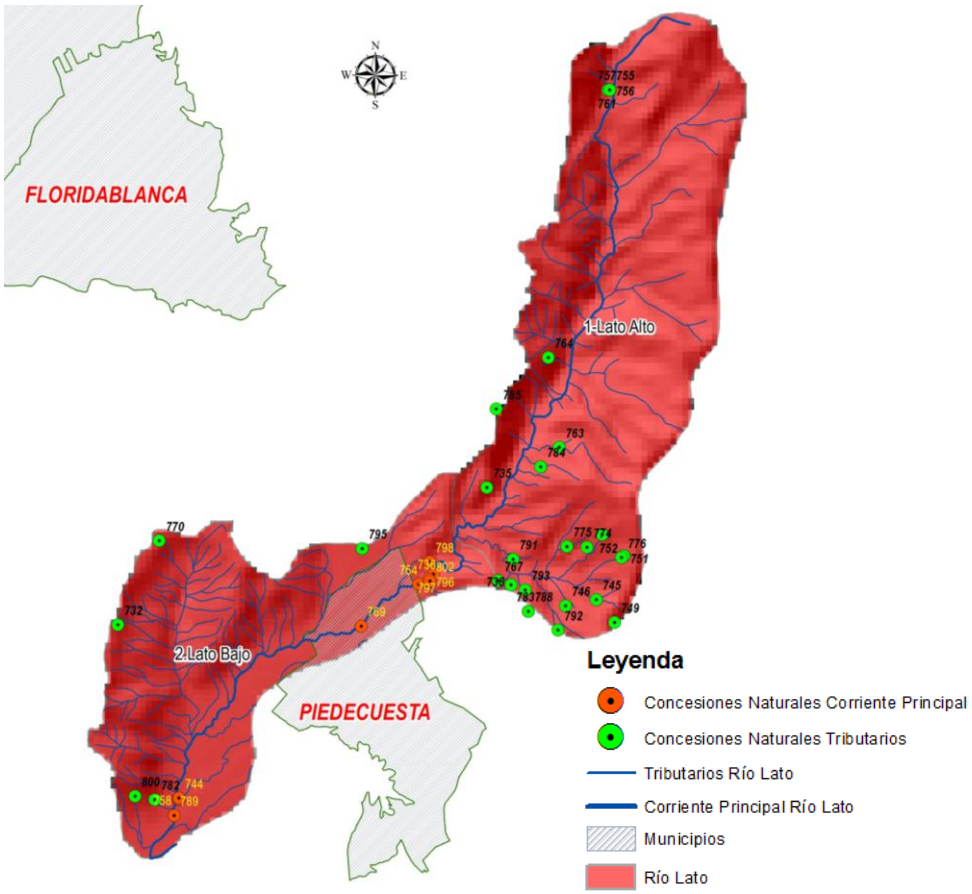
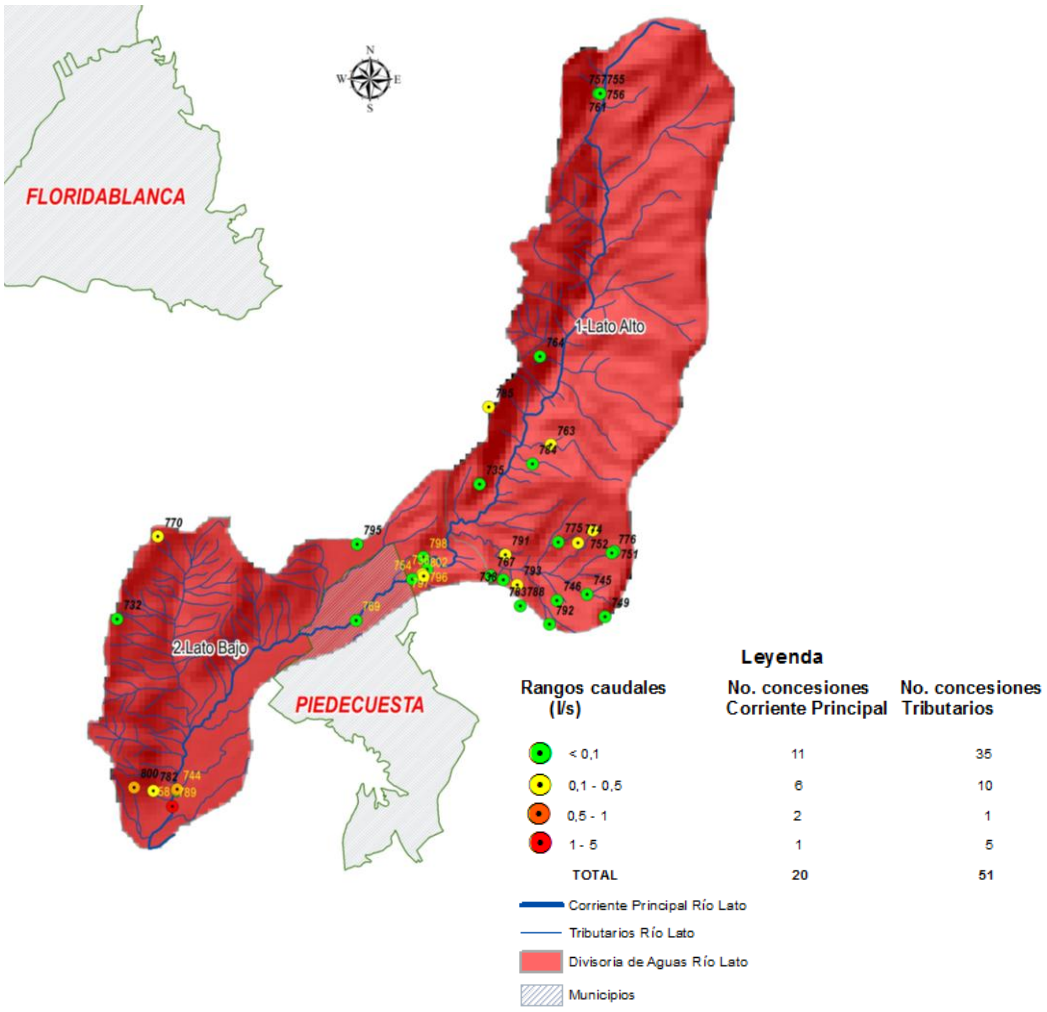


Figura 18 Concesiones Naturales Río Lato por rangos de caudales



Para obtener información adicional por cada concesión, en el anexo 6 y con el código que aparece en cada concesión en la figura anterior, se puede acceder a ella. En el anexo 6, ver el campo que corresponde a denominación de "fuente", los atributos de este campo que correspondan a un número cero (0), este es el código de la corriente principal, esto se puede aplicar en cada una de las corrientes objeto de estudio.

Cuadro 44 Identificación de Usuarios concesiones con mayor caudal concesionado Río Lato

Cód.	Dirección	Teléfono	Caudal Asignado (l/s)
750	Carrera 38 No. 46-64 Apto 204 Edificio Torreón de La Sierra	6471132	1,1123
740	Calle 33 No. 26-25	6781385	2,21
741	Calle 33 No. 26-25	6781385	2,21

Cód.	Dirección	Teléfono	Caudal Asignado (l/s)
742	Calle 33 No. 26-25	6781385	2,21
743	Calle 33 No 26-25	6781385	2,21
789	Carrera 28 No. 35-65 Apto 501	6423466 6342235	2,8935

En el cuadro anterior se referencian las concesiones de aguas persona natural con mayor caudal captado, cuyas estructuras de captación se ubican sobre los tributarios y la corriente principal de río Lato. En el cauce principal de río Lato se encuentran 20 captaciones, las cuales presentan bajos caudales captados, excepto las concesiones con código 789 referenciadas en el cuadro anterior, con caudales de 2,89 l/s, las demás se encuentran por debajo de 1,0 l/s ver anexo 6.

Concesiones Naturales cauce principal y tributarios río de Oro Alto.

Figura 19 Concesiones Naturales Río Oro Alto

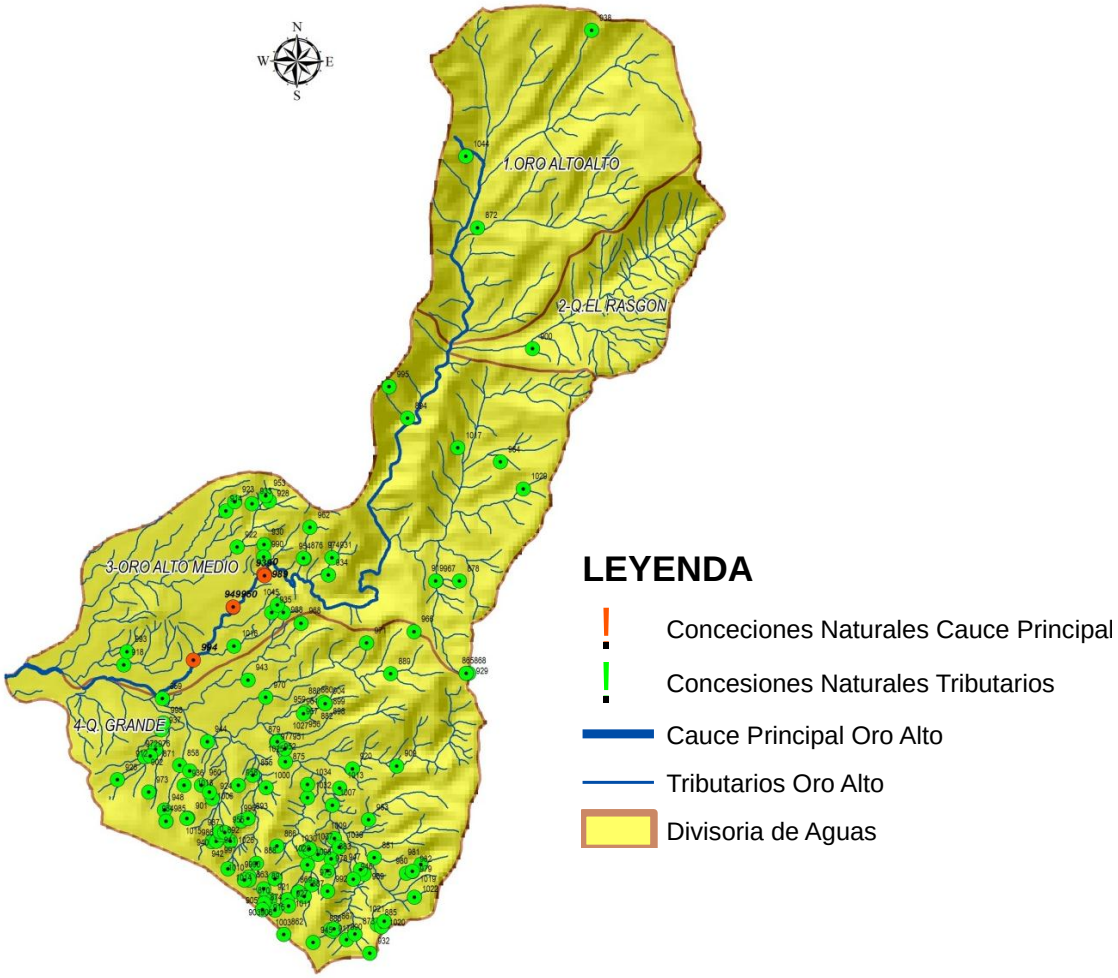
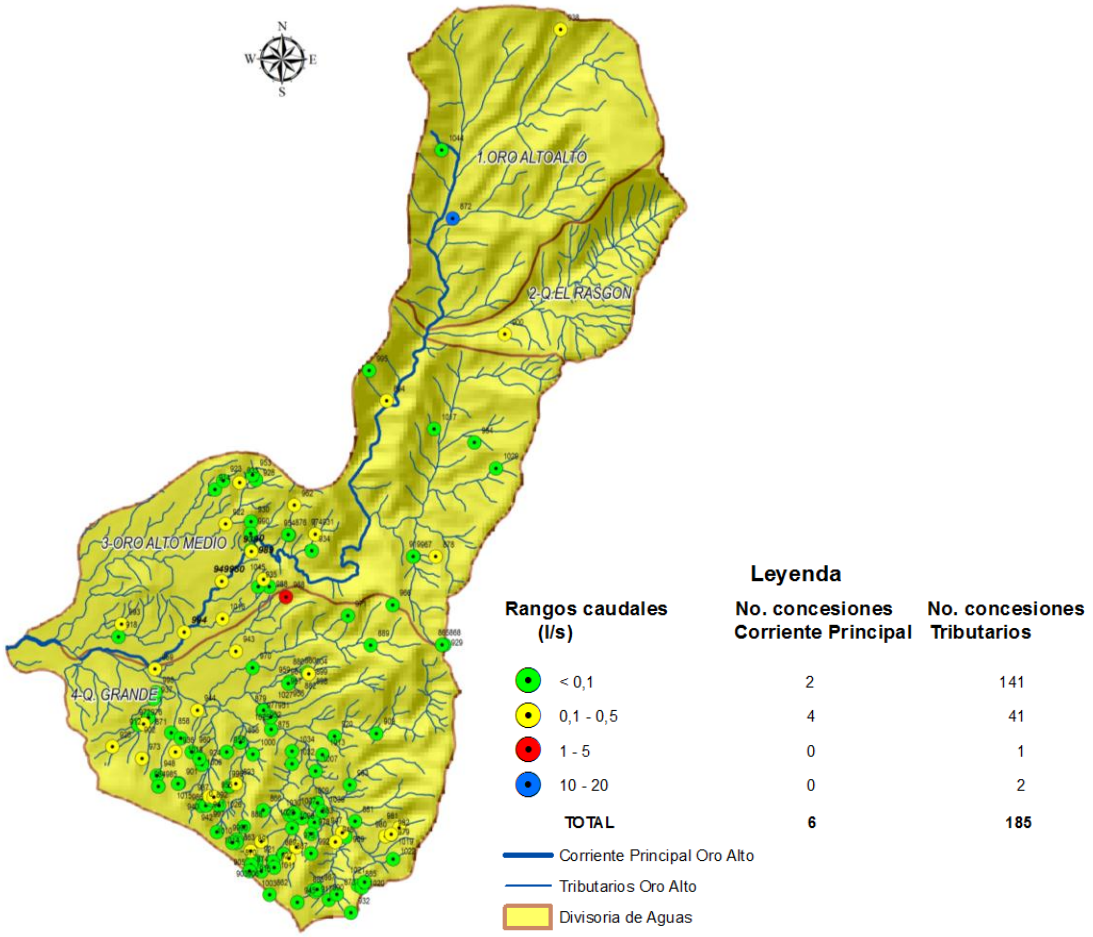


Figura 20 Concesiones Naturales Río Oro Alto por rangos de caudales (l/s)



Cuadro 45 Identificación de Usuarios concesiones con mayor caudal concesionado red de drenaje de Río Oro Alto

Cód.	Dirección	Teléfono	Caudal (l/s)
968	Carrera 35 No. 52-145	6437368	1,06
872	Calle 20 No. 32 - 46 Barrio San Alonso	3142057050	13,5
1043	Carrera 6 No. 12-04 Barrio El Centro Piedecuesta	3156737188	13,5

En el cuadro anterior se referencian las concesiones de aguas persona natural con mayor caudal captado, y las estructuras de captación están sobre los tributarios de la corriente principal de río de Oro Alto. En el cauce principal se realizan 6 captaciones, las cuales presentan bajos caudales captados.

Concesiones Naturales tributarios y cauce principal Río Oro Medio

Figura 21 Concesiones Naturales Río Oro Medio

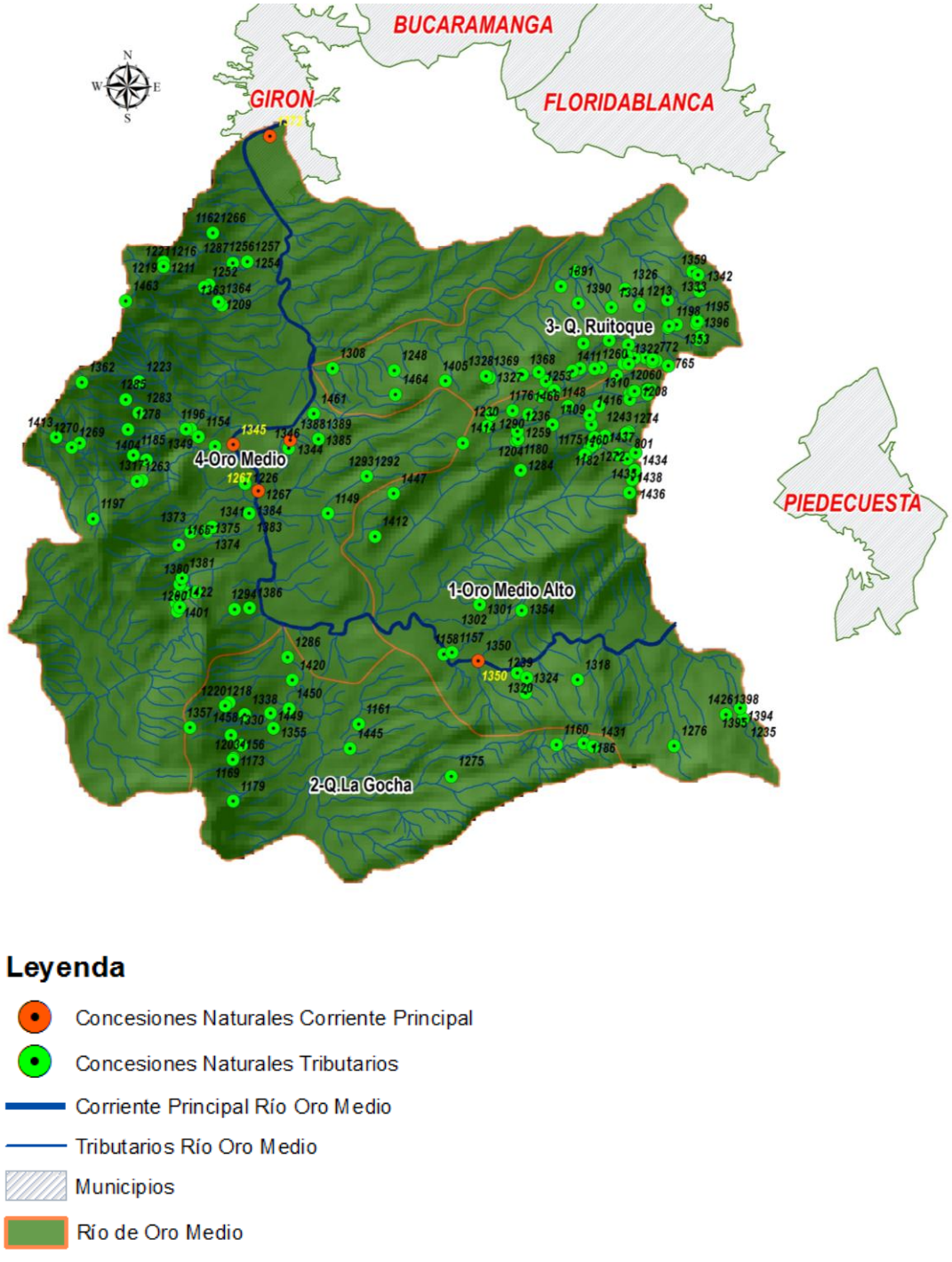
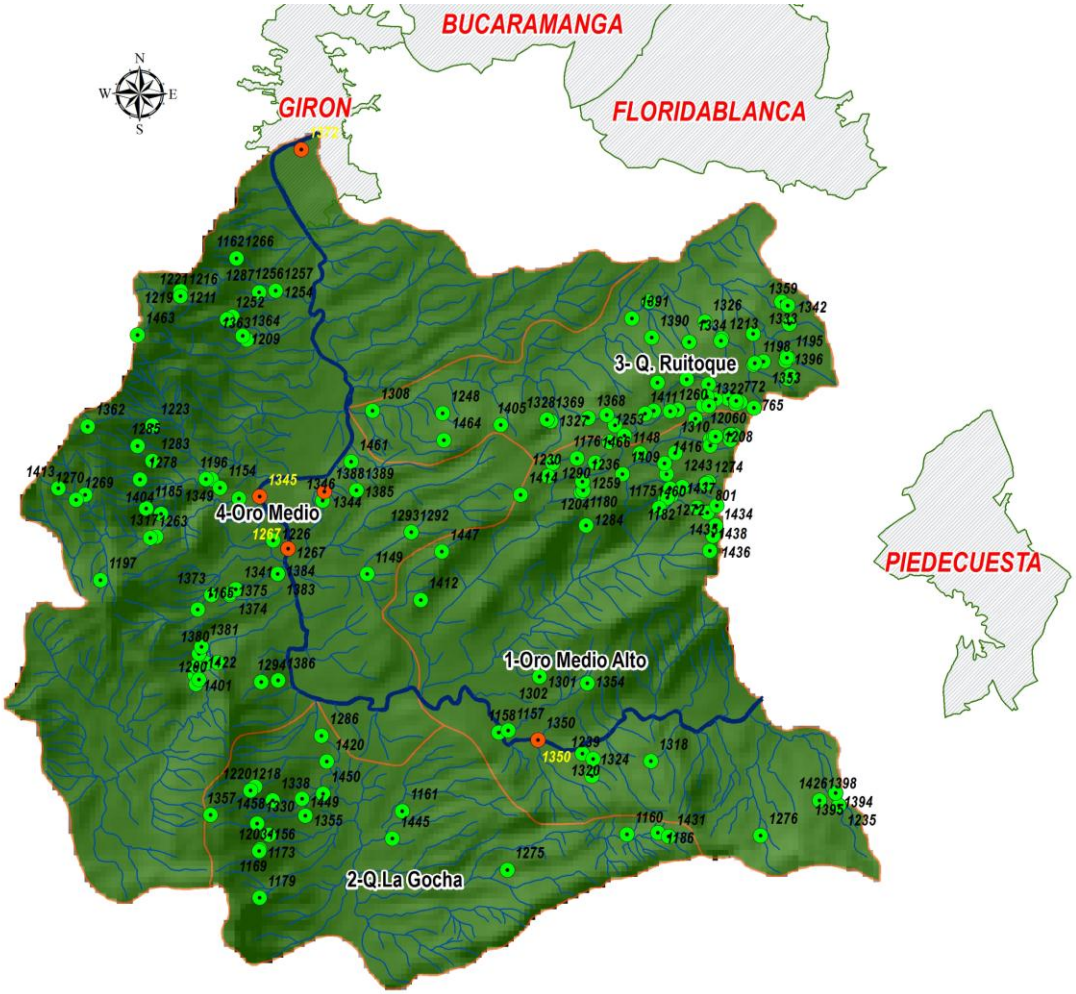


Figura 22 Concesiones Naturales Río Oro Medio por rangos de caudales (l/s)



Leyenda

Rangos caudales (l/s)	No. concesiones Corriente Principal	No. concesiones Tributarios
< 0,1	2	247
0,1 - 0,5	3	46
0,5 - 1	1	7
1 - 5	2	11
5 - 10	0	1
TOTAL	**8**	**312**

Corriente Principal Río Oro Medio

Tributarios Río Oro Medio

Divisoria de Aguas Río de Oro Medio

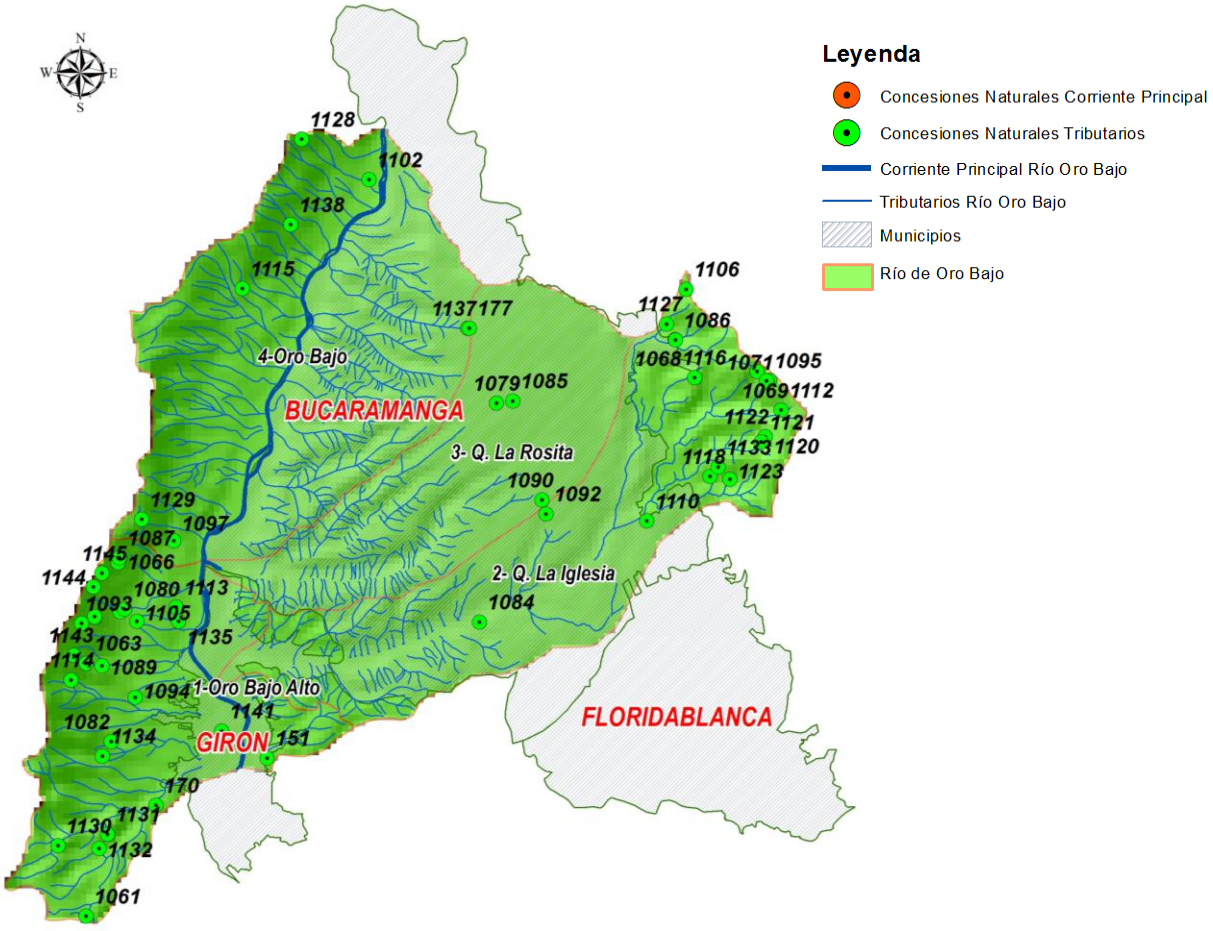
Municipios

Cuadro 46 Identificación de Usuarios concesiones con mayor caudal concesionado Río Oro Medio

Código	TEL	Caudal (L/s)
1233	6501029 654 11 59	1,0000
1304	313 8923355 6458465	1,0000
1391	6398536	1,0417
1341	6455645	1,1574
1180	6489188 3145566688	2,0000
1244	0	2,0000
1301	6566783 656650	2,3140
1259	6790021	3,0001
1158	6841427 6840993	3,2900
1290	6450020 3012428485 3108079914	4,0000
1236	6471675	4,0180
1160	6841427	4,4127
1157	6841427 6841442	5,1093

Concesiones Naturales tributarios y cauce principal Río Oro Bajo

Figura 23 Concesiones Naturales Río Oro Bajo



Como se puede observar en la figura anterior, en río de Oro Bajo, en la corriente principal no existen captaciones de agua por persona Natural. En la siguiente figura se especializan las concesiones persona natural en los tributarios de Río de Oro Bajo.

Figura 24 Concesiones Naturales Río Oro Bajo tributarios por rangos de caudales



Leyenda

Rangos caudales (l/s)	No. concesiones Corriente Principal	No. concesiones Tributarios
< 0,1	0	82
0,1 - 0,5	0	21
0,5 - 1	0	2
1 - 5	0	2
TOTAL	**0**	**107**

Corriente Principal Río Oro Bajo
Tributarios Río Oro Bajo
Divisoria de Aguas Río de Oro Bajo
Municipios

Cuadro 47 Identificación de Usuarios concesiones con mayor caudal concesionado Río Oro Bajo

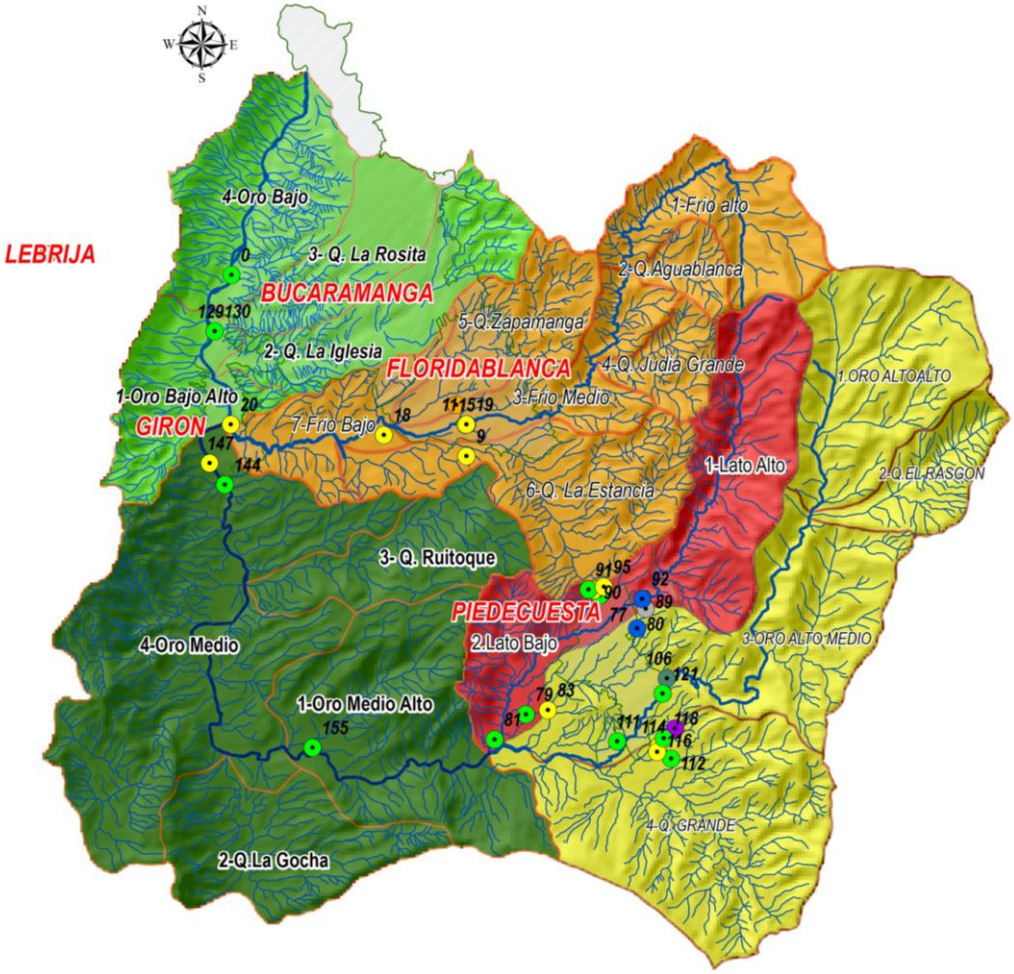
Código	DIRECCION	TEL	Caudal (L/s)
1113	vereda El Carrizal finca El Refugio	0	1,1200
1054	Carrera 25 31-48 Girón	68118 70	1,8600

Anexo 7 Censo de usuarios persona natural por rangos de caudales

Mapa 5 Censo de usuarios persona natural por rangos de caudales

Concesiones Jurídicas. En el siguiente cuadro se describe por microcuenca el estado y la cantidad de concesiones Jurídicas otorgados en la subcuenca río de Oro, esta información se encuentra actualizada a diciembre de 2012.

Figura 25 Ubicación Concesiones Persona Jurídica corriente principal Río de Oro y sus tributarios Frío y Lato



Leyenda Concesiones Jurídica otorgadas en las corrientes principales de Río de Oro y sus tributarios ríos Lato y Frío

Rangos caudales (l/s)	Oro Alto	Oro Medio	Oro Bajo	Frío	Lato	TOTAL
< 0,1	5	1	2	1	4	13
0,1 - 0,5	2	2	1	5	6	16
0,5 - 1	0	0	0	1	1	2
1 - 5	0	0	0	1	0	1
5 - 10	1	0	0	0	0	1
10 - 50	0	0	0	0	2	2
50 - 100	0	0	0	0	1	1
100 - 200	0	0	0	0	1	1
> 500	1	0	0	0	0	1
TOTAL	9	3	3	8	15	

En los siguientes cuadros se referencian los números de concesiones jurídicas otorgadas en los tributarios y corrientes principales del río de Oro, Lato y Frío:

Cuadro 48 Rangos de caudales concesiones Jurídicas

Rango (caudal l/s)	Número de concesiones
< 0,1	48
0,1 – 0,5	45
0,5 - 1	11
1 - 5	12
5 - 10	4
10 - 50	2
50 - 100	1
100 - 200	1
> 500	1
Total	125

Anexo 8 Concesiones Persona Jurídica Corriente Principal

En el siguiente cuadro se hace la relación de las concesiones con asignación de caudales superiores a 1 litro por segundo:

Cuadro 49 Máximos caudales concesiones Jurídicas subcuenca río de oro

CUENCA	COD	RAZON SOCIAL	DIRECCION	TEL	Caudal (l/s)
ORO ALTO	105	AVICAMPO-AVICOLA EL MADROÑO			8,4202
	106	PIEDECUESTANA DE SERVICIOS	Cll 12 No. 7 - 70 Brr La	6540300	647

CUENCA	COD	RAZON SOCIAL	DIRECCION	TEL	Caudal (l/s)
		PUBLICOS	Candelaria		
ORO MEDIO	158	RUITOQUE S.A. E.S.P.	C.C Cañaveral Lc 2 - 3 - 3a - 4 La Cava	6381017	8
	159	FONDO DE INFRAESTRUCTURA CARCELARIA -HACIENDA PALOGORDO	Km 14 Vía Zapatoca Vda Palogordo	6501729 - 3115144312	7,5
	160	POLLOSAN S.A.	Cr 35 A No. 46 - 04	6477519	1
	166	CORPORACION DE SERVI Y ALCANTARILLADO/VEREDA VALLE DE RUITOQUE / FLORIDABLANCA	Carrera 3 N 3 -74- Apto 802	6489780	2,1701
	167	URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.	Cl 30 No. 22 - 240 Brr Cañaveral	6387466	1,56
ORO BAJO	123	AVIDESA MAC POLLO S.A.	Km 5 Anillo Vial Vía Girón Vda Rio Frio A 600 Mts	6380144	3
	124	AVIDESA MAC POLLO S.A.	Km 5 Anillo Vial Via Girón Vda Rio Frio A 600 Mts	6380144	3
	134	COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL SANTANDEREANA DE ACEITES S.A - C.I.SACEITES S.A	Km 1 Vía Zona Industrial Chimita Palenque Girón	6760999	1
RÍO FRÍO	5	PLASAGAFLO	Km 2 Vía Vericute	6704607	1
	6	ARPAUIS	Cra 27 Cl 9 Of 307 Ed Bienestar Universitario	6344000	1
	21	CLUB CAMPESTRE BUCARAMANGA	Cra 21 30-02	6849696	3,6
	22	CLUB CAMPESTRE BUCARAMANGA	Cra 21 30-02	6849696	1
	24	GALVIS RAMIREZ Y CIA S.A.	Cl 34 No. 13 42	6300700	2,33
	27	PLAZA DE FERIAS Y PLANTA DE SACRIFICIO EL CONTENTO S.A.	Carrera 8 No. 4-28 piso 2	3164710681	5,4051
	80	ECOPETROL S.A	Correg El Centro Bl 4 Of General		20,16
RÍO LATO	82	PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS	Cll 12 No. 7 - 70 Brr La Candelaria	6540300	129,52
	89	ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGAS A. E.S.P.	Dg 32 No. 30 A - 51 Parque Del Agua	6323657-6323299	86,4
	92	RUITOQUE S.A. E.S.P.	C.C Cañaveral Lc 2 - 3 - 3a - 4 La Cava	6381017	46,08

En el cuadro anterior se muestran las principales concesiones otorgadas a persona jurídica, en el cual se destacan, las captaciones de acueductos urbanos como es el caso de Piedecuestana de servicios públicos con dos concesiones, en oro alto y río lato y el acueducto metropolitano de Bucaramanga que tiene la captación en río Lato.

Anexo 9 Censo de Usuarios Persona Jurídica por rangos de caudales

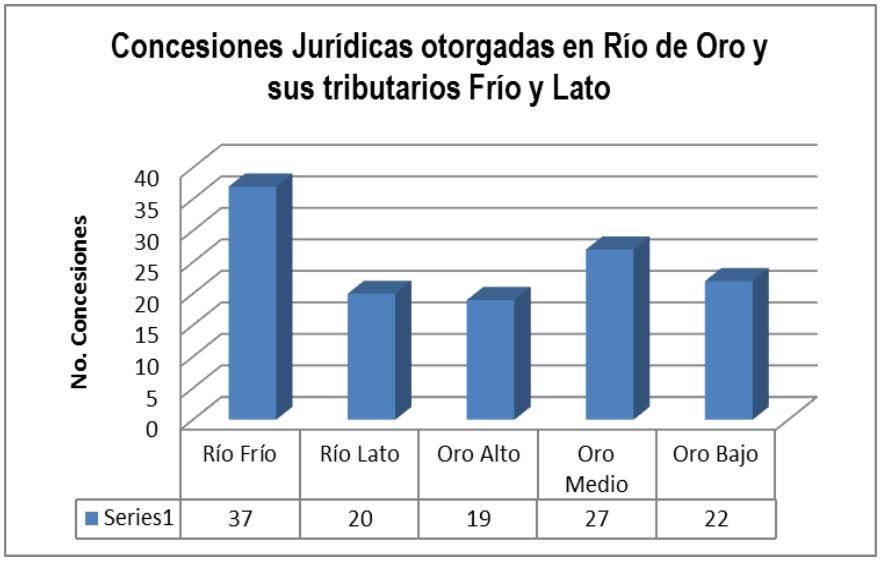
Mapa 6 Censo de Usuarios Persona Jurídica por rangos de caudales

Cuadro 50. Concesiones Jurídicas Río Oro y sus tributarios Frío y Lato

Concesiones jurídicas río de Oro y sus tributarios Frío y Lato											
	Río Frío		Río Lato		Oro Alto		Oro Medio		Oro Bajo		TOTAL
	CP	T	CP	T	CP	T	CP	T	CP	T	
Vigentes	7	20	9	3	9	9	2	20	3	15	**97**
Vencidas	1	9	6	2	0	1	1	4	0	4	**28**
TOTAL	**8**	**29**	**15**	**5**	**9**	**10**	**3**	**24**	**3**	**19**	**125**
TOTAL GENERAL	**37**		**20**		**19**		**27**		**22**		

CP= Concesiones jurídicas otorgadas en el cauce principal de río de Oro y sus Tributarios Frío y Lato
T= Concesiones Jurídicas otorgadas en los tributarios de río de Oro y sus Tributarios Frío y Lato
Fuente. CDMB

Gráfica 3 Concesiones Jurídicas Río oro y sus tributarios Frío y Lato

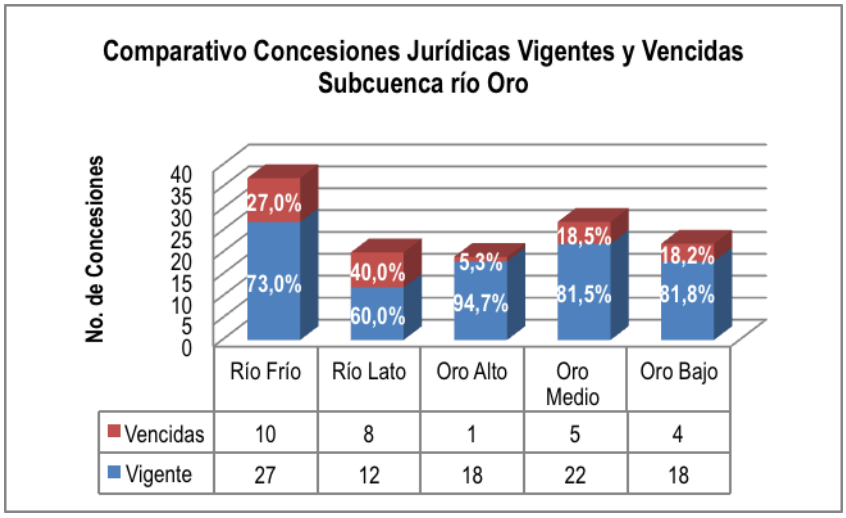


Fuente. CDMB

La figura anterior muestra la distribución de concesiones Jurídicas por microcuenca, estableciendo a Río Frío como el área de drenaje en donde se encuentra la mayor solicitud de agua por empresas legalmente constituidas.

Por otra parte al realizar la relación del porcentaje de concesiones vencidas en el área de drenaje, arroja un resultado que indica que el 22,40% de las concesiones otorgadas se encuentran vencidas. Siendo Río Lato la mayor aportante y en relación vencida vigente con un 40% de las concesiones como se puede ver en la figura siguiente

Gráfica 4 Comparativo Concesiones Jurídicas Vigentes y Vencidas Río oro y sus tributarios Frío y Lato



Fuente. CDMB

3.2.1.2 (J-b) Estructuras hidráulicas subcuenca Río de Oro. Las estructuras hidráulicas son las obras de ingeniería construidas para hacer aprovechamiento del recurso hídrico. Para el caso particular de la subcuenca de río de Oro, se establecieron 11 categorías, de acuerdo con el tipo de captación.

- **No definidas.** Son sitios de captación en el cual se ubican mangueras, en estructuras que no son fijas, que son hechas con rocas pequeñas, se encuentran ubicadas en pequeñas depresiones del lecho de la corriente, se ubican generalmente en los tributarios de corrientes principales.

- **Canal abierto.** Básicamente esta es una estructura de derivación lateral del flujo superficial de una corriente, la cual transporta el agua por medio de un canal rectangular.

- **Captación de fondo.** Es una captación de agua superficial, que consta básicamente de un muro transversal a la corriente, presenta un vertedero horizontal, en cuya base se encuentra una rejilla, la cual capta el agua y es conducida hasta la cámara de aducción.



Fotografía 4. Captación de fondo Acueducto de Bucaramanga

- **Captación Lateral.** Es una estructura de derivación lateral del cuerpo de agua, esta se realiza cuando la corriente presenta caudales significativos.



Fotografía 5. Captación bocatoma lateral quebrada Mensulí

- **Manguera en el lecho.** Esta captación que se realiza directamente de la fuente sin ninguna estructura, básicamente fijan una manguera al lecho a la corriente y captan el agua.

- **Muro presa.** Es un muro en concreto, sacos de arena o rocas, que busca represar el agua un sector de la corriente, ubicar su manguera y conducir el agua hasta los predios.

- **Reservorio.** Es un aprovechamiento de aguas lluvias, las cuales son recolectadas en lagos artificiales.



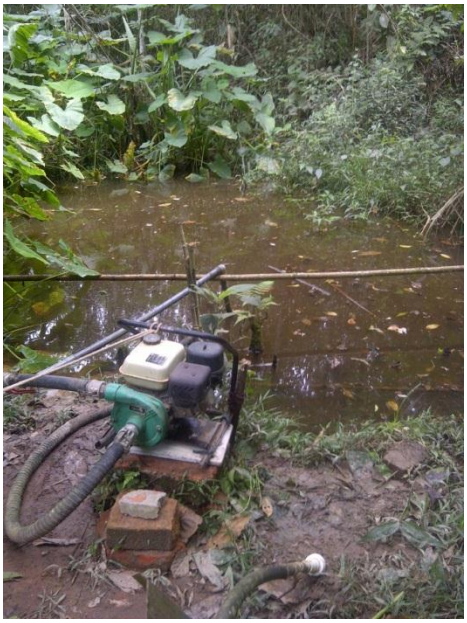
Fotografía 6. Captación reservorio quebrada Seca

- **Tanque.** Son tanques ubicados al lado de las corrientes o en algunos casos sobre ella, y de ahí se derivan mangueras a varios usuarios.



Fotografía 7. Captación tanque, Quebrada Rasgón, Vereda Rasgón (Piedecuesta)

- **Electrobomba.** Básicamente, es una captación en la cual embalsan la corriente y se instala una estación de bombeo.



Fotografía 8. Captación por electrobomba río Lato.

- **Estructuras concesiones de agua usuario Natural.** En el siguiente cuadro se hace un listado de las estructuras de captación de la subcuenca de río de oro.

Cuadro 51. Estructuras hidráulicas subcuenca de río de Oro

ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS SUBCUENCA RÍO DE ORO										
No definidas	canal abierto	captación de fondo	captaciones laterales	electrobomba	manguera en el lecho	muro presa	reservorio	tanque	No existe	Sin información
245	52	15	50	63	105	118	4	152	2	7

Fuente. CDMB

Mapa 7. Tipo de Captación Concesiones Persona Natural.

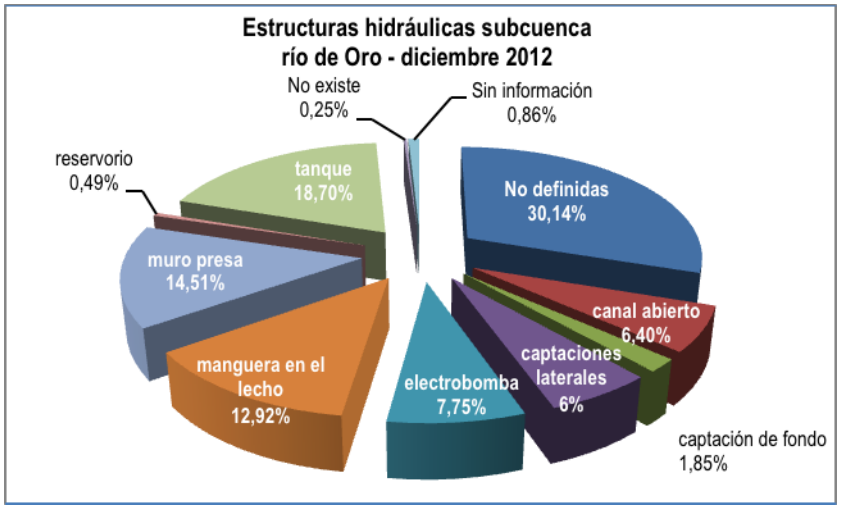
La información de detalle de las estructuras y concesiones se encuentra relacionada en el siguiente anexo.

Anexo 10. Censo de usuarios concesiones Persona Natural formato RURH

El tanque es la obra hidráulica más utilizada para la captación de agua en los usuarios naturales de la subcuenca de río de oro. Estas estructuras generalmente son en concreto, pero también es común encontrar tanques plásticos, de donde se realizan las diferentes derivaciones por mangueras a los usuarios finales.

En la siguiente figura se realiza una descripción del porcentaje de las obras de captación de la Subcuenca de río de Oro:

Gráfica 5 Porcentaje estructuras hidráulicas subcuenca río de Oro



Fuente. CDMB

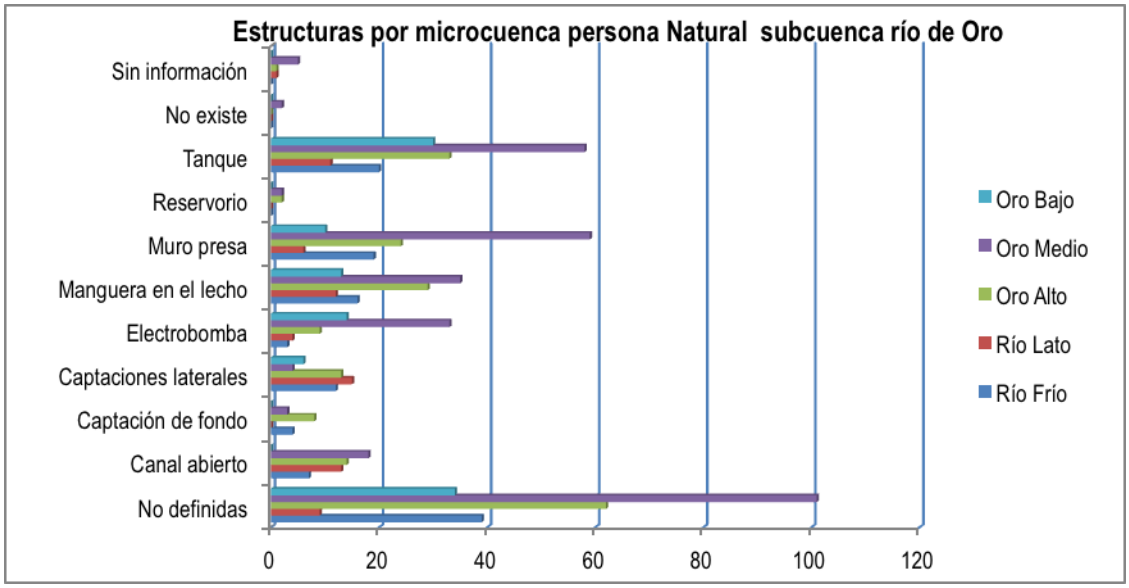
En el siguiente cuadro se presentan las estructuras por tipo y por microcuenca.

Cuadro 52. Estructuras hidráulicas persona Natural por microcuenca subcuenca río de Oro

ESTRUCTURAS POR MICROCUENCA DE LA SUBCUENCA RÍO ORO						
ESTRUCTURA	**Río Frío**	**Río Lato**	**Oro Alto**	**Oro Medio**	**Oro Bajo**	**TOTAL**
No definidas	39	9	62	101	34	**245**
Canal abierto	7	13	14	18	0	**52**
Captación de fondo	4	0	8	3	0	**15**
Captaciones laterales	12	15	13	4	6	**50**
Electrobomba	3	4	9	33	14	**63**
Manguera en el lecho	16	12	29	35	13	**105**
Muro presa	19	6	24	59	10	**118**
Reservorio	0	0	2	2	0	**4**
Tanque	20	11	33	58	30	**152**
No existe	0	0	0	2	0	**2**
Sin información	0	1	1	5	0	**7**
TOTAL	**120**	**71**	**195**	**320**	**107**	**813**

Fuente. CDMB

Gráfica 6. Estructuras hidráulicas por microcuenca persona Natural subcuenca río de Oro



Fuente. CDMB

- **Estructuras concesiones de agua usuario Jurídico.** En el siguiente cuadro se hace un listado de las estructuras de captación de las concesiones persona jurídica de la subcuenca de río de Oro.

Cuadro 53. Estructuras hidráulicas persona Jurídica por microcuenca subcuenca río de Oro

ESTRUCTURAS POR MICROCUENCA DE LA SUBCUENCA RÍO ORO						
	Río Frío	Río Lato	Oro Alto	Oro Medio	Oro Bajo	TOTAL
No definidas	9	10	5	9	10	**43**
Canal abierto	6	4	4	0	0	**14**
Captación de fondo	4	0	0	1	0	**5**
Captaciones laterales	2	2	2	0	1	**7**
Electrobomba	15	6	6	5	10	**42**
Manguera en el lecho	0	0	0	0	1	**1**
Muro presa	0	2	1	2	3	**8**
Reservorio	0	0	0	5	0	**5**
Tanque	1	4	1	0	2	**8**
TOTAL	**37**	**28**	**19**	**22**	**27**	**133**

Fuente. CDMB

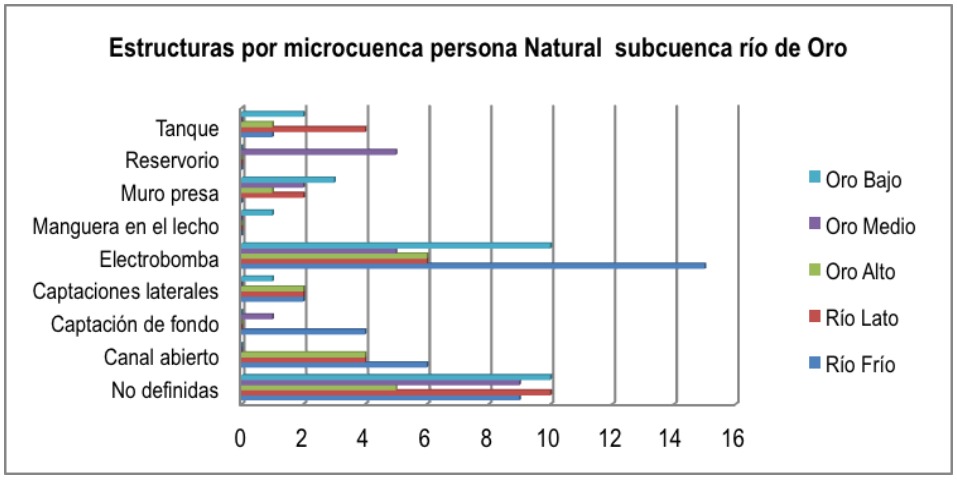
Mapa 8. Tipo de captación Concesiones Persona Jurídica.

La información de detalle de las estructuras y concesiones se encentra relacionada en el siguiente anexo

Anexo 11. Censo de Usuarios Concesiones Persona Jurídica Formato RURH

En el siguiente gráfico se muestra un comparativo de las estructuras de captación de las concesiones de agua por microcuenca

Gráfica 7. Estructuras hidráulicas por microcuenca persona Natural subcuenca río de Oro



Fuente. CDMB

En el siguiente cuadro se referencian las estructuras hidráulicas ubicadas en las corrientes principales del río de Oro y sus tributarios Lato y Frío.

Cuadro 54 Estructuras hidráulicas de captación sobre las corrientes principales de los ríos Oro, Lato y Frío (jurídicas y naturales)

ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DE CAPTACIÓN SOBRE LAS CORRIENTES PRINCIPALES DE LOS RÍOS ORO, LATO Y FRÍO (JURÍDICAS Y NATURALES)

Corriente	No definidas	Canal abierto	Captación fondo	Captación laterales	electrobomba	muro presa	tanque	Sin información	TOTAL
Oro Alto	1	12		3	3				19
Oro Medio	3	1			7				11
Oro Bajo	1				2				3
Río Frío	5	5	1		2				13
Río Lato	7	15		7	1	1	3	1	35
TOTAL	17	33	1	10	15	1	3	1	81

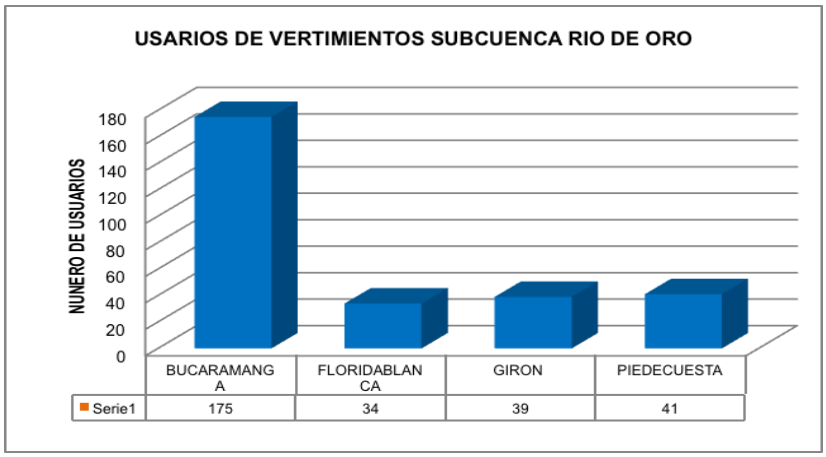
3.2.1.3 (J-c) Inventario, georreferenciación y descripción de sistema de medición de captación y/o de vertimientos. La información se encuentra referenciada en el anexo 12. Vertimientos Subcuenca Río de Oro.y en el anexo 16. Inventario acueductos significativos Subcuenca Río de Oro.

3.2.1.3.1 Vertimientos. En la base de datos de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB se encontró 326 usuarios que generan vertimientos en el área de influencia de la Subcuenca del Rio de Oro de los cuales 289 usuarios están activos y se presentan en el siguiente cuadro.

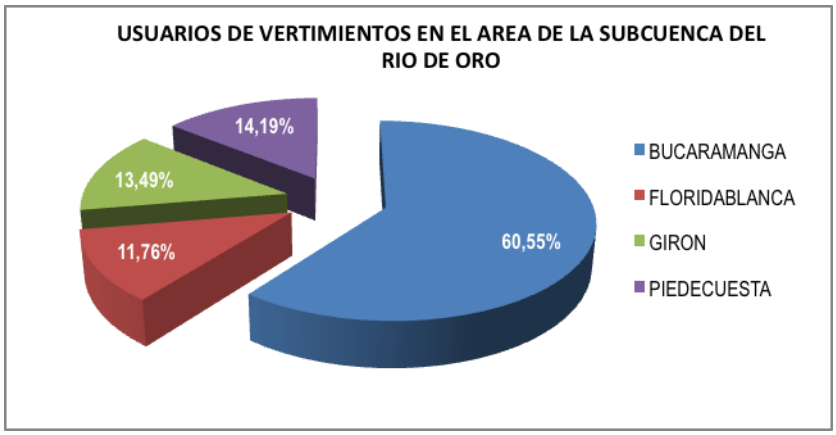
Cuadro 55. Usuarios vertimientos subcuenca río de Oro

MUNICIPIO	USUARIOS	PORCENTAJE
BUCARAMANGA	175	60,55%
FLORIDABLANCA	34	11,76%
GIRON	39	13,49%
PIEDECUESTA	41	14,19%
TOTAL	289	100%

Gráfica 8. Usuarios vertimientos río de Oro



Gráfica 9. Usuarios de vertimientos en el área de la subcuenca de rio de Oro

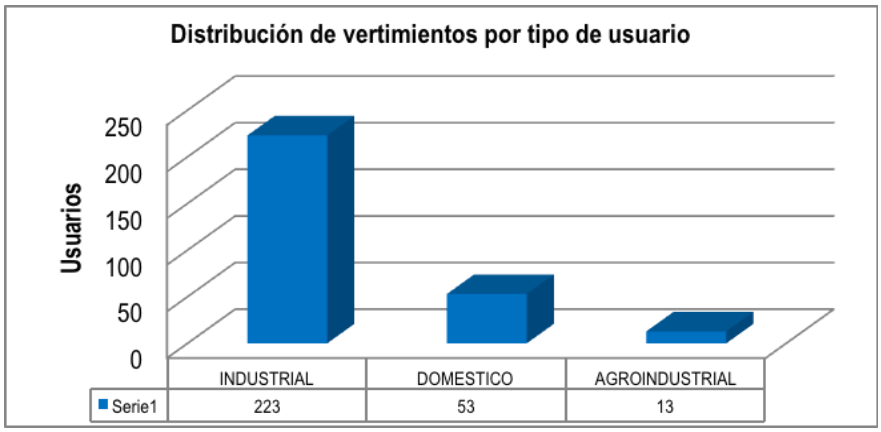


El municipio con la mayor cantidad de usuarios es Bucaramanga con 175 (60,55%) y los demás municipios que se encuentran en el área de influencia del proyecto comparten porcentajes similares de participación (41 usuarios en Piedecuesta (14,19%), 39 usuarios en Girón (13,49%) y 34 usuarios en Floridablanca (11,76%).

Cuadro 56 Número y porcentaje de vertimientos

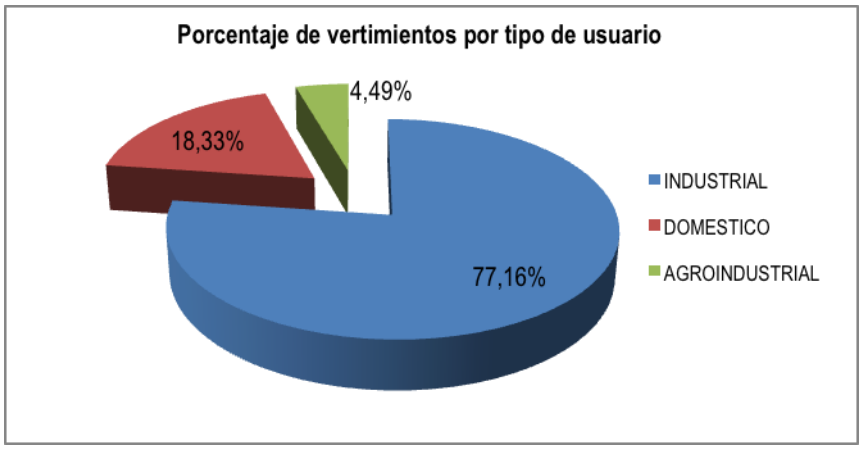
TIPO VERTIMIENTO	USUARIOS	
INDUSTRIAL	223	77,16%
DOMESTICO	53	18,33%
AGROINDUSTRIAL	13	4,49%
TOTAL	289	100%

Gráfica 10 Distribución de vertimientos por tipo de usuario



Fuente. CDMB

Gráfica 11. Porcentaje de vertimientos por tipo de usuario



Fuente. CDMB

En la evaluación de la información primaria se logró determinar que los vertimientos industriales tienen gran incidencia con el 77,16% de todos los usuarios existentes, seguido de los vertimientos domésticos con el 18,33% y en último lugar con 4,49% los vertimientos agroindustriales.

Cuadro 57 Caudal aportado por vertimientos

CAUDAL DE DESCARGA LITROS/SEG	148,54
Usuarios con información caudal del vertimiento	85
Usuarios sin información caudal del vertimiento	201
Información registrada	29,41%
Información no registrada	70,59%

Fuente. CDMB

En el siguiente cuadro se referencian los vertimientos ubicados en las corrientes principales de río de Oro y sus tributarios Lato y Frío

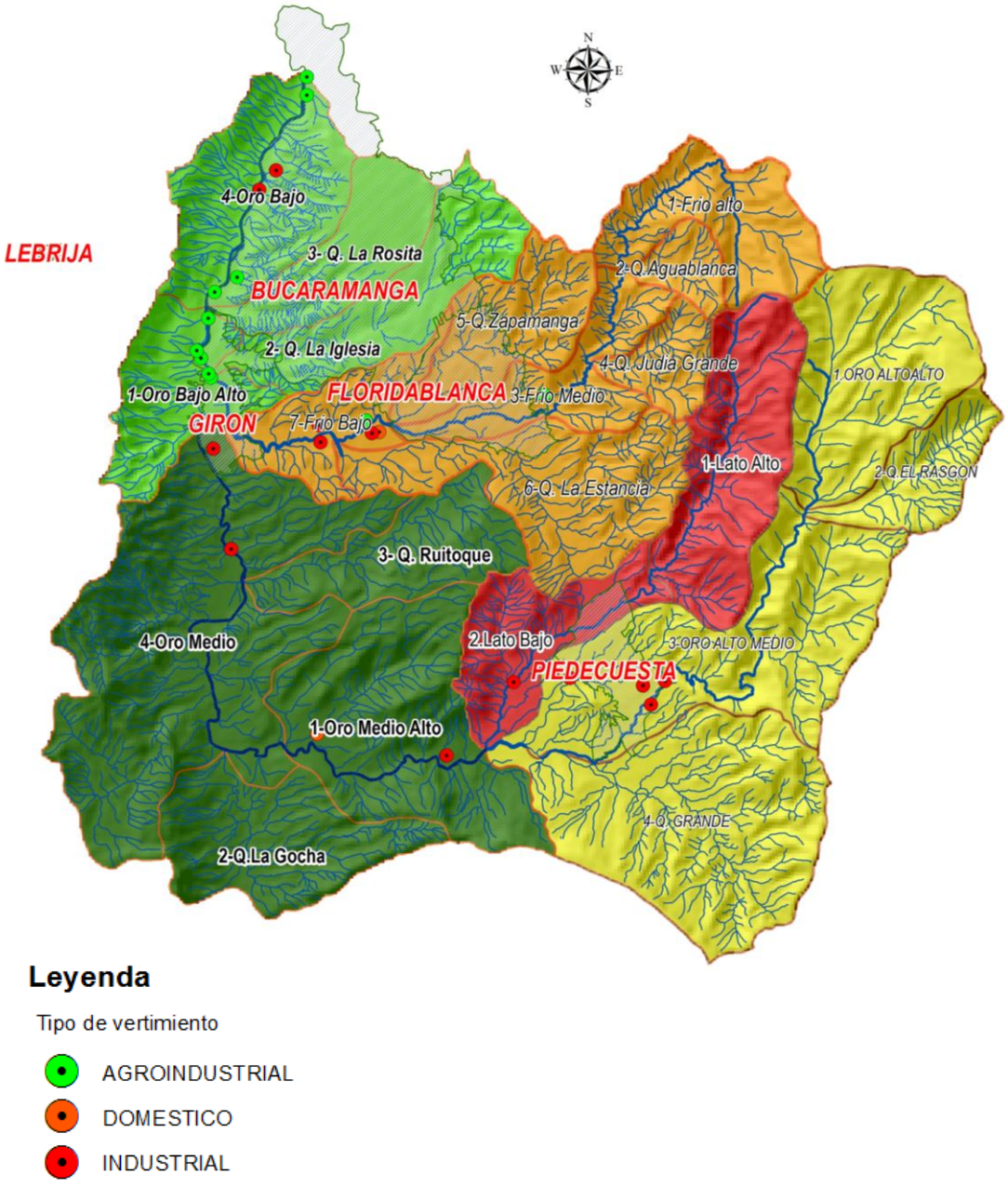
Cuadro 58 Georreferenciación de vertimientos cauce principal Río de Oro, Frío y Lato

ID	DIRECCION	NORTE	ESTE	COTA	TIPO DE VERTIMIENTO	CORRIENTE	CAUDAL (l/s)
1	Cll 12 No. 7 - 70 Brr La Candelaria	1264915	1109796	971	INDUSTRIAL	RÍO LATO	2,27
3	Km 5 Anillo Vial Vía Floridablanca Girón	1273097	1103603	752	INDUSTRIAL	RÍO FRÍO	0,83
4	Cll 45 No. 27-71	1272885	1105522	789	DOMESTICO	RÍO FRÍO	0,00
5	Cl 25 No. 1 W - 56 Urb Los Cisnes	1202702	1113471	983	DOMESTICO	ORO ALTO	0,21
6	Dg 32 No. 30 A - 51 Parque Del Agua	1282996	1106488	716	DOMESTICO	ORO BAJO	0,00
7	Cll 12 No. 7 - 70 Brr La Candelaria	1264955	1114607	0	INDUSTRIAL	ORO ALTO	1,17
8	Km 14 Vía A Zapatoca	1263271	1103545	857	DOMESTICO	ORO MEDIO	9,30
9	Km 6.5 Vía Palenque Café Madrid Sec Oriental Parqu	1281205	1102244	680	INDUSTRIAL	ORO BAJO	0,00
10	Km 5 Anillo Vial Vía Girón Vda Rio Frio A 600 Mts	1272555	1103661	762	INDUSTRIAL	RÍO FRÍO	0,98
11	Calle 31 No. 16-64 B. Centro	1272346	1100240	726	INDUSTRIAL	ORO MEDIO	0,00
12	Km 8 Via Bucaramanga-Rio negro-Vereda Vijagual	1288566	1104647	795	INDUSTRIAL	ORO BAJO	10,62
13	Cr 8 No. 4 - 28 Pi 2	1273206	1105100	783	DOMESTICO	RÍO FRÍO	0,00
14	Kilómetro 3 Vía Palenque-Café Madrid	1277811	1101007	707	AGROINDUSTRIAL	ORO BAJO	0,00
15	Kilómetro 3.981 Anillo Vial Rio Frio	1272844	1105297	783	INDUSTRIAL	RÍO FRÍO	0,00
16	Calle 7 No. 12 - 85 Piedecuesta	1264812	1113914	1038	INDUSTRIAL	ORO ALTO	0,00
17	Kilómetro 2 Via Palogordo Vereda Guatiguara Piedecuesta	1265049	1111588	961	INDUSTRIAL	ORO ALTO	0,00
18	Predio Gaviota Vereda Helechales	1274072	1110772	1187	AGROINDUSTRIAL	RÍO FRÍO	0,00
19	Nuevo Girón	1269148	1100818	770	INDUSTRIAL	ORO MEDIO	31,00
20	Planta Gaseosa Hipinto Guatiguara Piedecuesta	1265270	1111045	953	INDUSTRIAL	RÍO LATO	19,17
21	Subestación eléctrica Guatiguará Piedecuesta	1262579	1107658	892	INDUSTRIAL	ORO MEDIO	0,00

ID	DIRECCION	NORTE	ESTE	COTA	TIPO DE VERTIMIENTO	CORRIENTE	CAUDAL (l/s)
22	Anillo Vial Predio 246 Girón Km 3	1273246	1105100	766	AGROINDUSTRIAL	RÍO FRÍO	0,00
23	Carretera Río Frío 2 -46 Anillo Vial	1273246	1105100	766	AGROINDUSTRIAL	RÍO FRÍO	0,00
24	Autopista sur Km 2 Vía Piedecuesta	1264202	1114168	1040	INDUSTRIAL	RÍO LATO	0,00

Fuente CDMB

Figura 26 Ubicación vertimientos directos corriente principal Río de Oro y sus tributarios Frío y Lato



Vertimientos directos en las corrientes principales de Río de Oro y sus tributarios ríos Lato y Frío

Tipo de Vertimiento	Oro Alto	Oro Medio	Oro Bajo	Frío	Lato	TOTAL
Agroindustrial	0	0	1	3	0	**4**
Doméstico	1	1	9	0	2	**13**
Industrial	3	3	3	3	3	**15**
TOTAL	4	4	13	6	5	

En el siguiente cuadro se referencian los vertimientos sobre el cauce principal de río de Oro y sus tributarios que son objeto de cobro de tasa retributiva.

Cuadro 59 Georreferenciación de vertimientos cauce principal Río de Oro y sus tributarios

ID	ESTABLECIMIENTOS	Tramo	TRAMO	Norte	Este	Cota	TIPO
25	CENTROABASTOS	5	RO-4A-RO-01	1277329	1100293	692	DOMÉSTICO
26	INCUBADORA DE SANTANDER	5	RO-4A-RO-01	1280591	1101707	650	INDUSTRIAL
27	Interceptor R. Oro Margen Derecha	5	RO-4A-RO-12	1274607	1100173	693	DOMÉSTICO
28	Interceptor R. Oro Margen Izquierda	5	RO-4A-RO-13	1274738	1100098	688	DOMÉSTICO
29	El Palenque	5	RO-4A-RO-14	1275232	1099854	692	DOMÉSTICO
30	El Carrizal	5	RO-4A-RO-15	1275472	1099729	690	DOMÉSTICO
31	Zona Industrial Chimitá	5	RO-4A-RO-16	1276499	1100088	680	DOMÉSTICO
32	Villas de San Ignacio - Café Madrid I	5	RO-4A-RO-24	1284186	1103220	623	DOMÉSTICO
33	Café Madrid II	5	RO-4A-RO-25	1283604	1103226	629	DOMÉSTICO

Los vertimientos del cuadro anterior, se encuentran espacializados en la figura 26

3.2.1.3.1.1 Vertimientos y corrientes de agua receptoras. Se tienen cerca de 33 vertimientos de aguas residuales y una PTAR con descarga a las cuatro corrientes que cruzan el sector urbano (Río Frío-3, Q. La Iglesia-10, Río de Oro-14 y Suratá-6), en los tres (3) tramos identificados por la autoridad ambiental, en Río Frío, Río de Oro (RO4A a RO-01) y Suratá (SA-03 a SA-01).

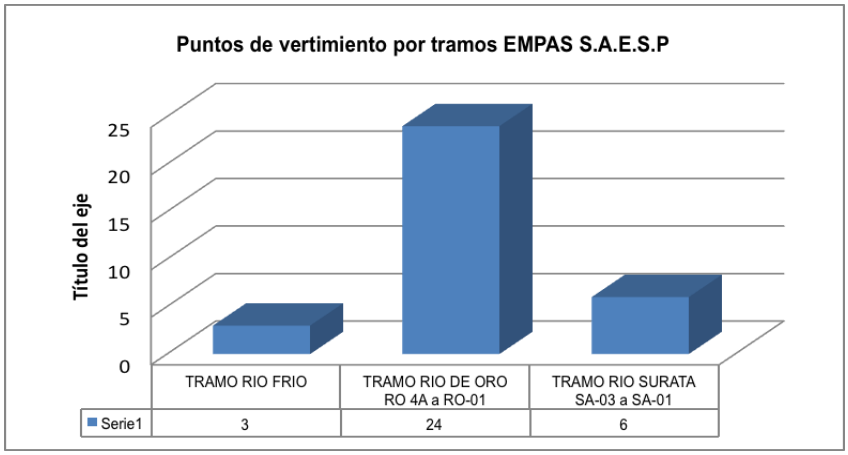
Cuadro 60 Puntos de vertimiento de la EMPAS S.A. E.S.P.

Corriente	Vertimiento	Sistema	Tratamiento y tipo	Puntos
Río Frío	Bypass PTAR Río Frío (eventual en picos)	Rio Frío 1	No	

Corriente	Vertimiento	Sistema	Tratamiento	Puntos
Q. La Iglesia RO4A a RO-01	PTAR Río Frío	Rio Frío 1	Si - Convencional	2
	La Angelina	Río de Oro- La Marino	No	1
	La Flora-Tejar-La Salle	Río de Oro- La Marino	No	
	Nueva Granada - La Victoria	Río de Oro-La Marino	No	
	El Macho- La Bomba	Río de Oro-La Marino	No	
	La Guacamaya	Río de Oro-La Marino	No	
	Manuela Beltrán - Ciudad Venecia	Río de Oro-La Marino	No	
	Ciudadela Sur - Barrio Bucaramanga	Río de Oro-La Marino	No	
	Diamante II - San Luis	Río de Oro-La Marino	No	10
	El Porvenir	Río de Oro-La Marino	No	
	La Chocoíta	Río de Oro-La Marino	No	
	La Esmeralda	Río de Oro-La Marino	No	
Río de Oro RO4A a RO-01	Interceptor Río de Oro Margen Derecha	Río de Oro-La Marino	No	
	Interceptor Río de Oro Margen Izquierda	Río de Oro-La Marino	No	
	El Palenque	Río de Oro-La Marino	No	
	El Carrizal	Río de Oro-La Marino	No	5
	Zona Industrial Chimitá	Río de Oro-La Marino	No	
	Q. La Rosita	Meseta - Río de Oro	Si - No Convencional	
	Q. La Joya	Meseta - Río de Oro	Si - No Convencional	
	Q. Seca	Meseta - Río de Oro	Si - No Convencional	
	Q. La Cuyamita	Meseta - Río de Oro	Si - No Convencional	
	Q. Las Navas	Meseta - Río de Oro	Si - No Convencional	7
	Q. Chapinero	Meseta - Río de Oro	Si - No Convencional	
	Q. La Picha	Meseta - Río de Oro	Si - No Convencional	
	Villas de San Ignacio - Café Madrid I	Norte-Río de Oro	No	
	Café Madrid II	Norte-Río de Oro	No	2
Río Suratá SA-03 a SA-0	Vegas de Morrorico Parte Alta	Norte-Suratá	No	

Corriente	Vertimiento	Sistema	Tratamiento	Puntos
	Vegas de Morrorico Parte Baja	Norte-Suratá	No	
	Chitota	Norte-Suratá	No	
	Barrio Nuevo-La Escuadra	Norte-Suratá	No	5
	Barrio las Delicias	Norte-Suratá	No	
	Emisario Suratá-Kennedy	Norte-Río de Oro	No	1

Gráfica 12 Puntos de vertimientos por tramo.



Puntos de vertimientos en el área de influencia de la EMPAS S.A. E.S.P. En el siguiente cuadro se encuentran los puntos de vertimiento sobre rio Frio y Rio de Oro con la ubicación geo referenciada.

Cuadro 61 Georreferenciación vertimientos e interceptores

No.	*IDENTIFICACION PUNTOS DE VERTIMIENTOS*	*FUENTE RECEPTORA*	*COORDENADAS*		
			NORTE	ESTE	ALTURA
1	Bypass PTAR Río Frío (eventual picos)	RIO FRIO	1273164	1105317	765
2	PTAR Río Frío		1272699	1104463	749
3	La Angelina		1272913	1103889	749
4	La Flora-Tejar-La Salle	Q. LA IGLESIA RO-4A a RO-01	1276574	1106520	855
5	Nueva Granada - La Victoria		1276392	1106109	845
6	El Macho- La Bomba		1105592	1276091	845
7	La Guacamaya		1276174	1105428	843
8	Manuela Beltrán - Ciudad Venecia		1275996	1105293	829
9	Ciudadela Sur - Barrio Bucaramanga		1275938	1105150	829

No.	IDENTIFICACION PUNTOS DE VERTIMIENTOS	FUENTE RECEPTORA	COORDENADAS		
			NORTE	ESTE	ALTURA
10	Diamante II - San Luis	RIO DE ORO RO-4A a RO-01	1275855	1105052	823
11	El Porvenir		1104085	1275601	791
12	La Chocoíta		1275064	1101576	718
13	La Esmeralda		1274897	1100424	703
14	Interceptor R. Oro Margen Derecha		1274607	1100173	693
15	Interceptor R. Oro Margen Izquierda		1274738	1100098	688
16	El Palenque		1275232	1099854	692
17	El Carrizal		1275472	1099729	690
18	Zona Industrial Chimitá		1276499	1100088	680
19	Q. La Rosita		1276468	1101780	722
20	Q. La Joya		1277155	1102429	754
21	Q. Seca		1277189	1102073	734
22	Q. La Cuyamita		1278222	1101187	675
23	Q. Las Navas		1281094	1102307	642
24	Q. Chapinero		1281666	1102325	635
25	Q. La Picha		1282371	1102601	654
26	Villas de San Ignacio - Café Madrid I		1284186	1103220	623
27	Café Madrid II		1283604	1103226	629

Anexo 12. Vertimientos Subcuenca Río de Oro.

Mapa 9. Ubicación vertimientos subcuenca Río de Oro.

3.2.1.4 (J-d) Inventario, georreferenciación y descripción de obras de ocupación de cauce. Se realizó la revisión de 56 Expedientes de Ocupación de Cauce que tiene en su inventario la CDMB y se obtuvo la siguiente información:

Cuadro 62 Estructuras ocupación de cauce subcuenca río de Oro

Tipo de estructura	Cantidad
Puente	12
Gaviones	9
Muro de contención	9
Canalización	5
Construcción de bocatoma	5
Cunetas	4
Box coulver	3
Pedraplen	2

Tipo de estructura	Cantidad
Alcantarilla	1
Cimentación tipo caison	1
Disipador de energía	1
Tubería elevada	1
No definida	1
Total	**54**

Las estructuras de mayor incidencia son los puentes (12) y las estructuras de estabilización de taludes o laderas como los gaviones (9) y los muros de contención (9).

En el siguiente cuadro se referencian las estructuras de ocupación de cauce por microcuenca.

Cuadro 63 Estructuras de ocupación de cauce por microcuenca

No.	EXPEDIENTE	MICROCUENCA	C.C./N.I.T.	NOMBRE DEL PROYECTO	TIPO DE ESTRUCTURA
1	OC-0001- 2011	ORO BAJO	900127723-8	Construcción de la estación de transferencia de Provenza occidental del sistema integrado de transporte masivo del amb, celebrado con la sociedad metro línea s.a.	Gaviones
2	OC-0002-2011	RÍO FRÍO	800222937-0	Protección talud quebrada aran zoque sector mediterránea	Gaviones
3	OC-0004-2009	RÍO FRÍO	C.E Nº 149.344	Adecuación y estabilización de talud salón de asambleas de los testigos de jehová	Muro de contención Gaviones Disipadores de energía
4	OC-0004-2010	RÍO FRÍO	890200877-1	Acceso vial proyecto urbanización Benedicto xvi, con empalme al acceso de la Turena	Puente Muro de contención
5	OC-0006-2010	RÍO FRÍO		Construcción puente sobre el rio frio, transversal el bosque	Puente Muro de contención
6	OC-0001-2012	ORO MEDIO		Puente vehicular sencillo sobre la quebrada Ruitoque vereda valle de Ruitoque bajo sector uno	Puente
7	OC-0002-2010	RÍO FRÍO	900-237.213-5	Canalización en concreto reforzado quebrada la ronda.	canalización
8	OC-0004-2007	RÍO FRÍO		Construcción del sistema integrado de transporte masivo para el área metropolitana de Bucaramanga, tramo Kennedy – quebrada seca, Provenza – papi quiero piña y par vial carrera 27 (UIS – quebrada seca)	Puente Muro de contención
9	OC-0004-2012	RÍO FRÍO	900258560-6	Inclusión de punto de ocupación de cauce	Tubería elevada
10	OC-0005-2010	RÍO FRÍO		Construcción puente sobre el rio frio, transversal el bosque"	Puente Muro de contención
11	OC-0005-2012	RÍO FRÍO		Protección contra inundación del predio referido	Gaviones
12	OC-0005-2011	ORO BAJO	13,831,865 - 890200162-2	Via sustituta etapa i, obra complementaria del proyecto desviación y presa sobre el r. Tona	Box coulver PUENTE
13	OC-0008-2010	ORO BAJO	8,736,402 900124681-3	Ampliación doble calzada tramo 10: sector puente el bueno - la Salle	box coulver

No.	EXPEDIENTE	MICROCUENCA	C.C./N.I.T.	NOMBRE DEL PROYECTO	TIPO DE ESTRUCTURA
14	OC-0001-2008	ORO BAJO		Cruce subfluvial por perforación dirigida en el rio de oro y cruce sub-fluvial a cielo abierto en la qda. Chimita	Muro de contención
15	OC-0002-2011	RÍO FRÍO	42.754.633 - 800222937-0	Protección talud qda Aranzoque sector mediterránea	gaviones
16	OC-0006-2013	RÍO FRÍO	91.219.422 800008307-4	Obra civil (para captar el agua concesionada según resolución 001550 de diciembre 19 de 2012)	Construcción de una bocatoma
17	OC-0008-2013	ORO MEDIO		Instalación de una base para evitar socavación del suelo y protección del lindero con cerca en malla galvanizada o muro y/o gaviones	gaviones
18	OC-0012-2011	RÍO FRÍO	91.486.445 804012721-0	Construcción muro paralelo a la quebrada Aranzoque	Muro de contención
19	OC-0015-2012	ORO ALTO		Construcción de un caisson para la columna de la rampa correspondiente a la modificación del puente el palmichal	CIMENTACIÓN TIPO CAISSON
20	OC-0016-2012	RÍO FRÍO	42.754.633 800222937-0	Const. Cabezote entrega sistema de alcantarillado pluvial proyecto el olimpo	Alcantarilla
21	OC-0019-2012	RÍO FRÍO	13.872.870 900483472-1	Canalización del cauce mediante gaviones revestido en concreto	Muro de contención Gaviones
22	OC-0002-2012	ORO BAJO	79.143.326 860002523-1	Ocupación de cauce en beneficio del proyecto de explotación de material de arrastre título minero 17366	pedraplén
23	OC-0003-2012	ORO MEDIO	5.637.935 804006377-5	Construcción de un tanque desarenador y un cilindro de captación de aguas	Construcción de una bocatoma
24	OC-0006-2010	ORO MEDIO	804.008.000-3	Construcción box coulver y puente vía acceso al relleno sanitario parque Chocoa	puente
25	OC-0008-2009	ORO MEDIO		Construcción muro presa sobre la fuente innominada de código 16	Construcción de una bocatoma
26	OC-0011-2012	ORO BAJO	63.481.319	Construcción puente vehicular sobre la quebrada las macanas	puente

No.	EXPEDIENTE	MICROCUENCA	C.C./N.I.T.	NOMBRE DEL PROYECTO	TIPO DE ESTRUCTURA
27	OC-0021-2012		900236068-9	Estabilización de taludes y canalización en las fuentes qdas los angelinos y qda el mamón	canalización Muro de contención
28	OC-0004-2007	RÍO FRÍO	91,203,573	Construcción del sistema integrado de transporte masivo para el área metropolitana de bga tramo Kennedy, qda seca, Provenza -papi quiero piña y par vial cra 27 (UIS - qda seca)	cunetas saco-suelo pedraplén
29	OC-00013-2011		890200162-2	Buga zona de disposición de materiales de excavación zodme los monos	cunetas saco-suelo CUNETAS EN PIEDRA PEGADA
30	OC-0005-2009	ORO MEDIO	37.946.435 804008000-3	Construcción puente vehicular sobre el rio de oro	puente
31	OC-0005-2010	RÍO FRÍO	63.286.475	Construcción puente sobre el rio frio de la transversal el bosque	puente
32	OC-0005-2012	RÍO FRÍO	91'481.088 804014426-1	Control de cauce de la quebrada Mensulí	Gaviones
33		ORO BAJO		Construcción interceptor rio de oro margen derecha VI etapa- sector saceites	Canalizacion
34	OC-0003- 2.009 Solicitud 16467	ORO MEDIO		Construcción muro presa en concreto sobre la fuente innominada de código 58-22-16.	Construcción de una bocatoma
35	OC-0011- 2.009 Solicitud 17197	ORO BAJO	900124681-3	Construcción de dos (2) puentes vehiculares sobre el rio de oro.	Puente
36	OC-0008- 2.011 Solicitud 20461			Puente Sobre El Rio De Oro Sector Barroblanco	Puente
37	OC-0009- 2.011 Solicitud 20481		804005441-4	Construcción captación toma la peña sobre el rio de oro sector Barroblanco	Construcción de una bocatoma
38	OC-0013- 2.010 Solicitud 18695		890203522-4	Mejoramiento del alineamiento de cauce, estabilización de taludes y control de erosión.	canalización
39				Adecuación a tercer carril de la doble calzada existente desde Floridablanca (papi quiero piña) hasta Piedecuesta (estación de servicios el molino)	cunetas
40	OC-0007- 2.009	ORO ALTO		Ampliación a dos calzadas vía guatiguara, entre pizza	no definida

No.	EXPEDIENTE	MICROCUENCA	C.C./N.I.T.	NOMBRE DEL PROYECTO	TIPO DE ESTRUCTURA
	Solicitud 16966			ritmo y puerto nuevo.	
41	OC-0008- 2.012	ORO ALTO		Colombia Humanitaria. Control de cauce del Río de Oro, sector la Candelaria- Piedecuesta.	gaviones
42	OC-0010- 2.009 Solicitud 17195	ORO ALTO	890200463-4	Manejo de aguas lluvias en el lote de gaseosas Hipinto s.a.	canalizacion
43	OC-0012- 2.013 Solicitud 22984	ORO ALTO	830017265-0	"Construcción De Box Culver Diagonal Para Dar Paso Vehicular Y Encausar El Agua"	box coulver

Anexo 13. Inventario obras de ocupación de cauce Subcuenca Río de Oro.

Mapa 10. Inventario Obras de Ocupación de Cauce Subcuenca Río de Oro.

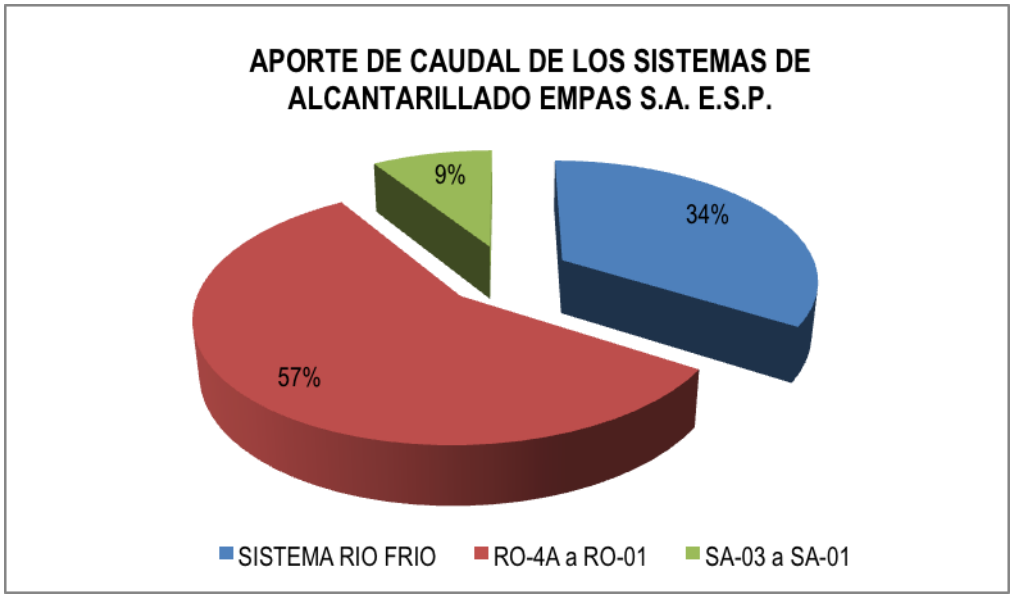
Otras obras hidráulicas. Según la información suministrada por el estudio de valoración de la red de alcantarillado propiedad de la CDMB, elaborado por esa entidad para estimar el aporte de activos a EMPAS y basado en estimativos del consultor la longitud estimada de redes instaladas al 2007, es del orden de 813 km (58% Bucaramanga, 27% Floridablanca, 15% Girón,) dato que incluye los sistemas tanto separado como combinado en los tres municipios.

Cuadro 64 Cuantificación infraestructura de alcantarillado área metropolitana – 2007

	MUNICIPIO				
INFRAESTRUCTURA	**B/MANGA**	**FLORIDAB.**	**GIRÓN**	**TOTAL**	**Distribución**
1. Alcantarillado (m)					
a. Sanitario	35.000	68.312	58.558	161.870	20%
b. Pluvial	15.000	47.294	34.968	97.262	12%
c. Combinado	418.942	105.127	30.002	554.071	68%
Subtotal alcant. (m):	**468.942**	**220.733**	**123.528**	**813.203**	**100%**
Distribución:	58%	27%	15%		
2. Pozos (u)	**9.230**	**5.570**	**3.200**	**18.000**	
Distribución:	51%	31%	18%		
3. Sumideros (u)	**9.100**	**6.100**	**2.800**	**18.000**	
Distribución:	51%	34%	16%		

Fuente. Cálculos Estudio de Valoración de alcantarillado y ajustes de la EMPAS

Gráfica 13. Infraestructura del alcantarillado en el año 2007



Cuadro 65 Dimensiones y distribución del alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca y Girón-2006

DIÁMETRO	I-INVENTARIO DE REDES			
	LONGITUD		DISTRIBUCIÓN	
	INDIVIDUAL	ACUMULADO	INDIVIDUAL	ACUMULADO
	(m)		(%)	
8”	272.346	272.346	35,7	35,7
10”	145.490	417.836	19,1	54,7
12”	86.803	504.639	11,4	66,1
14”	33.971	538.610	4,5	70,6
16”	50.787	589.396	6,7	77,2
18”	23.995	613.391	3,1	80,4
21”	32.194	645.585	4,2	84,6
24”	34.412	679.997	4,5	89,1
27”	11.353	691.350	1,5	90,6
30”	16.225	707.575	2,1	92,7
33”	5.023	712.598	0,7	93,4
36”	10.018	722.615	1,3	94,7
1 m	11.076	733.691	1,5	96,1
1,1 m	5.998	739.689	0,8	96,9
1,2 m	5.601	745.290	0,7	97,7
1,3 m	6.315	751.605	0,8	98,5
1,4 m	2.489	754.094	0,3	98,8
1,5 m	3.473	757.567	0,5	99,3
1,6 m	2.314	759.881	0,3	99,6
2 m	1.018	760.899	0,1	99,7
1,8 m	808	761.707	0,1	99,8
2,15 m	420	762.127	0,1	99,9
2,29 m	783	762.910	0,1	100
2,44 m	295	763.205	0,04	100
TOTAL	763.205	763.205	100	100

Fuente. Cálculos Estudio de Valoración de alcantarillado, 2006

Cuadro 66 Interceptores construidos Sistema Río Frío (1984-2007)

SUBSISTEMA-INTERCEPTOR	LONGITUD (m)
I. SUBSISTEMA ZAPAMANGA	
1. Emisario Santa Inés - Las Minas	855

SUBSISTEMA-INTERCEPTOR	LONGITUD (m)
I. SUBSISTEMA ZAPAMANGA	
2. Int. El Penitente	1.405
3. Int. La Tolima	270
4. Int. Altoviento - Las Mojarras	1.377
5. Int. Nororiental La Cumbre - Las Pilas	1.836
6. Int. La Calavera	1.005
7. Int. El Dorado	450
8. Int. Pedregoza - Autopista	1.875
9. Int. Zapamanga I a V	4.600
Subtotal Zapamanga:	**13.673**
II. SUBSISTEMA RÍO FRÍO	
10. Int. Perimetral La Cumbre	1.620
11. Int. Suratoque	780
12. Int. La Ronda	1.450
13. Int. Aranzoque Parte Alta	320
14. Int. Cañada Florida	1.040
15. Int. Río Frío Margen Derecha	555
16. Int. Aranzoque Parte Baja	2.750
17. Int. La Chiquita	1.260
18. Int. La Cuellar	2.750
19. Int. Río Frío I a IV	5.220
Subtotal Río Frío:	17.745
Total Sistema Río Frío:	31.418

Fuente. PISAB y Coordinación EI – EMPAS

Cuadro 67 Interceptores construidos (1984 a 2007) – Sistema Río de Oro- La Marino

SUBSISTEMA-INTERCEPTOR	LONGITUD (m)
I. SUBSISTEMA RÍO FRÍO - GIRÓN	
20. Int. Vereda Malpaso	952
21. Plan Maestro Malpaso - Sur	1.036
22. Emisario La Angelina	2.190
23. Int. Río Frío Margen Izquierda	1.890
24. Int. Río Frío Margen Derecha	650
Subtotal Río Frío- Girón:	**5.766**
II. SUBSISTEMA Q. LA IGLESIA	
25. Int. La Flora I a III	3.260

SUBSISTEMA-INTERCEPTOR	LONGITUD (m)
26. Int. El Macho	1.610
27. Int. La Bomba	415
28. Int. La Guacamaya	1.640
29. Emisario La Hoyadita	570
30. Vertimiento Manuela Beltrán	650
31. Emisario La Hoyada	440
32. Emisario La Chocoita	1.400
33. Int. Q. La Iglesia	7.835
Subtotal Q. La Iglesia:	**17.820**
III. SUBSISTEMA RÍO DE ORO	
34. Interceptor Las Nieves	980
35. Interceptor El Padre Jesús	1.150
36. Int. Río de Oro Margen Izquierda	1.876
37. Int. El Carrizal I	547
38. Int. Río de Oro I a V	3.900
39. Int. Río de Oro VI	1.500
Subtotal Río de Oro:	**9.953**
Total Sistema Río de Oro:	**33.539**

Fuente. PISAB y Coordinación EI – EMPAS

3.2.1.5 Usos del agua Subcuenca Río Oro. Para determinar los usos del agua, se realizó el análisis de la solicitud de aprovechamiento del recurso hídrico en las concesiones de agua Jurídicas y naturales, además de las concesiones vencidas.

- **Uso y Aprovechamiento recurso Hídrico Subcuenca río de Oro, por usuarios naturales.** La siguiente es la descripción general y por microcuenca de aprovechamiento del recurso hídrico.

  - **Subcuenca río de Oro Persona Natural.** El siguiente es el consolidado del aprovechamiento del recurso hídrico de la subcuenca.

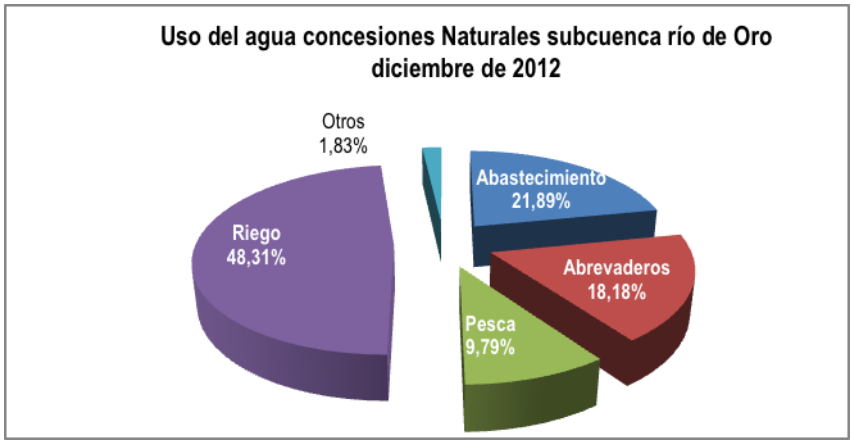
Cuadro 68. Usos del agua concesiones persona Naturales subcuenca de río de Oro

USOS DEL AGUA SUBCUENCA RÍO DE ORO PERSONA NATURAL					
ABASTECIMIENTO (l/s)	ABREVADEROS (l/s)	PESCA (l/s)	RIEGO (l/s)	OTROS (l/s)	TOTAL
32,84	27,28	14,68	72,49	2,74	150,04

Fuente. CDMB

En el cuadro anterior, se determina que el total de agua concesionada a Personas Naturales en la subcuenca de río de Oro, correspondiendo a un caudal de 150,04 l/s, siendo el riego el mayor caudal otorgado en la Subcuenca.

Gráfica 14 Usos del agua concesiones persona Naturales subcuenca de río de Oro



Fuente. CDMB

- **Uso y aprovechamiento de recurso hídrico por subcuenca Persona Natural.** En los siguientes cuadro y figuras, se determinará el uso del agua por microcuenca

Cuadro 69. Uso del agua microcuencas de la subcuenca río de Oro

USO DE AGUA MICROCUENCAS SUBCUENCA RÍO DE ORO PERSONA NATURAL					
MICROCUENCA	**ABASTECIMIENTO (l/s)**	**ABREVADEROS (l/s)**	**PESCA (l/s)**	**RIEGO (l/s)**	**OTROS (l/s)**
Río Frío	3,349	3,447	6,276	6,094	0,990
Río Lato	5,498	1,189	5,163	8,235	0,000
Oro Alto	4,786	15,461	0,464	21,903	0,725
Oro Medio	17,552	5,794	2,750	27,606	0,198
Oro bajo	1,659	1,389	0,003	7,738	0,830

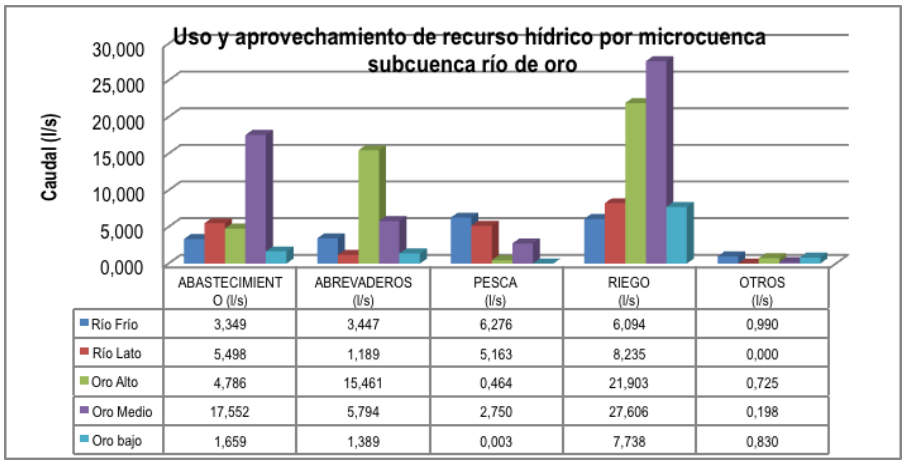
Dentro de los requerimientos para una acertada reglamentación de la subcuenca de río de oro es necesario establecer los usos actuales reales del recurso hídrico del área de estudio, que permitan cruzar y sintetizar información de usos del recurso hídrico, con los usos de los suelos establecidos por el POMCA, su compatibilidad y conflictos por uso inadecuado, y la posterior generación de usos futuros acorde con las potencialidades identificadas y la proyección de demanda de agua. En el cuadro anterior se expresa por microcuenca los caudales otorgados para el uso y aprovechamiento del recurso hídrico en el área de drenaje en estudio y permite identificar de manera general sus usos.

Para ser más específicos se puede observar la matriz de censo de usuarios, en la cual se encuentra identificado y discriminado por concesión la información detallada del otorgamiento de agua por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

Anexo 14. Usos del recurso hídrico persona natural Río de Oro.

Mapa 11 Usos del recurso hídrico persona natural Río de Oro.

Gráfica 15 Uso del agua de la subcuenca río de Oro



	ABASTECIMIENTO (l/s)	ABREVADEROS (l/s)	PESCA (l/s)	RIEGO (l/s)	OTROS (l/s)
Río Frío	3,349	3,447	6,276	6,094	0,990
Río Lato	5,498	1,189	5,163	8,235	0,000
Oro Alto	4,786	15,461	0,464	21,903	0,725
Oro Medio	17,552	5,794	2,750	27,606	0,198
Oro bajo	1,659	1,389	0,003	7,738	0,830

Fuente. CDMB

En el siguiente cuadro se referencian los usos del agua de las concesiones naturales otorgadas sobre las corrientes principales de los ríos Oro, Lato y Frío

Cuadro 70 Uso del agua concesiones persona natural corriente principal del río de Oro y sus tributarios Lato y Frío

USO DE AGUA CONCESIONES PERSONA NATURAL CORRIENTE PRINCIPAL DEL RÍO DE ORO Y SUS TRIBUTARIOS LATO Y FRÍO						
MICROCUENCA	**ABASTECIMIENTO (l/s)**	**ABREVADEROS (l/s)**	**PESCA (l/s)**	**RIEGO (l/s)**	**OTROS (l/s)**	**TOTAL**
Río Frío	0,04	1,761	4,1666	0,5	0,1389	6,6065
Río Lato	0,1526	0,9608	3,5877	1,4091	0	6,1102
Oro Alto	0,0763	0,0841	0,3125	0,7146	0,6706	1,8581
Oro Medio	0,0000	0,0572	0,4315	5,0896	0,0379	5,6162
Oro Bajo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0
TOTAL	**0,2689**	**2,8631**	**8,4983**	**7,7133**	**0,8474**	**20,191**

- **Subcuenca río de Oro Persona Jurídica.** El siguiente es el consolidado del aprovechamiento del recurso hídrico de la subcuenca

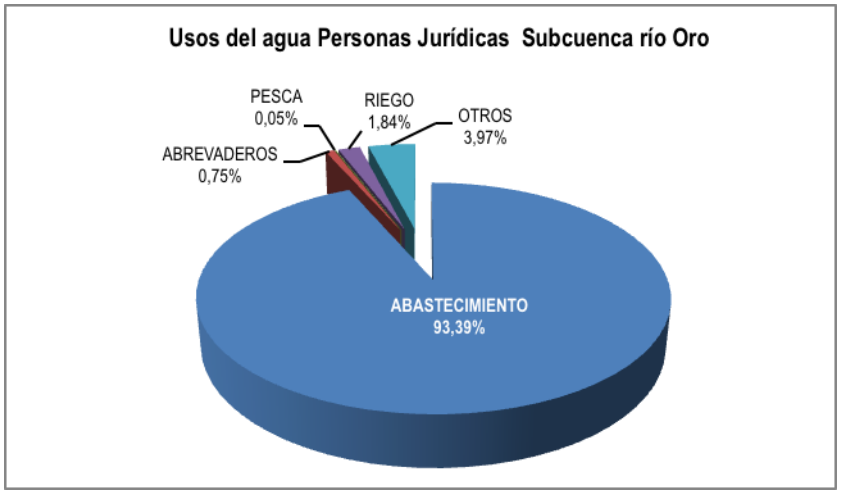
Cuadro 71. Usos del agua Persona Jurídica subcuenca río de Oro

USO DE AGUA MICROCUENCAS SUBCUENCA RÍO DE ORO PERSONA JURÍDICA					
ABASTECIMIENTO (l/s)	ABREVADEROS (l/s)	PESCA (l/s)	RIEGO (l/s)	OTROS (l/s)	TOTAL (l/s)
933,538	7,469	0,527	18,373	39,678	999,585

Fuente. CDMB

En el cuadro anterior, se determina que el total de agua concesionada a Personas Jurídicas en la subcuenca de río de Oro, correspondiendo a un caudal de 999,585 l/s, siendo el abastecimiento el mayor caudal otorgado en la Subcuenca. Es importante resaltar que Piedecuestana de Servicios cuenta con dos bocatomas, una en río Lato con un caudal otorgado de 263, 91 8 (l/s) y otro en Oro Alto con un caudal de 647,401 (l/s).

Gráfica 16. Usos del agua Persona Jurídica subcuenca Río de Oro



Fuente. CDMB

- **Uso y aprovechamiento de recurso hídrico por subcuenca Persona Jurídica.** En el siguiente cuadro y figura, se determinará el uso del agua por microcuenca

Cuadro 72. Uso del agua Persona Jurídica microcuencas de la subcuenca río de Oro

MICROCUENCA	ABASTECIMIENTO (l/s)	ABREVADEROS (l/s)	PESCA (l/s)	RIEGO (l/s)	OTROS (l/s)
Río Frío	2,876	1,434	0,000	11,549	6,050
Río Lato	263,911	1,161	0,145	2,044	19,405
Oro Alto	647,401	0,732	0,083	0,506	8,673
Oro Medio	18,390	2,968	0,149	2,975	0,226
Oro bajo	0,959	1,174	0,150	1,299	5,325

Fuente. CDMB

En abastecimiento, hace referencia al consumo humano, en el caso de las naturales para las actividades diarias de las personas solicitantes de las concesiones, especialmente para consumo. Si es el caso de concesiones jurídicas es principalmente para los empleados de empresas que tienen sus actividades en el área de estudio como: avícolas, recreacionales, cementeras, constructoras, empresas de químicos, ladrilleras, estaciones de servicios, empresas prestadoras de servicios públicos, centros de educación superior, básica y primaria, urbanizaciones, cementerios entre otras.

Para los usos de abrevaderos, se presentan actividades principalmente avícolas y bovinas y en menor escala, caprinas, equinas y porcinas.

Para actividades de pesca, los principales caudales otorgados son para el cultivo de trucha en las áreas altas de subcuenca.

Por el área de drenaje contar con elevaciones desde los 900 a los 3500 msnm, se encuentra gran variedad de cultivos como: cacao, yuca, frutales, cítricos, pastos, hortalizas y actividades de viveros entre otras.

Dentro de los usos clasificados como otros en el cuadro anterior, pertenece el uso industrial entre las que se encuentran actividades como la producción de concreto, lavado de carros, transformación de arcillas y otros comerciales como centros recreacionales.

Anexo 15. Uso del recurso hídrico persona jurídica subcuenca del río de Oro.

Mapa 12 Usos del recurso hídrico persona Jurídica subcuenca del río de Oro.

En el siguiente cuadro se referencian los usos del agua de las concesiones persona jurídica otorgadas sobre las corrientes principales de los ríos Oro, Lato y Frío

Cuadro 73 Uso del agua concesiones persona jurídica corriente principal del río de Oro y sus tributarios Lato y Frío

USO DE AGUA CONCESIONES PERSONA JURÍDICA CORRIENTE PRINCIPAL DEL RÍO DE ORO Y SUS TRIBUTARIOS LATO Y FRÍO						
MICROCUENCA	**ABASTECIMIENTO (l/s)**	**ABREVADEROS (l/s)**	**PESCA (l/s)**	**RIEGO (l/s)**	**OTROS (l/s)**	**TOTAL**
Río Frío				1,4051	3,6891	**5,0942**
Río Lato	263,8836	0,6401	0,1447	0,4983	19,4051	**284,5718**
Oro Alto	647,0092	0,3183	0,0833	0,3485	8,4136	**656,1729**
Oro Medio	7,5000	1			0,1735	**8,6735**
Oro Bajo				0,2604	1,3400	**1,6004**
TOTAL	**918,3928**	**1,9584**	**0,228**	**2,5123**	**33,0213**	**956,1128**

3.2.1.6 Informe inventario de agroquímicos y plaguicidas en la microcuenca alta y media del río de Oro. El objetivo de esta actividad es realizar la identificación e inventario de los agroquímicos y plaguicidas utilizados en las actividades agrícolas representativas que se encuentran en las áreas productivas de las microcuencas de rio de Oro Alto y Medio con el propósito de determinar los compuestos activos de los productos y de esta manera determinar el espectro químico a evaluar en el monitoreo de calidad del agua para el plan de ordenamiento del recurso hídrico del Rio de Oro, Lato y Frio. Se realizó un recorrido por las fincas ubicadas en la parte alta del rio de Oro (veredas Santa Rita, Los Cristales, la Loma y Sevilla) donde se observaron áreas cultivadas con mazorca, papa, apio, cebolla, frijol pero los de mayor influencia es el de mora y arveja que requieren de un gran manejo por las necesidades nutricionales de las plantas, el suelo (sustrato) con baja fertilidad y las fuertes condiciones meteorológicas de la zona (alta precipitación y bajas temperaturas). En el sector de la microcuenca media del rio de Oro encontramos principalmente cultivos de cítricos, piña y tabaco en mayor cantidad seguido de algunos de menor incidencia como plátano, papayas y habichuela, es importante resaltar que algunos cultivos como el pepino y el tomate se han ido acabando debido al alto costo de los insumos para su mantenimiento y desarrollo de los mismos según le expresa la comunidad del sector.

Fotografía 9 Cultivos Cítricos



Cultivo Cítricos
N 1262558
E 1107212
892 msnm.

Fotografía 10 Cultivos Cítricos



Cultivo Cítricos
N 1262353
E 1106152
886 msnm.

Fotografía 11 Cultivos Cítricos



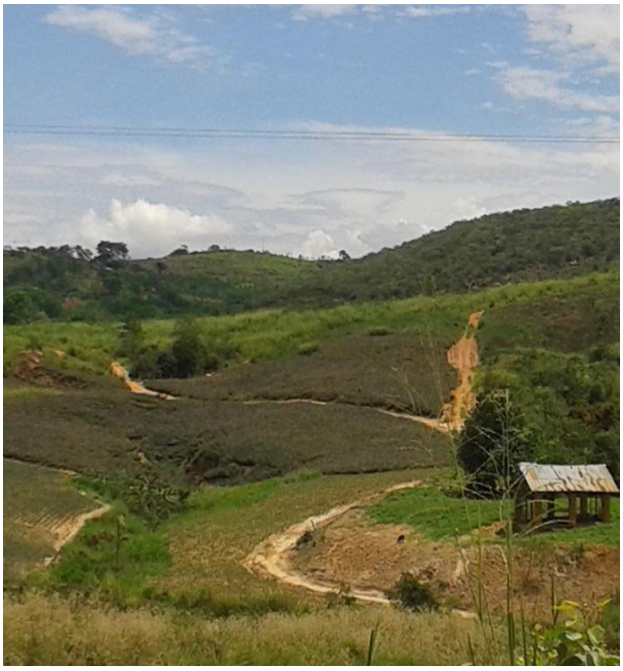
Cultivo Cítricos
N 1262112
E 1105803
902 msnm.

Fotografía 12 Cultivos de Tabaco



Cultivo Tabaco
N 1263082
E 1103359
957 msnm

Fotografía 13 Cultivos de Piña



Cultivo Piña
N 1263994
E 1102286
890 msnm

En la zona media de rio de Oro escontramos suelos acidos, franco arcillosos y que son parcialemente fertiles pero dependiendo de los cultivos se agregan fertilizantes organicos y quimicos.

Se ha determinado mediante los charlas con la comunidad que hay ausencia del estado debdio a que no tienen asistencia tecnica por parte de la autoridades territoriales(UMATA), y el ICA se presente de forma no muy periodica ne sector,asi mismo los que estan de forma contnua por las fincas son los distribuidores de agroquimicos y plaguicidas ofreciendo sus productos, el SENA Y una asociacion denominada ASOFRUCOL.

- **Analisis de la informacion de campo.** Es importante mencionar que se aplica cal dolomítica al suelo con el fin de estabilizar su PH, el cual es muy ácido y sin ningún tratamiento afecta el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

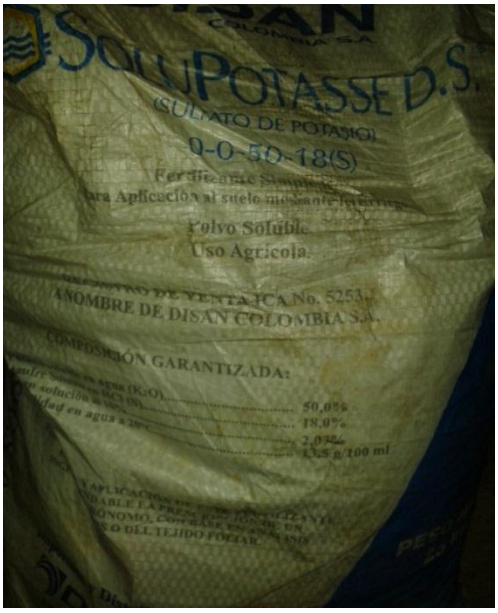
Para la preparación del terreno para los cultivos se utilizan los siguientes productos:

Fotografía 14 Fertilizantes químicos



Abocol Triple Quince

Fotografía 15 Fertilizantes químicos Subcuenca río de Oro



Sulfato de Potasio

Cuadro 74 Herbicidas de mayor incidencia en la zona de estudio

No.	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	ORIGEN	COMPUESTO ACTIVO	OBSERVACIONES
1	Gallinaza	gallinaza	Orgánico	Microorganismos y materia orgánica	Es un gran aportante de nutrientes y mantiene un equilibrio con la micro fauna y flora del suelo, pero si no están bien compostados puede originar problemas por hongos generando problemas sanitarios en el cultivo.
2	Compost	Compost			
3	Estiércol fresco o parcialmente seco	Estiércol	Orgánico	Microorganismos y materia orgánica	Cuando se composta con otros subproductos generados en la actividad agrícola puede ser de gran utilidad para el suelo, pero si se aplica directamente puede aumentar la acidez del suelo o quemar la cobertura vegetal si se aplica sobre la misma.

No.	NOMBRE COMUN	NOMBRE COMERCIAL	ORIGEN	COMPUESTO ACTIVO	OBSERVACIONES
4	Triple quince	Abocol triple quince 15-15-15	Químico	Nitrógeno total 15% Fosforo 15% Potasio 15%	Su aplicación debe ser tecnificada y tener como base un estudio de suelos y análisis foliar, es importante decir que debido a la alta pluviosidad de la zona los nutrientes son desplazados "lavados" del suelo, por lo cual se deben agregar y suministrar nutrientes básicos para el crecimiento y desarrollo de las plántulas.
5	Cafetero	Ciamsa Abono Cafetero 25-4-24	Químico	Nitrógeno total 25% Fosforo 4% Potasio 24%	
6	Sulfato de Potasio	Abocol Sulfato de Potasio	Químico	Sulfato de potasio	

El control de la maleza en los cultivos se realiza de dos formas:

Rocería manual y/o mecánica realizada por los campesinos de forma periódica cuando tienen el personal disponible y son fincas con gran desarrollo técnico, pero lamentablemente son muy pocas quien tienen este avance. Los herbicidas químicos que se están utilizando de forma indiscriminada y que solo tienen la asistencia técnica de las empresas distribuidoras de los productos, por lo cual se está deteriorando la cobertura vegetal y permitiendo la posible proliferación de hormigas, ácaros y hongos que en su momento se convierten en unas plagas que atacan las plantas y los frutos de los cultivos, así mismo podemos definir los siguientes herbicidas de mayor uso en la zona alta y media:

Cuadro 75. Herbicidas de mayor incidencia en la zona de estudio.

No	NOMBRE COMERCIAL	ORIGEN	COMPUESTO ACTIVO	OBSERVACIONES
1	Ally XP	Químico	Metsulfurón metil: metil 2-[[[[(4-metoxi-6-metil-1,3,5-triazin 2-il) amino]carbonil]amino]sulfonil] benzoato	Es un producto sistémico del grupo de las sulfonilureas, selectivo a los cultivos de cebada, trigo y pastizales, que se aplica en postemergencia y que controla maleza de hoja ancha como: quelite, quelite cenizo o chual, girasol o polocote, verdolaga, lengua de vaca, mostacilla silvestre y rabanillo, entre otras.
2	Gamoxone	Químico	1,1'-dimetil-4,4'-bipiridilio (20 % p/v de ión paraquat)	Es un herbicida post-emergente de contacto, no selectivo, especialmente indicado para el control de un amplio espectro de malezas gramíneas y de hoja ancha en frutales y cultivos bajos, en cualquier época del año. Controla malezas en condiciones de falta de humedad, baja temperatura y baja luminosidad, cuando los herbicidas sistémicos (por ej. glifosato) no tienen buena actividad o su acción se hace muy lenta. Se inactiva totalmente al entrar en contacto con el suelo y no se lixivia ni bioacumula.

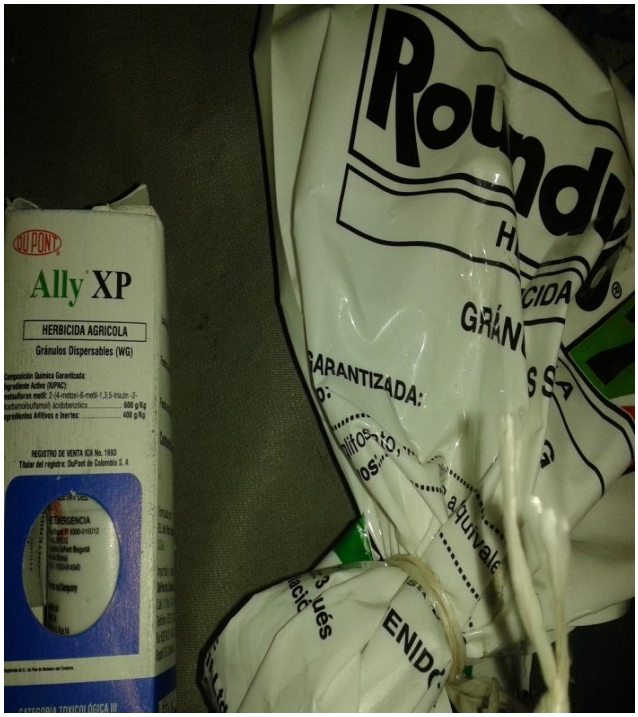
No	NOMBRE COMERCIAL	ORIGEN	COMPUESTO ACTIVO	OBSERVACIONES
3	Panzer	Químico	glifosato: sal isopropilamina de N-fosfometil glicina	Es un herbicida sistémico que no es selectivo y afecta a todas las plantas sobre las cuales se aplique el producto.
4	Regent 250	Químico	Fipronil: (±)-5-amino-1-(2,6-dichloro-a,a,a-trifluoro-p-tolyl)-4-trifluoromethylsulfinyl-pyrazole-3-carbonitrile	
5	Roundup	Químico	Sal Isopropilamina de N-fosfonometil glicina; Sal Isopropilamina de glifosato.	Es un herbicida sistémico que no es selectivo y afecta a todas las plantas sobre las cuales se aplique el producto.

Fotografía 16 Herbicidas utilizados en el área de estudio



Herbicida Panzer

Fotografía 17 Herbicidas



Ally XP y Roundup

Manejo de las plagas. En la parte alta del rio de oro existe problemas por insectos como el cucharones y arañas que afecta el cultivo de mora según expresa los labriegos, así mismo en la parte media se ven afectados por hongos, hormigas, ácaros por el manejo inadecuado de la cobertura vegetal protectora del suelo que es el alimento de los mismos y el cual es destruido por el manejo inadecuado de herbicidas no selectivos.

Cuadro 76. Plaguicidas

No.	NOMBRE COMERCIAL	ORIGEN	COMPUESTO ACTIVO
1	Antracol	Químico	
2	Benomil	Químico	metil -1-(butilcarbamoil) benzimidazol-2-il-carbamato
3	Emerald	Químico	Tetraconazol
4	Infinito	Químico	fluopicolide y propamocarb HCL
5	Furadan	Químico	CARBOFURAN: 2,3-dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil. Metil carbamato
6	Rhodax	Químico	Dithiocarbamatos y Fosfonato
7	Ridomil	Químico	Fenilamidas
8	Rovral	Químico	
9	Score	Químico	Difenoconazol

No.	NOMBRE COMERCIAL	ORIGEN	COMPUESTO ACTIVO
10	Trivia	Químico	Propineb y Fluopicolide
11	Curacron	Químico	Profenofos: 0-4-Bromo-2-clorofenil-0-etil-S-propil fosforotioato
12	Lannate	Químico	Metomilo: S-Metil-N-[(metilcarbamoil)oxi]tioacetamidato
13	Lorsban	Químico	Clorpirifos O,O -dietil-O-(3,5,6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato
14	Monitor	Químico	Organofosforados
15	Vertimec	Químico	Abamectina

Fotografía 18 Plaguicidas subcuenca río de oro



Furadan

Fotografía 19 Plaguicidas utilizados en la parte media de río de Oro



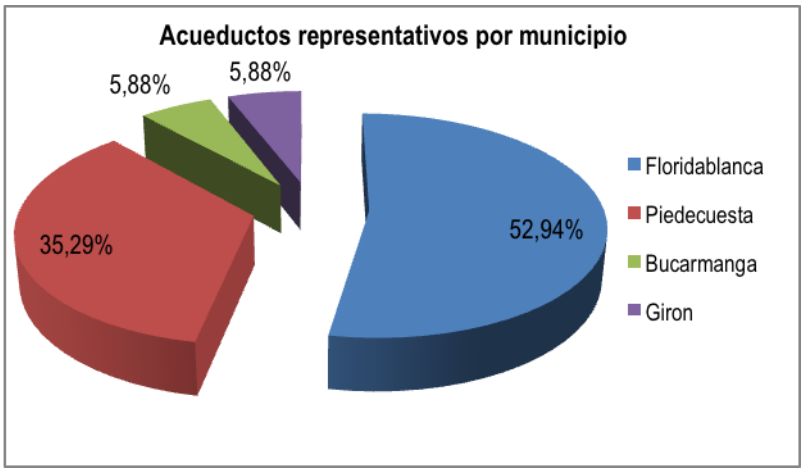
Regent, Rhodax e Infinito.

3.2.2 (K) Inventario de sistemas de tratamiento para agua potable que sirvan a grupos poblacionales mayores a 50 habitantes. En la zona de influencia del proyecto existen 17 acueductos representativos que tienen un caudal asignado aproximado de 136,348 L/seg de un caudal total aforado de 567,623 L/seg, que abastecen un total de 65688 usuarios y el mayor aportante de usuarios es la concesión otorgada a la Piedecuestana de Servicios Públicos con un total de 59577 (90,69%).

Cuadro 77 Acueductos por municipios

Municipio	No. Acueductos
Floridablanca	9
Piedecuesta	6
Bucaramanga	1
Girón	1

Gráfica 17 Acueductos por municipios

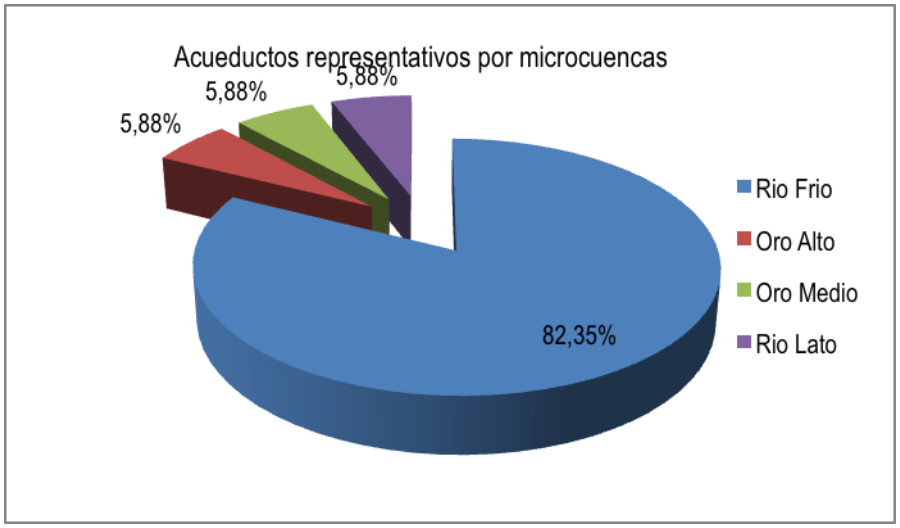


En el municipio de Floridablanca se encuentra la mayor influencia de acueductos con 9 (52,94%) y Piedecuesta tiene 6 (35,29%) de los acueductos de la subcuenca del rio de Oro, así mismo el municipio de Bucaramanga y Girón tienen una menor incidencia debido a la buena cobertura del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, el cual tiene como principales fuentes de abastecimiento los rio Tona y Surata que se encuentran fuera del área de estudio.

Cuadro 78 Acueductos por microcuencas

Microcuenca	No. Acueductos
Rio Frio	14
Oro Alto	1
Oro Medio	1
Rio Lato	1
Total	17

Gráfica 18 Acueductos por microcuencas

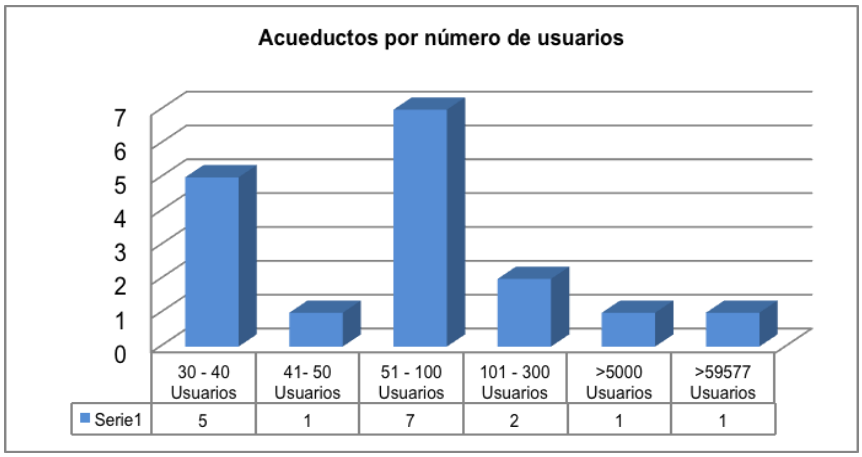


La microcuenca del Rio Frío tiene 14 acueductos (82,35%) en el área de estudio por el crecimiento rural que se presenta en esta zona y el aumento poblacional hacia sus zonas de expansión urbana por los diversos proyectos urbanísticos que se desarrollan en el municipio de Floridablanca.

Cuadro 79 Rango de usuarios por acueducto

Rango	No. Acueductos
30-40 Usuarios	5
41- 50 Usuarios	1
51 - 100 Usuarios	7
101-300 Usuarios	2
>5000 Usuarios	1
>59577 Usuarios	1

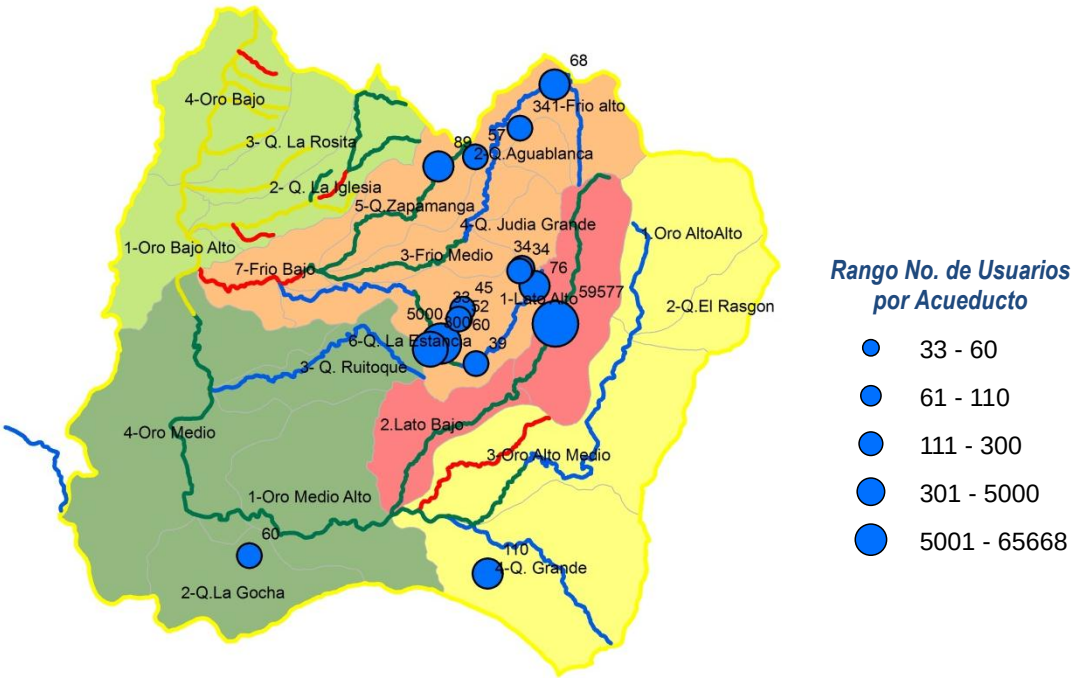
Gráfica 19 Rango de usuarios por acueducto



Es importante resaltar que existen 2 acueductos representativos por su alto número de usuarios pero a su vez existen 7 acueductos en un rango de 51 a 100 usuarios.

3.2.2.1 (K-a) Ubicación georreferenciada. En el siguiente cuadro se hace la descripción del sistema de coordenadas pertenecientes a los acueductos significativos de la subcuenca de río de Oro

Figura 27 Sistemas de tratamiento para agua potable que sirvan a grupos poblacionales mayores a 50 habitantes



Cuadro 80 Georreferenciación sistemas de tratamiento para agua potable que sirvan a grupos poblacionales mayores a 50 habitantes

No.	Microcuenca	No. Nit	Nombre	Tipo Concesión	Coordenada Norte	Coordenada Este	Cota (msnm)	Expediente	No. usuarios
1	Rio Frio	2169033	HERNANDO PACHON ARRIERO-JAC VDA MANZ	JAC	1269200	1112494	1060	CA-0142-2003	39
2	Rio Frio	900033122	ACUREMAM-ASOCIACION DE USUARIOS DEL SERV ICIO DE ACUEDUCTO ALTO MANTILLA-MENSULI	AGREMIACION	1272500	1114980	1887	CA-0105-2010	76
3	Rio Frio	804007765	ALTOS DEL ORIENTE S.A. PARCEL. ALTOS DEL ORIENTE	MULTIPREDIOS	1271100	1111800	1500	CA-96043	60
4	Rio Frio	63430693	CARMEN ORTIZ DE RUEDA J.A.C. VEREDA LOS CAUCHOS	JAC	1271090	1111750	1020	CA-0253-2005	33
5	Rio Frio	37808865	BEATRIZ GOMEZ DE ORDOÑEZ	JAC	1271090	1111750	1020	CA-0274-2005	52
6	Rio Frio	804017227	CONJUNTO RESIDENCIAL CALATRAVA	AGREMIACION	1271500	1111919	1051	CA-0001-2005	45
7	Rio Frio	900105843	CORPORACION DE SERVICIOS PUBLICOS Y ACUE DUCTO VDA CASIANO - JESUS BARAJAS RICO	JAC	1273250	1114450	1835	CA-0016-2007	34
8	Rio Frio	900105843	CORPORACION DE SERVICIOS PUBLICOS Y ACUE DUCTO VDA CASIANO - JESUS BARAJAS RICO	JAC	1273130	1114340	1835	CA-0016-2007	34
9	Rio Frio	804011904	ASOVITALF	AGREMIACION	1277577	1110898	1295	RG-0009-2011	89
10	Rio Frio	800029638	J.A.C. BARRIO SANTA INES /LUIS DUARTE RE PRESENTANTE LEGAL	JAC	1277984	1112461	1733	CA-0354-2002	57
11	Rio Frio	13718725	JAIRO CRISTANCHO VARGAS	JAC	1281050	1115836		CA-0094-2003	68
12	Rio Frio	37837184	GLADYS LEAL DEPALACIO	JAC	1279200	1114364	1927	CA-0040-2011	34

No.	Microcuenca	No. Nit	Nombre	Tipo Concesión	Coordenada Norte	Coordenada Este	Cota (msnm)	Expediente	No. usuarios
13	Oro Alto	70.693.802	JOSE RAUL OCAMPO GALLO		1260265	1112984	1120	CA-0124-2006	110
14	Oro Medio	5.644.142	JORGE GOMEZ		1261030	1102850	905	CA-0004-2003	60
15	Rio Frio	890200877	URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A. - RUITOQUE CONDOMINIO		1269800	1110550	1040	CA-0179-2005	300
16	Rio Frio	890200877	URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.		1270051	1111007	947	CA-96054-2006	5000
17	Rio Lato	804005441	PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS		1270883	1115872	1470	CA-0146-2004	59577

3.2.2.2 (K-b) Descripción tipo de sistema según RURH. En el siguiente cuadro se describe el sistema de acuerdo con los requerimientos del RURH

Cuadro 81 Descripción sistemas de acueducto según el RURH

No.	Mic	No. Nit	Nombre	Tipo Consumo	Nro. Catastro	Expediente	Estado Solicitud	Municipio:	Adu	Des	PTA	Red Dist	Tan	Tipo Captación
1	Rio Frio	2169033	HERNANDO PACHON ARRIERO-JAC VDA MANZ	Consumo humano		CA-0142-2003	Aprobad	Piedecuesta	SI	NO	NO	SI	SI	REJILLA DE FONDO
2	Rio Frio	900033122	ACUREMAM-ASOCIACION DE USUARIOS DEL SERV	Consumo humano	100215000	CA-0105-2010	Aprobad	Piedecuesta	SI	SI	NO	SI	SI	MURO PRENSA CON BOCATOMA DE ENTRADA

No.	Mic	No. Nit	Nombre	Tipo Consumo	Nro. Catastro	Expediente	Estado Solicitud	Municipio:	Adu	Des	PTA	Red Dist	Tan	Tipo Captación
			ICIO DE ACUEDUCTO ALTO MANTILLA-MENSULI											
3	Rio Frio	804007765	ALTOS DEL ORIENTE S.A. PARCEL. ALTOS DEL ORIENTE	Consumo humano	2000704190000	CA-96043	Aprobad	Floridablanca	SI	NO	SI	SI	SI	NO DEFINIDA
4	Rio Frio	63430693	CARMEN ORTIZ DE RUEDA J.A.C. VEREDA LOS CAUCHOS	Consumo humano	300138038	CA-0253-2005	Aprobad	Floridablanca						NO DEFINIDA
5	Rio Frio	37808865	BEATRIZ GOMEZ DE ORDOÑEZ	Consumo humano	300243534	CA-0274-2005	Aprobad	Floridablanca	Si	NO	NO	SI	SI	NO ES FIJA
6	Rio Frio	804017227	CONJUNTO RESIDENCIAL CALATRAVA	Consumo humano	2000602010000,00	CA-0001-2005	Aprobad	Floridablanca	NO		SI	SI	SI	NO DEFINIDA
7	Rio Frio	900105843	CORPORACION DE SERVICIOS PUBLICOS Y ACUE	Consumo humano	30055095	CA-0016-2007	Aprobad	Floridablanca	Si	SI		SI	SI	MURO PRENSA CON BOCATOMA DE ENTRADA

No.	Mic	No. Nit	Nombre	Tipo Consumo	Nro. Catastro	Expediente	Estado Solicitud	Municipio:	Adu	Des	PTA	Red Dist	Tan	Tipo Captación
			DUCTO VDA CASIANO - JESUS BARAJAS RICO											
8	Rio Frio	900105843	CORPORACION DE SERVICIOS PUBLICOS Y ACUE DUCTO VDA CASIANO - JESUS BARAJAS RICO	Consumo humano	30055095	CA-0016-2007	Aprobad	Floridablanca	Si	SI		SI	SI	MURO PRENSA CON BOCATOMA DE ENTRADA
9	Rio Frio	804011904	ASOVITALF	Consumo humano	200030000000	RG-0009-2011	Aprobad	Floridablanca	SI			SI	SI	BATEA
10	Rio Frio	800029638	J.A.C. BARRIO SANTA INES /LUIS DUARTE RE PRESENTANTE LEGAL	Consumo humano		CA-0354-2002	Aprobad	Floridablanca						NO DEFINIDA
11	Rio Frio	13718725	JAIRO CRISTANCHO VARGAS	Consumo humano		CA-0094-2003	Aprobad	Bucaramanga	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	Rio Frio	37837184	GLADYS LEAL	Consumo humano	200040000000	CA-0040-2011	Aprobad	Floridablanca	ND	ND	ND	ND	ND	ND

No.	Mic	No. Nit	Nombre	Tipo Consumo	Nro. Catastro	Expediente	Estado Solicitud	Municipio:	Adu	Des	PTA	Red Dist	Tan	Tipo Captación
			DEPALACIO											
13	Oro Alto	70.693.802	JOSE RAUL OCAMPO GALLO	Consumo humano	00000002009 2000	CA-0124-2006		Piedecuesta	Si	SI		SI	10000	POZO NATURAL
14	Oro Medio	5.644.142	JORGE GOMEZ	Consumo humano	00000008007 9000	CA-0004-2003		Girón					0	BOMBEO
15	Rio Frio	890200877	URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A. - RUITOQUE CONDOMINIO	Consumo humano	00000010004 8000	CA-0179-2005		Piedecuesta			SI		90000	CAPTACION DE FONDO
16	Rio Frio	890200877	URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.	Consumo humano	00000009002 5000	CA-96054-2006		Piedecuesta					30000	ELECTROBOMBA
17	Rio Lato	804005441	PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS	consumo humano	00000012003 6000	CA-0146-2004		Piedecuesta			SI		0	BOMBEO

3.2.2.3 (K-c) Estimación de caudales captados. Los siguientes son los caudales concesionados captados para cada concesión de acueducto

Cuadro 82 Caudales captados concesiones acueductos superiores a 50 habitantes

No	Microcuenca	Nombre	Caudal Asignado (l/s)	Expediente	Oferta Total	Oferta Disponible
1	Rio Frio	HERNANDO PACHON ARRIERO-JAC VDA MANZ	0,881	CA-0142-2003		8487
2	Rio Frio	ACUREMAM-ASOCIACION DE USUARIOS DEL SERV ICIO DE ACUEDUCTO ALTO MANTILLA-MENSULI	0,6339	CA-0105-2010		
3	Rio Frio	ALTOS DEL ORIENTE S.A. PARCEL. ALTOS DEL ORIENTE	0,1085	CA-96043		
4	Rio Frio	CARMEN ORTIZ DE RUEDA J.A.C. VEREDA LOS CAUCHOS	0,4093	CA-0253-2005		
5	Rio Frio	BEATRIZ GOMEZ DE ORDOÑEZ	0,2794	CA-0274-2005		
6	Rio Frio	CONJUNTO RESIDENCIAL CALATRAVA	0,4427	CA-0001-2005		
7	Rio Frio	CORPORACION DE SERVICIOS PUBLICOS Y ACUE DUCTO VDA CASIANO - JESUS BARAJAS RICO	0,4089	CA-0016-2007		
8	Rio Frio	CORPORACION DE SERVICIOS PUBLICOS Y ACUE DUCTO VDA CASIANO - JESUS BARAJAS RICO	0,4089	CA-0016-2007		
9	Rio Frio	ASOVITALF	0,8471	RG-0009-2011	4050	
	Rio Frio	J.A.C. BARRIO SANTA INES /LUIS DUARTE RE PRESENTANTE LEGAL	0,4959	CA-0354-2002		
11	Rio Frio	JAIRO CRISTANCHO VARGAS	0,481	CA-0094-2003		
12	Rio Frio	GLADYS LEAL DEPALACIO	0.4458	CA-0040-2011		
13	Oro Alto	JOSE RAUL OCAMPO GALLO	0,191	CA-0124-2006	32,952	
14	Oro Medio	JORGE GOMEZ	0,02	CA-0004-2003	0,1245	
15	Rio Frio	URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A. - RUITOQUE CONDOMINIO	0,5208	CA-0179-2005	0,8332	

No	Microcuenca	Nombre	Caudal Asignado (l/s)	Expediente	Oferta Total	Oferta Disponible
16	Rio Frio	URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.	0,7	CA-96054-2006	0,76	
17	Rio Lato	PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS	129,52	CA-0146-2004	348	

3.2.2.4 (K-d) Aforos existentes o registros si existe sistema de medición. En el siguiente cuadro se relacionan los caudales otorgados y aforados

Cuadro 83 Aforos y registros de sistemas de acueducto subcuenca río de oro

No	Microcuenca	Nombre	Tipo Fuente	Tipo Consumo	Caudal Asignado (l/s)	Caudal Aforado corriente
1	Rio Frio	HERNANDO PACHON ARRIERO-JAC VDA MANZ	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,881	8
2	Rio Frio	ACUREMAM-ASOCIACION DE USUARIOS DEL SERV ICIO DE ACUEDUCTO ALTO MANTILLA-MENSULI	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,6339	7,1961
3	Rio Frio	ALTOS DEL ORIENTE S.A. PARCEL. ALTOS DEL ORIENTE	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,1085	0
4	Rio Frio	CARMEN ORTIZ DE RUEDA J.A.C. VEREDA LOS CAUCHOS	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,4093	45,98
5	Rio Frio	BEATRIZ GOMEZ DE ORDOÑEZ	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,2794	45,98
6	Rio Frio	CONJUNTO RESIDENCIAL CALATRAVA	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,4427	40
7	Rio Frio	CORPORACION DE SERVICIOS PUBLICOS Y ACUE DUCTO VDA CASIANO - JESUS BARAJAS RICO	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,4089	3,2143
8	Rio Frio	CORPORACION DE SERVICIOS PUBLICOS Y ACUE DUCTO VDA CASIANO - JESUS BARAJAS RICO	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,4089	3,75
9	Rio Frio	ASOVITALF	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,8471	62

No	Microcuenca	Nombre	Tipo Fuente	Tipo Consumo	Caudal Asignado (l/s)	Caudal Aforado corriente
10	Rio Frio	J.A.C. BARRIO SANTA INES /LUIS DUARTE RE PRESENTANTE LEGAL	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,4959	0
11	Rio Frio	JAIRO CRISTANCHO VARGAS	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,481	0
12	Rio Frio	GLADYS LEAL DEPALACIO	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0.4458	0
13	Oro Alto	JOSE RAUL OCAMPO GALLO	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,191	1,91
14	Oro Medio	JORGE GOMEZ	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,02	
15	Rio Frio	URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A. - RUITOQUE CONDOMINIO	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	0,5208	0,8332
16	Rio Frio	URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.	SUBTERRANEA	CONSUMO HUMANO	0,7	0,76
17	Rio Lato	PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS	SUPERFICIAL	CONSUMO HUMANO	129,52	348

Anexo 16. Inventario de acueductos significativos subcuenca de río de oro.

Mapa 13. Acueductos más de 50 usuarios subcuenca de río de Oro.

3.2.2.5 (K-e) Cobertura de acueducto Piedecuestana de servicios públicos E.S.P. La empresa Piedecuestana de servicios públicos E.S.P capta sus aguas de la Quebrada La Honda, el rio Hato y el rio de Oro, con el caudal que es captado en promedio anualmente (1400 l/s), abastece a más de 28.000 suscriptores, representados aproximadamente en más de 140,000 habitantes abastecidos por el servicio de acueducto y más de 110.000 usuarios que se encuentran distribuidos en el municipio de Piedecuesta.

Demografía. Hasta principios de 2013, en el área Urbana del Municipios de Piedecuesta, la Piedecuestana de servicios públicos cuenta con 28.748 suscriptores, teniendo en cuenta que por suscriptor hay en promedio 5 personas, la población aproximada es 143740 habitantes.
Cobertura medidores: 97.4%

Cuadro 84 Concesiones Otorgadas por la CDMB a Piedecuestana de servicios públicos.

Resolución No.	Fecha	Caudal Concesionado
785	17 de Agosto de 2.006	647 l/s del Rio de Oro
1071	17 de Noviembre de 2.004	129.52 l/s rio Lato o Hato

Resolución No.	Fecha	Caudal Concesionado
1027	02 de Octubre de 2.006	36.02 l/s Qda. La Honda
1843		47.90 l/s rio Manco
1899		0.639 l/s Rio Oro, vereda Granadillo
097		0.0127 l/s Quebrada Arenales.

Las estructuras de captación y las fuentes de mayor caudal captado por parte de la Piedecuestana de servicios públicos se encuentran a continuación:

Cuadro 85 Fuentes hídricas con mayor caudal captado Piedecuestana de servicios públicos.

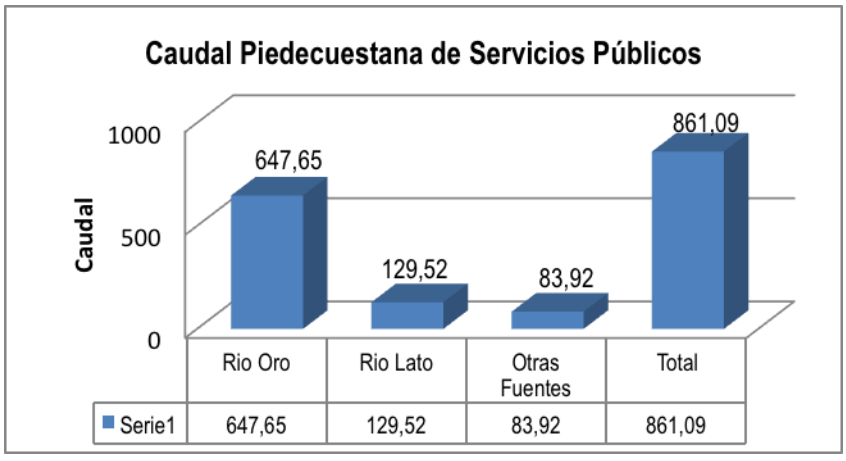
Tipo de Captación	Nombre Captación	Fuente Captada
Bocatoma lateral por gravedad	Rio Oro	Rio Oro

Existen para el sector rio de oro la estación Limnimetrica el Rasgón.

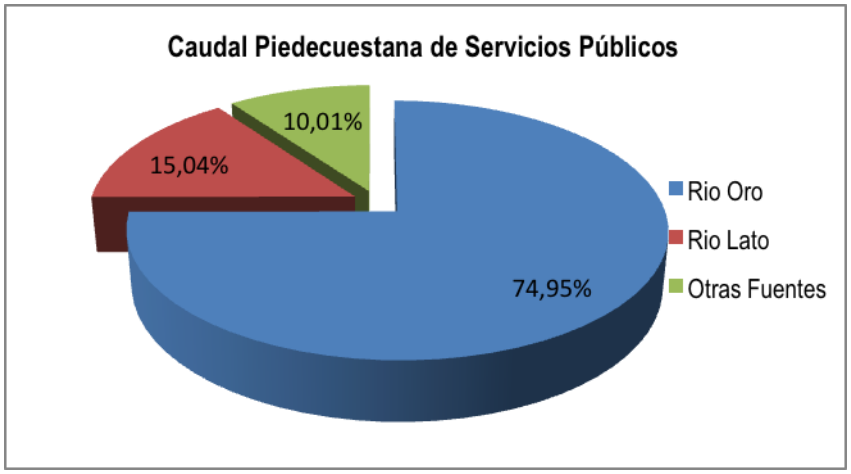
Cuadro 86 Caudal captado del rio Oro Piedecuestana de servicios públicos.

Captaciones	Caudal AMB (l/s)	
Rio Oro	647,65	74,95%
Rio Lato	129,52	15,04%
Otras Fuentes	83,92	10,01%
Total	861,09	100%

Gráfica 20 Caudal Piedecuestana de Servicios Públicos en la subcuenca rio de Oro.



Gráfica 21 Caudal Piedecuestana de Servicios Públicos en la subcuenca rio de Oro.



La Piedecuestana de Servicios Públicos se capta un total de 647,65 l/s del rio de Oro equivalente a 74,95%, así mismo el rio Lato es el segundo mayor aportante de caudal captado con 129,52 l/s (15,04%).

Caudal Mínimo Histórico:

5 Río Frio: 554 l/s

3.2.2.6 Cobertura acueducto metropolitano de Bucaramanga. El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga capta sus aguas de los Ríos Tona, Suratá Frío y Río Hato. Con el caudal que es captado (1.400lps), abastece a más de 200.000 suscriptores, representados aproximadamente en un Millón de habitantes que se encuentran distribuidos en los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, a los que se les presta el servicio bajo un sistema que tiene una confiabilidad del 99% garantizando un servicio con las mejores calidades a nivel nacional y con una continuidad del 100%.

Demografía. Hasta el mes de mayo de 2013, en el área Urbana de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, el AMB cuenta con 228.597 suscriptores distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro 87 Suscriptores por en el área metropolitana de Bucaramanga.

AÑO 2013	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
BUCARAMANGA	135.912	136.334	136.387	136.781	137.019
FLORIDABLANCA	65.074	65.484	65.752	66.040	66.124
GIRON	24.845	24.885	25.000	25.020	25.454
TOTAL	225.831	226.703	227.139	227.841	228.597

Teniendo en cuenta que por suscriptor hay en promedio 3,6 personas, la población aproximada es 822949.2 habitantes.

Acueducto y Alcantarillado. El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. es responsable por el servicio de acueducto y alcantarillado. Esta empresa abastece a la ciudad mediante el Río Surata, el Río Frío y el Río Tona. El 98% de la ciudad cuenta con el servicio de acueducto. Además según estudios el agua que se consume en Bucaramanga es la de mejor calidad en el país. Lo que indica que hubo una disminución del 0.2% comparado con la misma cifra de Septiembre Noviembre ya que en este periodo la tasa se ubicó en 8.7%. Actualmente se realiza la construcción del Embalse de Bucaramanga para garantizar la prestación del servicio hasta el año 2025.

En lo que respecta con la calidad del agua tratada entregada a la red de distribución cumple con todos parámetros establecidos la Resolución 2115 de 2007 mediante el índice de Riesgo de Calidad del Agua IRCA, el cual el valor máximo aprobado es 5.

En la actualidad el IRCA por municipio es el siguiente:

Bucaramanga: 0.76
Floridablanca: 0.66
Girón: 1.22

Cuadro 88. Concesiones Otorgadas por la CDMB.

Resolución No.	Fecha	Caudal Concesionado
136	26 de Febrero de 2001	3786 l/s
300	16 de Marzo de 2006	86.4 l/s
1355	26 de Julio de 2011	28 l/s
063	14 de Enero de 2013	0.0286 l/s

Cuadro 89. Nombre y tipo de fuente (Superficial o Subterránea).

Nombre de la Fuente	Tipo de Fuente	Caudal (l/s) Concesionado según resolución 136 del 26/02/2001
Río Tona (carrizal)	Superficial	379.00
Río Suratá	Superficial	1984.20
Río Frio	Superficial	614.00
Río Hato o Lato	Superficial	86.50 (Resolución 300 del 16/03/06)
Q. Arnania	Superficial	390.00
Q. Golondrinas	Superficial	351.00
Q. El Brasil	Superficial	8.00
Q. El Roble	Superficial	16.00
Q. Hoyo No. 2	Superficial	5.60
Q. Hoyo No. 1	Superficial	3.20
Q. Campo hermoso	Superficial	20.00
Q. El Fical	Superficial	3.20
Q. El Gualilo	Superficial	0.72
Q. Las Ranas	Superficial	2.12
Q. San Ignacio	Superficial	0.60

Nombre de la Fuente	Tipo de Fuente	Caudal (l/s) Concesionado según resolución 136 del 26/02/2001
Q. El Indio	Superficial	0.39
Q. El Volante	Superficial	0.90
Q. La Araña	Superficial	1.80
Q. El Puerto	Superficial	2.40
Q. El Huche	Superficial	1.37
Q. La Despensa	Superficial	1.50
	TOTAL	**3872.40**

Las estructuras de captación y las fuentes de mayor caudal captado por parte de la AMB se encuentran a continuación:

Cuadro 90. Fuentes hídricas con mayor caudal captado.

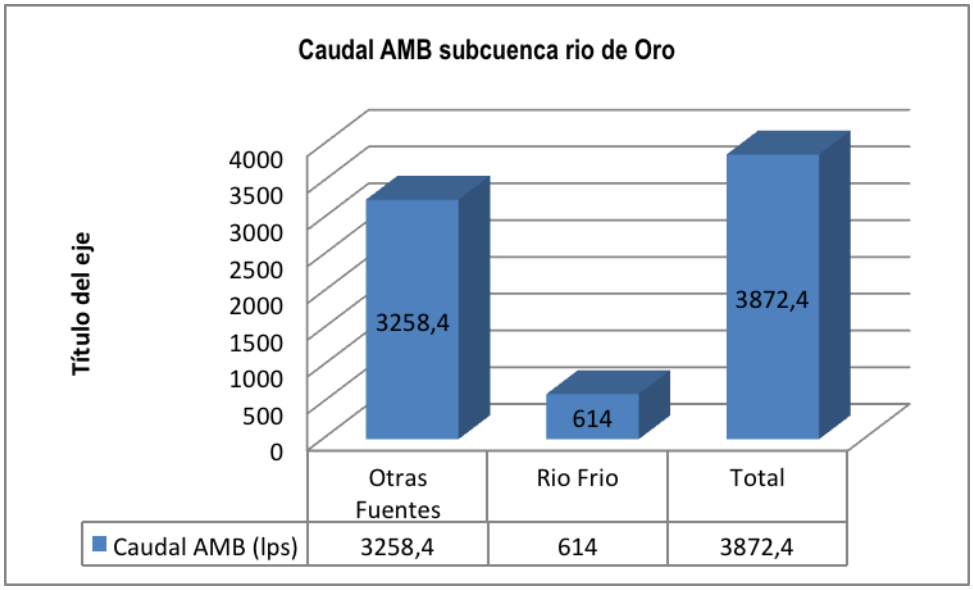
Tipo de Captación	Nombre Captación	Fuente Captada	Tipo de Medición
Superficial lateral	Surata	Surata	Electrónica/Canaleta Parshall
Superficial Fondo y lateral	Carrizal	Carrizal	Electrónica/Canaleta Parshall
Superficial Fondo y lateral	Arnania	Arnania	Electrónica/Canaleta Parshall
Superficial Fondo y lateral	Golondrinas	Golondrinas	Electrónica/Canaleta Parshall
Superficial Fondo y lateral	Río Frío	Rio Frio	Electrónica/Canaleta Parshall

El punto de captación rio Frio es el único que se encuentra en la zona de influencia de la subcuenca del rio de Oro y se ubica en la coordenada W 73° 06´ 98.91”, N 7° 07´ 38.67” y altitud 1080 msnm. Existen para el sector rio Frio una estación hidrométrica y otra meteorológica.

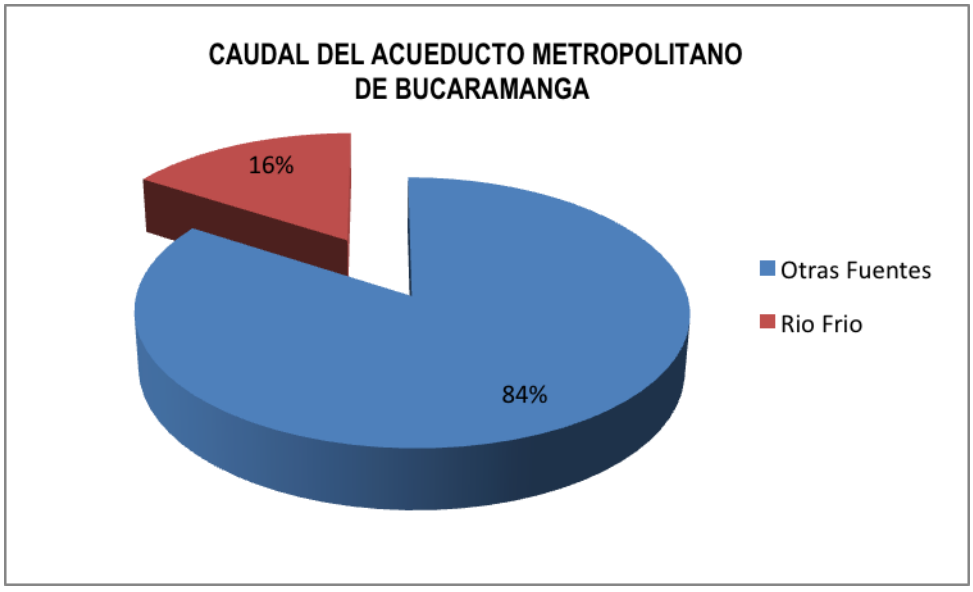
Cuadro 91. Caudal captado del rio Frio.

Captaciones	Caudal AMB (l/s)	
Rio Frio	614	16%
Otras Fuentes	3258,4	84%
Total	3872,4	100%

Gráfica 22 Caudal AMB subcuenca rio de Oro.



Gráfica 23. Caudal acueducto metropolitano de Bucaramanga.



Análisis. El Acueducto metropolitano de Bucaramanga capta 614 lps del rio Frio que equivale a un 16% del caudal aportado por la subcuenca del rio de Oro.

La estación Rio Frio se ubica el sistema de medición del AMB en la subcuenca del rio de Oro con la coordenada W 73° 06´ 98.91", N 7° 07´ 38.67" y altitud 1080 msnm.

- **Microcuenca del rio Frio.** El río Frío nace a la altura del kilómetro 38 de la vía Bucaramanga-Pamplona, al oriente de Bucaramanga, a una elevación cercana a los 2.850 metros de altitud. Su curso menos pendiente que los anteriormente descritos, se dirige inicialmente hacia el norte y ya en la Corcova (km. 24 de la vía Bucaramanga-Pamplona) cambia bruscamente hacia el suroccidente en dirección de Floridablanca. Esta cuenca tiene una extensión de 5.300 hectáreas en el sitio de captación de La Esperanza, siendo de condiciones húmedas en la mayor parte de su territorio, aunque su cuenca total hasta su desembocadura en el río de Oro en Girón, tiene 12.242 hectáreas. Sus aguas transportan una baja carga de sedimentos, pero temporalmente afronta episodios cruciales producto de los eventos excepcionalmente pluviosos que afronta este sector y del avanzado grado de meteorización de los suelos y rocas que conforman la cuenca media.

Esta fuente se encuentra en jurisdicción del municipio de Piedecuesta en sus nacimientos y del municipio de Floridablanca en el resto de su cuenca. Sus cabeceras están protegidas con bosques naturales de propiedad de la Compañía.

A la fecha el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga es propietario de 12.255 ha de bosque que se encuentran distribuidas en las diferentes microcuencas y en las cuales se adelantan actividades de protección y conservación del recurso hídrico, esta distribución se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 92. Áreas de Subcuenca y Cuencas

AREAS DE SUBCUENCAS Y CUENCAS				
SUBCUENCA/ MICROCUENCA	**MICROCUENCA (HAS)**	**AREA POTENCIAL PARA PROTECCION (HA)**	**AREA DE PROTECCION ADQUIRIDAS POR EL amb**	**% áreas propiedad AMB (Núcleos Forestales) Respecto del área potencial de adquisición.**
RIO FRIO	11.977	2.500	1.578	63.12
RIO TONA	19.232	7.893	6.772	85.80
RIO SURATA	49.227	11.121	3.905	27.83
TOTALES	80.436	21.514	12.255	56.96

Cuadro 93. Caudal promedio diario en lps en épocas de verano y de invierno de las fuentes de abastecimiento.

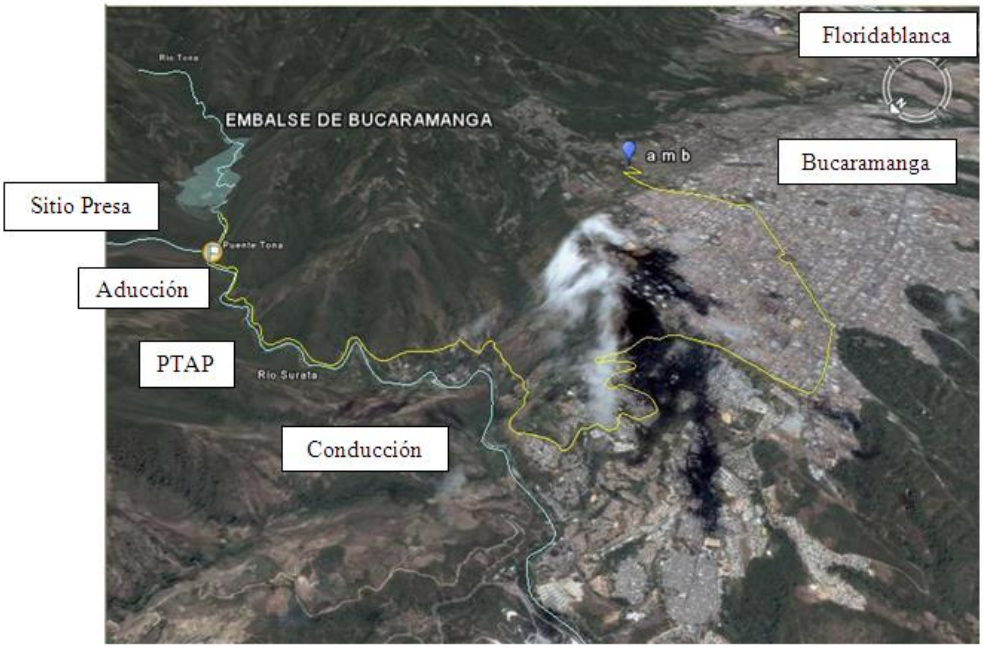
Nombre de la Fuente	Caudal Promedio diario en l/s	Caudal promedio diario en verano (l/s)	Caudal promedio diario en invierno (l/s)
Rio Suratá	11129	8863	18344
Rio Frio	1013	922	1166
Quebrada Arnania	974	678	2220
Quebrada Golondrinas	721	635	1094
Rio Tona (Carrizal)	1361	564	3420

Caudal Mínimo Histórico: Río Frio: 323 lps

- **Embalse de Bucaramanga.** El Proyecto de Regulación del Río Tona-Embalse de Bucaramanga es un proyecto que permitirá crear una reserva de agua para el Área Metropolitana de Bucaramanga, que atendiendo por gravedad la parte norte y occidental de la misma, solucionará los inconvenientes de abastecimiento a mediano plazo, cubriendo la demanda hasta el año 2032.

Los Estudios y Diseños del Proyecto de Regulación del Río Tona-Embalse de Bucaramanga y sus obras anexas, comprendieron el análisis de alternativas para el sistema de regulación (1050 l/s) del río Tona, integrado al actual sistema del río Suratá, así como el análisis de los sistemas de conducción y tratamiento a nivel de Fase 2, que permitirán efectuar los procesos de contratación para la Fase 3 y la construcción del proyecto.

Figura 28. Ubicación Embalse Bucaramanga sobre el Río Tona



- **Datos del embalse**

Volumen Total	17,6 millones de m^3
Volumen Muerto	3,0 millones m^3
Volumen Neto	14,6 millones de m^3
Longitud del embalse	1,8 km
Área espejo de Agua	54 Hectáreas
Creciente máxima de diseño	1304 m^3/s

El Embalse está ubicado en el municipio de Bucaramanga, a sólo 12 kilómetros del casco urbano, 600 metros aguas arriba de la confluencia de los ríos Tona y Suratá, en el sitio conocido como Puente Tona.

La Planta de Tratamiento de Agua Potable, PTAP, estará localizada en el Cerro Los Angelinos, del municipio de Bucaramanga, cerca de la Planta de Tratamiento de Bosconia, en la zona urbana de la ciudad de donde sale la línea de conducción de 15 kilómetros al municipio de Girón.

3.2.3 (I) Inventario de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de los cascos urbanos, centros poblados, industria, y/o actividades pecuarias representativas. Actualmente en la Subcuenca se encuentra a nivel macro solo un sistema de tratamiento de agua residual doméstica en funcionamiento, el cual cubre parte del área de Bucaramanga y todo el municipio de Floridablanca (PTAR Río Frío). Para el municipio de Piedecuesta la Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas llamada el Santuario, aún no ha entrado en funcionamiento pero se prevé que para el periodo del 2014 al 2015 iniciara su operación. A continuación se expone algunas características de las plantas:

3.2.3.1 PTARD El Santuario (Municipio de Piedecuesta). La Planta de tratamiento de aguas residuales PTAR El Santuario se halla localizada al sur oriente de Piedecuesta a 900 msnm con una temperatura media de 22.5°C. El área aferente al proyecto es de 636 hectáreas que comprenden el perímetro sanitario del Municipio de Piedecuesta. Para esta área y la población mencionada de 170.000 habitantes para la condición de saturación del área, se prevé un tratamiento de caudal de 672 litros por segundo con unas condiciones de entrada en términos de constituyentes como se muestra en el cuadro 94.

Cuadro 94. Constituyentes del agua residual en PTAR PIEDECUESTA.

PARÁMETRO	VALOR mg/l
DBO5	270
DQO	610
Fósforo	10
Sólidos Suspendidos	130
Sólidos Disueltos	295
Sulfuros	15,75
Cloruros	59
Grasas	77
Nitrógeno	45

Fuente. PSMV Piedecuesta, 2009

Estos constituyentes producirán para el caudal total del proyecto en términos de carga una DBO5 de 15.600 Kg/día y en términos de sólidos totales de 24.600 Kg. /día. A la salida de la Planta la carga que

escapa al tratamiento será de 1.800 Kg. /día en términos de ambos constituyentes, para una eficiencia de tratamiento del 94% y 92% respectivamente.

La Planta de tratamiento en su proyección final es un sistema combinado de tratamiento anaerobio-aerobio con base en el sistema UASB para el tratamiento anaerobio con una eficiencia esperada de 72% en términos de remoción de DBO5 y un sistema de lodos activados como tratamiento aerobio posterior con una remoción esperada del 81% en términos de DBO5 y una eficiencia final esperada del 95%. Complementan el tratamiento del agua, un sistema preliminar conformado por cribado y desarenado.

En su etapa inicial la Planta estará conformada por el sistema preliminar, cribado y desarenado, para el caudal total de diseño de 672 l/s para una población esperada de 170.000 habitantes en el año 2030 y una estructura de tratamiento secundario aerobio compuesta por dos líneas conformada por dos recintos biológicos de lodos activados en la modalidad de carrusel y dos decantadores secundarios con capacidad total de 224 litros por segundo, para el tratamiento de la población esperada hasta el año 2009.

En el año 2009 se incorporará uno de los tres reactores UASB proyectados con una capacidad de diseño de 224 litros por segundo. Esta ampliación permitirá a la Planta producir el biogás en un volumen de 8000 m3/día que moverá los soplantes instalados en el tratamiento secundario, cuyos requerimientos de potencia son de 275 KW.

Sistema de cribado. Conformado por una batería de dos cribas automáticas instaladas en serie, la primera de las cuales es una estructura de rejilla con separación de 0.6 mm y la segunda con separación de 3 mm. Su capacidad de tratamiento será de 672 l/s y se construirá la totalidad de la estructura en la primera etapa.

Sistema de desarenado. Conformado por una estructura de desarenación aireada con dos unidades en paralelo. La estructura, será totalmente automática para el proceso de recuperación de arenas y captará las arenas producidas por un caudal de 672 l/s. Igualmente la estructura está prevista para retirar grasas con una eficiencia del 85%. En la primera etapa se construirá la totalidad de la estructura con capacidad de tratamiento de 672 l/s. La estructura de tratamiento preliminar así concebida, controlará la entrada de grasas y flotantes al sistema UASB, principal problema de este sistema hasta el momento.

Sistema anaerobio. Estará conformado por tres reactores proyectados de capacidad unitaria igual a 224 l/s. Con un tiempo de retención de 6 horas. El reactor será hermético por medio de cubiertas con sello hidráulico. El biogás producido será inicialmente quemado y posteriormente en un futuro se utilizará como combustible para energizar el sistema de sopladores del sistema aerobio. Su construcción en una segunda etapa, una vez construido el sistema aerobio, se justifica puesto que el sistema aerobio diseñado permite en su fase anóxica introducir el afluente del UASB sin permitir la liberación del gas sulfhídrico. Inicialmente en la primera etapa se dejarán los espacios requeridos para albergar el sistema completo.

Sistema aerobio. Conformado para su etapa final por tres dobles tanques de aeración, complementados por seis decantadores de lodos, localizado todo ello a continuación del sistema anaerobio.

En una primera etapa se construirá un tanque doble de aeración y dos decantadores con una capacidad total de 224 l/s. La modelación diseñada permitirá la expansión del sistema en forma gradual de acuerdo con las posibilidades económicas y los requerimientos de la población a tratar.

Subproductos. Como resultado del tratamiento anaerobio – aerobio realizado sobre el agua residual, la planta producirá aproximadamente 500 m3 de lodos por día para un caudal de 0.672 m3/s tratado, que representan 15 toneladas de materia sólida seca por día. Estos altos volúmenes imponen un tratamiento mecanizado de procesamiento. Estos lodos serán tratados mediante de proceso de deshidratación, desinfección, peletización y secado, transformándolos en Biosólidos clase A, según la norma americana EPA -40 – Part. 503.

Por otra parte el tratamiento anaerobio producirá una rata de 0.12 m3 de biogás con contenido de metano del 75 % y un poder calorífico de 745 BTU/pie3 por cada m3 de agua tratado. Bajo esta rata de producción, el biogás firme producido diario se estima en 7000 m3 para un caudal de 0.672 m3/s, a una presión de 14 cms de columna de agua. El Proyecto prevé para su tratamiento, sistemas direccionados de almacenamiento para su aprovechamiento, limpieza mediante biofiltro o filtro físico químico y quemado.

Caudales Futuros. Con base en la cobertura de alcantarillado existente para el año 2008, los coeficientes de retorno unitarios de caudal, tanto doméstico como de infiltración y con base en las proyecciones de población adoptadas y área ocupada futuras se estimaron los caudales futuros como se muestra en el cuadro 90.

Cuadro 95. Proyección de caudales domésticos y de infiltración.

Año	Caudales en litros/segundo								
	Total	Doméstico	Infiltración	Vertiente Quebrada Soratoque			Vertiente Río de Oro		
				Total	Doméstico	Infiltración	Total	Doméstico	Infiltración
2009	182.01	129.09	52.92	111.74	87.10	24.65	70.27	42.00	28.27
2010	186.56	132.32	54.24	114.54	89.28	25.26	72.02	43.05	28.98
2011	191.22	135.63	55.59	117.40	91.51	25.89	73.82	44.12	29.70
2012	196.00	139.02	56.98	120.33	93.79	26.54	75.67	45.22	30.44
2013	200.90	142.49	58.41	123.34	96.14	27.20	77.56	46.36	31.21
2014	205.93	146.06	59.87	126.43	98.54	27.88	79.50	47.51	31.99
2015	211.07	149.71	61.37	129.59	101.01	28.58	81.49	48.70	32.78
2016	216.35	153.45	62.90	132.83	103.53	29.30	83.52	49.92	33.60
2017	221.76	157.29	64.47	136.15	106.12	30.03	85.61	51.17	34.44
2018	230.50	162.68	67.82	137.08	106.85	30.23	93.42	55.83	37.59

Año	Caudales en litros/segundo								
	Total	Doméstico	Infiltración	Vertiente Quebrada Soratoque			Vertiente Río de Oro		
				Total	Doméstico	Infiltración	Total	Doméstico	Infiltración
2019	240.71	168.78	71.93	137.08	106.85	30.23	103.63	61.93	41.69
2020	251.17	175.03	76.13	137.08	106.85	30.23	114.08	68.18	45.90
2021	261.89	181.44	80.45	137.08	106.85	30.23	124.80	74.59	50.21
2022	272.88	188.01	84.87	137.08	106.85	30.23	135.79	81.16	54.63
2023	284.14	194.74	89.40	137.08	106.85	30.23	147.06	87.89	59.17
2024	295.68	201.64	94.04	137.08	106.85	30.23	158.60	94.79	63.81
2025	307.52	208.71	98.81	137.08	106.85	30.23	170.43	101.86	68.57
2026	319.65	215.96	103.69	137.08	106.85	30.23	182.56	109.11	73.45
2027	332.08	223.39	108.69	137.08	106.85	30.23	195.00	116.54	78.45
2028	344.82	231.01	113.81	137.08	106.85	30.23	207.74	124.16	83.58
2029	357.88	238.81	119.07	137.08	106.85	30.23	220.80	131.97	88.84

Fuente: PSMV Piedecuesta, 2009

Proyectos y actividades de reducción del número de Vertimientos. Se ha previsto la eliminación de los vertimientos existentes en las dos vertientes, para el año 2011. En la siguiente Tabla se muestran las actividades a realizar con el objeto de efectuar a futuro una reducción sustancial de los vertimientos.

Plan de inversiones y fuentes de financiación. Las inversiones tendientes a la construcción de los emisarios ya fueron realizadas en el año 2007. La construcción de la Planta de tratamiento de aguas residuales El Santuario se ha previsto para los años 2008 a 2010, para lo cual se tiene un plan de inversión de $12.000 millones ya invertidos para el año 2008 y $20.000 millones durante los años 2009, 2010 y 2011. La Planta entraría a operar en el año 2011. Con esta inversión se construirá un tren de tratamiento aerobio para un caudal de 336 l/s. Posteriormente en el año 2027 se ampliaría la capacidad de la Planta hasta un caudal de 672 lps para lo cual se requeriría una inversión de 20.000 millones de pesos de 2008. Las fuentes de inversión provendrán de fondos combinados de la Empresa Piedecuestana de Servicios Públicos, La Alcaldía de Piedecuesta, la Gobernación de Santander y El Ministerio de Ambiente.

Cuadro 96. Programa de reducción de vertimientos (Temporalidad)

Descripción	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Construcción de emisario Soratoque	XX								
Construcción de emisario Barroblanco	XX								

Descripción	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Catastro de redes alcantarillado			XX						
Operación y mantenimiento	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Construcción PTAR Santuario	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX				
Conexión de emisario Soratoque a PTAR				XXX	XXX				
Conexión de emisario Barroblanco a PTAR				XXX	XXX				
Conexión de colectores Sector Soratoque a emisario				XXX	XXX				
Conexión de colectores Sector Río de Oro a emisario				XXX	XXX				

Cuadro 97. Programa de reducción de vertimientos (Costos)

Descripción	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Construcción de emisario Soratoque									
Construcción de emisario Barroblanco									
Catastro de redes alcantarillado			100						
Operación y mantenimiento (Alcant. + PTAR)		97	104	111	119	2,93	3,13	3,35	3,59
Construcción PTAR Santuario	4,000	5,000	7,000	10,000	12,000				
Conexión de emisario Soratoque a PTAR				100	100				
Conexión de emisario Barroblanco a PTAR				100	200				
Conexión de colectores Sector Soratoque a emisario				75	75				
Conexión de colectores Sector Río de Oro a emisario				75	75				

3.2.3.2 (I-h) Programas proyectos y actividades con cronogramas e inversiones de los PSMV, que se encuentran aprobados por la autoridad ambiental y la fecha de entrada en funcionamiento del sistema de tratamiento

3.2.3.2.1. Informe de seguimiento al PSMV de Piedecuesta. Las siguientes son las actividades realizadas por la Autoridad ambiental:

Que mediante Resolución No 000623 de fecha 15 de julio del año 2009, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, aprueba el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, presentado por la empresa PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS E.S.P
Teniendo en cuenta lo anterior la Corporación ordena visita de inspección ocular al municipio de Piedecuesta durante el día 28 de noviembre del año 2013, con el fin de realizar visita de seguimiento al PSMV aprobado

Información del plan de saneamiento y manejo de vertimientos PSMV Piedecuesta. El informe en referencia consta de la presentación y su posterior seguimiento respecto al avance físico de las

actividades e inversiones programadas en el PSMV de la municipalidad de Piedecuesta; correspondiente al tercer año de ejecución (periodo de cumplimiento de mediano plazo).

En la actualidad el municipio de Piedecuesta cuenta con seis (6) puntos de vertimientos de las aguas residuales domesticas generadas en la municipalidad, identificados plenamente por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga –CDMB- durante la visita de inspección ocular, descargados hacia las corrientes hídricas denominadas Quebrada Suratoque y el Rio de Oro, ubicados en los sectores de: Tejaditos, Barroblanco, Mediterráneo, Los Cisnes, Hoyo Grande, y Quebrada Suratoque.

Fotografía 20 Construcción PTARD Santuario



Según revisión de la documentación que reposa en el expediente la meta más representativa de las inversiones es la construcción y puesta en marcha de la PTAR “EL SANTUARIO”.

El alcance de las obras e instalaciones de las obras construidas se describen a continuación:

- Equipos de aireación
- Tanque de igualación para secado de lodos

- Bomba de recirculación de lodos
- Equipo para el tratamiento de lodos
- Bomba de recirculación de lodos

En la actualidad la Empresa Piedecuestana de Servicios, se encuentra a la espera de la respuesta del departamento (Gobernación de Santander) y del Departamento Nacional de Planeación – DNP- con el fin de poder reformular las actividades contempladas en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos aprobado por la Corporación. En el informe reposa el avance de obra de las actividades realizadas en la PTARD con un avance del 67%.

3.2.3.2.2 Informe de seguimiento al municipio de Girón, Floridablanca y Bucaramanga (EMPAS). Las siguientes son las actividades realizadas por la Autoridad Ambiental al seguimiento de PSMV

- Mediante Resolución No 000494 de fecha 18 de junio del año 2009, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, aprueba el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, presentado por la EMPRESA PUBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER EMPAS S.A. E.S.P.

- Que según revisión realizada al expediente reposa oficio de recibido en la Corporación No 232 de fecha 9 de junio del año 2014, donde la Empresa Pública de Alcantarillado de Santander S.A. E.S.P, allega informe de cumplimiento PSMV, inversiones y actividades EMPAS S.A. E.S.P, correspondiente al segundo semestre y anual vigencia 2013.

- Mediante oficio de salida de la Corporación No 000764 de fecha 4 de febrero del año 2014, la CDMB informa al EMPAS que el informe allegado y radicado con oficio No 232 de fecha 9 de junio del año 2014, se encuentra en revisión y evaluación.

3.2.3.2.3 Diseños del sistema de tratamiento de aguas residuales. La PTAR de Río Frío, conformado por un sistema de tratamiento convencional anaerobio (4 UASB+ 1 laguna), la cual fue puesta en funcionamiento desde finales de 1989 y ha venido creciendo por etapas hasta tener una capacidad instalada para el año 2007, de 0,65 m3/s; atiende el sistema de drenaje de Río Frío, que lo conforma el sur de Bucaramanga (11%) y la totalidad urbana de Floridablanca; por estar a su máxima capacidad de trabajo en horas pico, se hace necesario su modernización y ampliación en el corto plazo. En este aspecto de modificación se mantiene la fase primaria anaerobia (creciendo hasta 7 reactores UASB) y se eliminan las lagunas facultativas por su baja eficiencia, problemas con emisión de H2S y no compatible para el requerimiento de área proyectada para la expansión de la planta, la modificación se hará en un sistema aerobio tipo REDOX o lodos activados.

El sistema de la Meseta de Bucaramanga, que corresponde al 49% de la población municipal, posee un sistema de tratamiento No Convencional, conformado integralmente por las Estructuras de Vertimiento-EV y los Controles de Cauce-CC, que son afluentes del Río de Oro. Los otros sistemas de drenaje (Río de Oro y Suratá-Norte), no poseen actualmente tratamiento de sus aguas residuales.

Se puede concluir que para el año 2007, Floridablanca tiene tratamiento del 100% de sus caudales residuales medios urbanos, Bucaramanga cerca del 60% con su tratamiento No Convencional y Girón no dispone de este sistema.

El promedio de tratamiento de aguas residuales de los tres municipios es del orden del 60%, otorgándole un liderazgo a nivel nacional, en donde no supera el 15%.

Cuadro 98 Objetivos de Reducción y Vertimiento proyectados por Periodos

TRAMO	CORRIENTE	SISTEMA	VERTIMIENTOS POR PERIODO (a)						
			AÑO 0	CORTO PLAZO		MEDIANO PLAZO		LARGO PLAZO	
			2007	(2008-2009)		(2010-2012)		(2013-2017)	
			Totales	Reducido	Totales	Reducido	Totales	Reducido	Totales
			(u)						
Río De Oro RO4A a RO-01	Río Frío	Río Frío	2	0	2	0	2	1	1
		RO - La Marino	1	0	1	0	1	0	1
	Q. La Iglesia	RO - La Marino	10	0	10	0	10	4	6
	Río de Oro	RO - La Marino	5	0	5	0	5	0	5
		Meseta - RO	7	0	7	0	7	0	7
		Norte-Río de Oro	2	0	2	0	2	0	2
Río Suratá SA-03 a SA-01	Río Suratá	Norte-Suratá	6	0	6	1	5	0	5
TOTALES:			33	0	33	1	32	5	27

3.2.4 (m) Caracterización de 10 vertimientos representativos incluyendo. La medición de caudales se realizara con monitoreo de 24 horas para las descargas de los sistemas de alcantarillado y toma de muestras para un periodo representativo de la actividad que lo produce, priorizados por su nivel de impacto sobre el cuerpo de agua.

Características de los puntos de monitoreo. De acuerdo a la información obtenida en el diagnóstico y el reconocimiento de los sitios en campo, a continuación se describe la ubicación de los 10 puntos de vertimientos establecidos en el Ordenamiento Hídrico como los de mayor impacto en toda la sección de Río de Oro, el cual se seccionó en cinco tramos (Tramos A, B, C, D y E), que se describirán con mayor detalle en el cuadro 122 (Descripción general estaciones de monitoreo proyecto PORH Río de Oro).

Cuadro 99. Descripción general puntos de vertimientos monitoreados por tramos

Tramo establecidos en el PORH	Punto de muestreo (Vertimiento)	Empresa	Descripción
TRAMO A: RO-O-10 / RO-04	-	-	-
TRAMO B: RO-05 / RO-04	Colector Cisnes	Piedecuestana de Servicios Públicos	Ubicado en la zona urbana del municipio de Piedecuesta, colector que recoge las aguas de los barrios Los Cisnes y aledaños.
	Colector Cerros		Ubicado en la zona urbana de Piedecuesta, colector que recoge las aguas de los barrios Cerros del Mediterráneo y aledaños.
TRAMO C: RO-04 / RO-O-4H	Colector Centro Penitenciario Palogordo	Centro Penitenciario Cárcel de Palogordo	Ubicado en la vereda Palogordo del municipio de Girón.
TRAMO D: RO-O-4H / RO-2PB	PTAR Ciudadela Nuevo Girón	Planta de tratamiento de Aguas Residuales Ciudadela Nuevo Girón	Ubicado sobre la Vía Bahondo-Municipio de Girón, en el Barrio Ciudadela Nuevo Girón.
	Río de Oro Margen Derecha	EMPAS (Empresa de Alcantarillado de Santander)	Sector Vivero la Estanzuela Ubicado antes de la confluencia con la Qda La Iglesia, Municipio de Girón
	Colector Carrizal		Sector Barrio Carrizal, Municipio de Girón
TRAMO E: RO-2PB / RO-01	Cuyamita		Ubicado en la Zona Industrial de Chimita recoge las aguas domésticas de la zona noroccidental de Bucaramanga.
	Las Navas		Ubicado en la Zona Industrial de Chimita recoge las aguas domésticas de la zona norte de Bucaramanga.
	Parque Industrial I, Freskaleche	Freskaleche	Ubicado en Zona Industrial de Chimita Parque Industrial I, este colector recoge las aguas proceso de la empresa Freskaleche
	Colector Parque Industrial II	Parque Industrial II	Ubicado en Zona Industrial de Chimita, este colector recoge las aguas domésticas de todo el Parque Industrial II.

Fuente. CDMB

Anexo 17 Características Puntos de Vertimiento Aforado 24 Horas

Anexo 18 Volumen de Composición de Alícuota por Vertimiento

Mapa 14 Ubicación Puntos de Vertimientos Monitoreados.

El método seleccionado para la composición de las muestras fue el muestreo proporcional al caudal con una frecuencia entre muestra y muestra de dos horas excepto para el punto del Colector Cisnes que se hizo hora a hora, para un total de dos composiciones de seis muestras puntuales cada una. A continuación se presenta gráficamente los resultados de los caudales aforados (instantáneos) por cada alícuota y su variación, adicionalmente se presenta en el Anexo la variación intradiaria del caudal medido (instantáneo) para la determinación del volumen de cada alícuota.
Para el desarrollo del monitoreo se siguió el procedimiento para la toma de muestras de aguas residuales del Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (subdirección de hidrología - grupo laboratorio de calidad ambiental), IDEAM.

- **Colector Cisnes (Zona Urbana Municipio de Piedecuesta)**

Fotografía 21 Punto de monitoreo Colector Cisnes



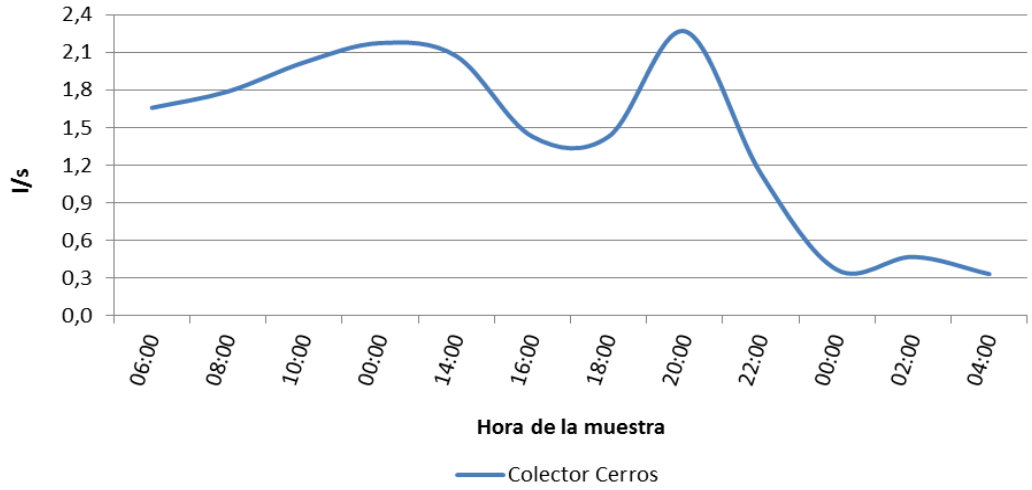




- **Colector Cerros (Zona Urbana Municipio de Piedecuesta)**

Fotografía 22 Punto de monitoreo Colector Cerros





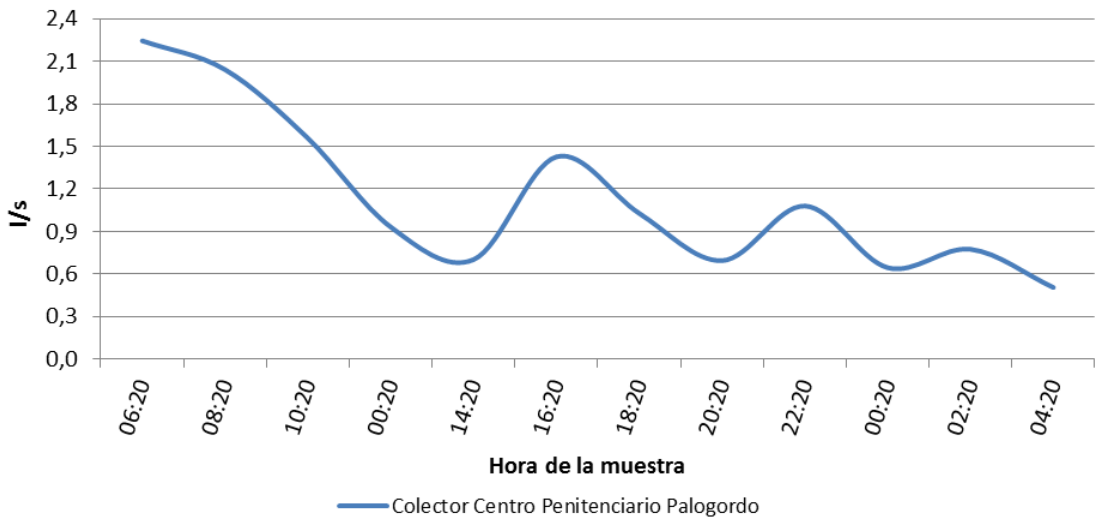
Como se observa en los puntos ubicados en el casco urbano del municipio de Piedecuesta, los caudales mas altos se presentaron en su mayoria en horas de la mañana, en la madrugada, aumentando su capacidad en el horario de 5:00 a 7:00 am en donde se asume son mas representativas las actividades cotidianas (entre semana) de esa zona residencial.

Aunque la tendencia para los caudales es a la baja durante el trascurso del día, se presentan un comportamiento en el colector Cisnes que fluctua todo el día presentando unos máximos a las 11:00 am, lo que se asume también por las labores cotidianas como la preparación de alimentos y arreglo personal para las actividades estudiantiles y demás, este mismo comportamiento también se presenta en el colector Cerros, sin embargo este caudal máximo se presentó en horas de la noche, donde igualmente se asume por actividades diarias después de las jornadas laborales, teniendo en cuenta que este es un sector exclusivamente residencial.

- **Colector Centro Penitenciario Palogordo (Vereda Palogordo Municipio de Girón)**

Fotografía 23 Punto de monitoreo Colector Centro Penitenciario Palogordo



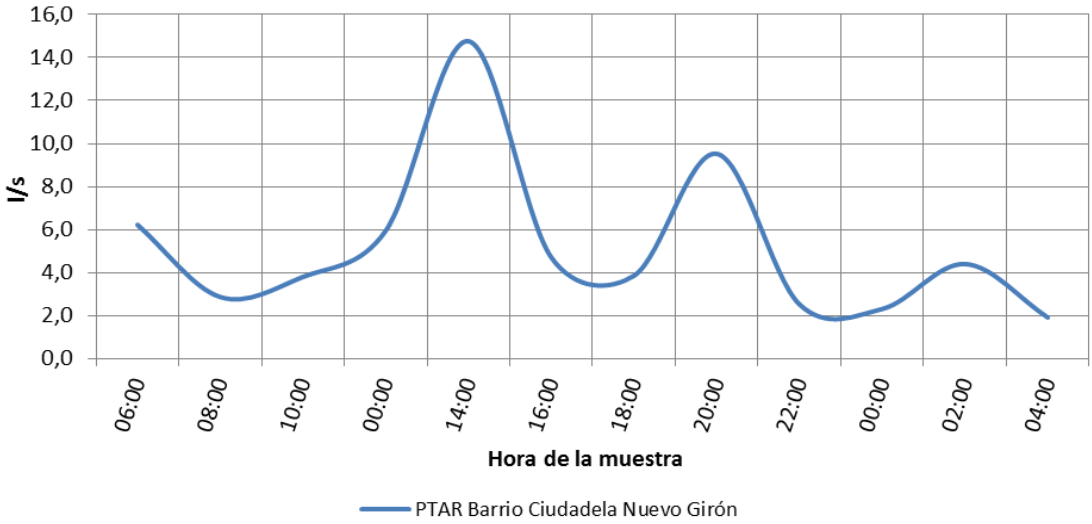


El Establecimiento Penitenciario de Alta y Mediana Seguridad –EPAMS-, se ubica en el Kilómetro 14 en la Vía que de Girón conduce a Zapatoca, específicamente en la Vereda Palogordo del municipio de Girón, con una capacidad real de 1444 internos y 297 funcionarios, que demandan constantemente consumo de agua como se evidencia en el comportamiento que es similar a los dos puntos anteriores, en donde las mayores descargas se realizan en horas de la mañana, lo que se asume primordialmente por las actividades de arreglo personal, preparación de alimentos y demás actividades, sin embargo es evidente la tendencia a disminuir su aporte en el transcurso del día.

- **PTAR Barrio Ciudadela Nuevo Girón (Vía Bahondo-Municipio de Girón)**

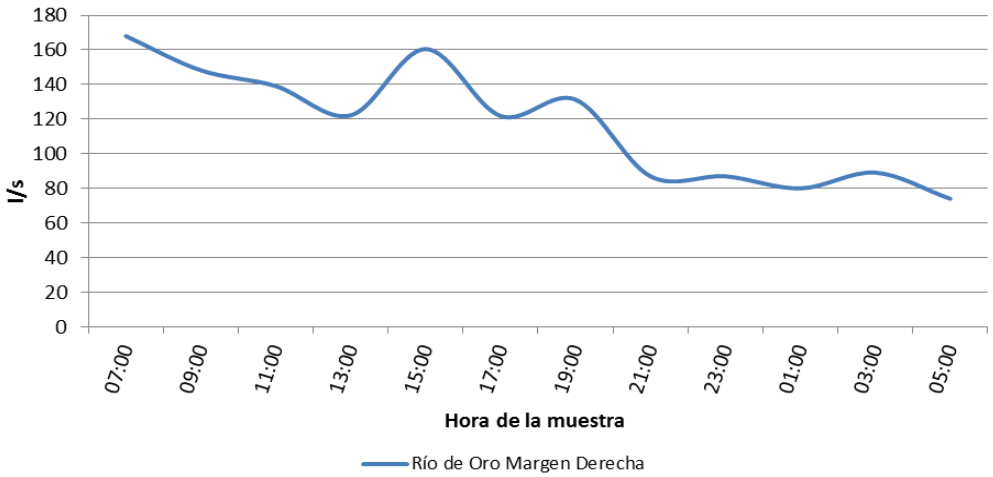
Fotografía 24 Punto de monitoreo Colector PTAR Ciudadela Nuevo Girón





El Barrio Ciudadela Nuevo Girón es un complejo de vivienda multifamiliar tipo apartamento, para 500 familias damnificadas, que abarca mas de 400 casas y una institución educativa (que cuenta con cafetería , laboratorios, 36 aulas de clase y espacios para la recreación y deportes) y que a su vez cuenta con una Planta que trata las Aguas Residuales de este complejo. Para el vertimiento de la PTAR los caudales máximos se ubicaron en horas de la tarde y noche (2:00 y 8:00 pm), teniendo en cuenta que ésta es una zona netamente residencial, y que la jornada estudiantil se lleva a cabo en horas de la mañana, se asume que la influencia de estos caudales son por preparación de alimentos y cuidado personal una vez regresan de las jornadas laborales y estudiantil.

- **Río de Oro Margen Derecha (Punto antes de la confluencia con la Qda La Iglesia - Vertimiento EMPAS)**

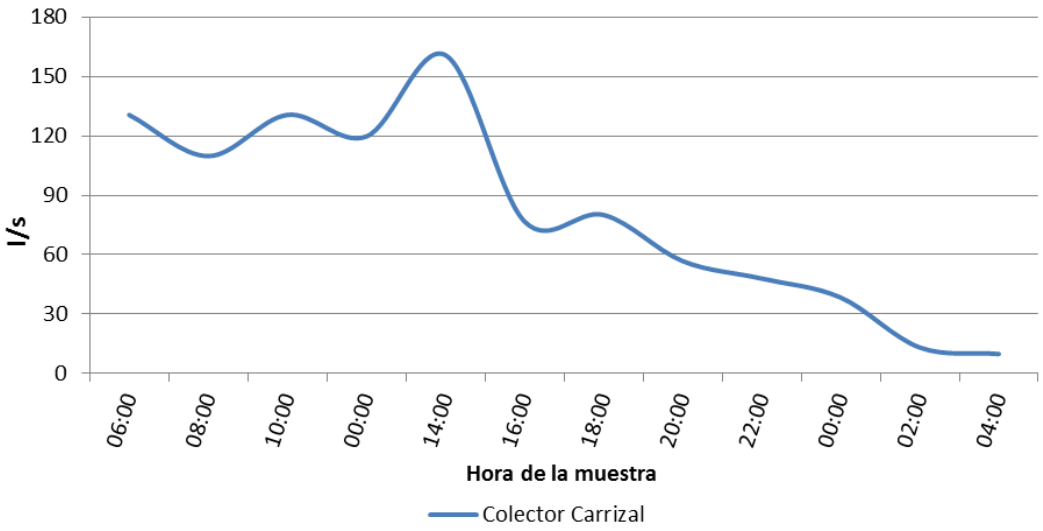


El colector Río de Oro Margen derecha pertenece a la empresa de alcantarillado EMPAS, el cual nace desde el sector de Bahondo, recorre la carrera 26 y posteriormente continua por esta margen del río (II, III y IV Etapa), recibiendo el sistema de Río Frío y transportando sus caudales sanitarios por el sector de El Rincón de Girón hasta el vertimiento provisional de la V Etapa, localizado en el SENA (Municipio de Girón). Esta zona tiene influencia de sectores residenciales, comerciales y algunos lavaderos de carros, es por ello que los caudales máximos se presentan en horas de la mañana (5:00 a 7:00 a.m.) lo que se asume por las labores cotidianas como preparación de alimentos y arreglo personal, así mismo en horas de la tarde (3:00 p.m.) se presenta el segundo caudal máximo (160.5 l/s), debido al flujo de caudal después de las labores del mediodía en donde de nuevo se concentran las actividades de preparación de alimentos, además del regreso de los estudiantes a sus casas, etc.

- **Colector Carrizal (Sector Barrio Carrizal - Vertimiento EMPAS)**

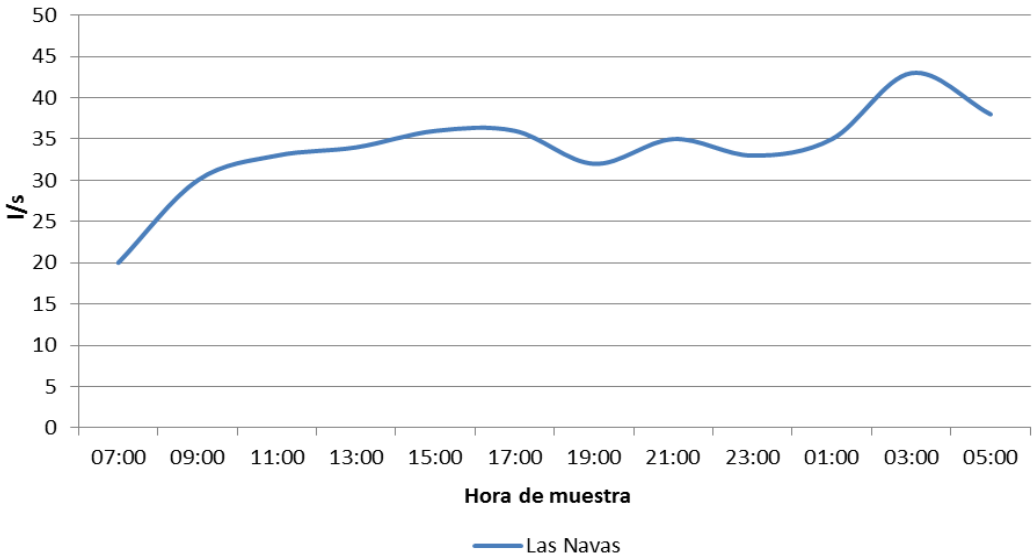
Fotografía 25 Punto de monitoreo Colector Carrizal



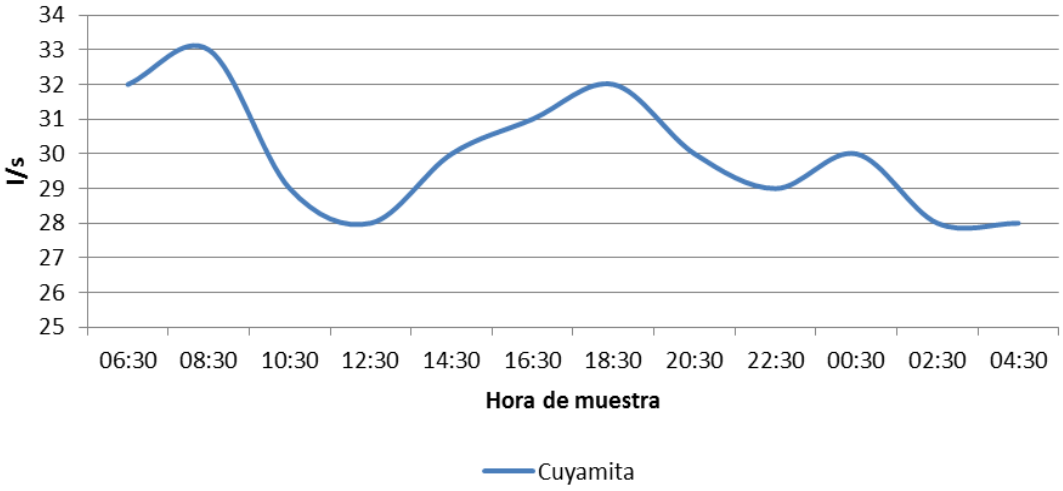


Este colector se encuentra ubicado frente al sector residencial del Carrizal (Municipio de Girón) que se compone de cuatro sectores o barrios, este colector se estima que a futuro se debe conectar al Emisario Río de Oro- La Marino para su posterior tratamiento en la futura PTAR. Según la gráfica el caudal máximo se ubica a las (2:00 p.m., 160.72 l/s) sin embargo la gráfica muestra que en horas de la mañana este caudal se mantiene alto y su tendencia evidencia una disminución más pronunciada en horas de la tarde-noche.

- **Las Navas (Zona Chimita)**



- **Cuyamita (Sector Chimita)**



Estos dos últimos puntos recogen parte del 49% de Bucaramanga, es un sistema independiente sin interconexión, ajustado a las condiciones de desarrollo dado en Bucaramanga, que por su conformación de meseta con pendiente de oriente a occidente, concentra y vierte libremente a las corrientes de la escarpa, por medio de una estructura de vertimiento (sistema de alcantarillado combinado La Meseta) que desde un sistema escalonado, que viene desde la parte urbana hasta la corriente receptora (120 m aproximadamente de caída), corre libre y finalmente dispone en las corrientes receptoras de la escarpa[20].

En las Navas se presenta un comportamiento ascendente principalmente desde la 3:00 hasta las 6:00 a.m. y continúa con este mismo comportamiento en las restantes horas de la mañana, en la tarde – noche disminuye el caudal, aunque no es tan significativo, lo anterior se asume por las diferentes actividades que dentro de la ciudad se desarrollan entre la parte residencial, comercial e industrial.

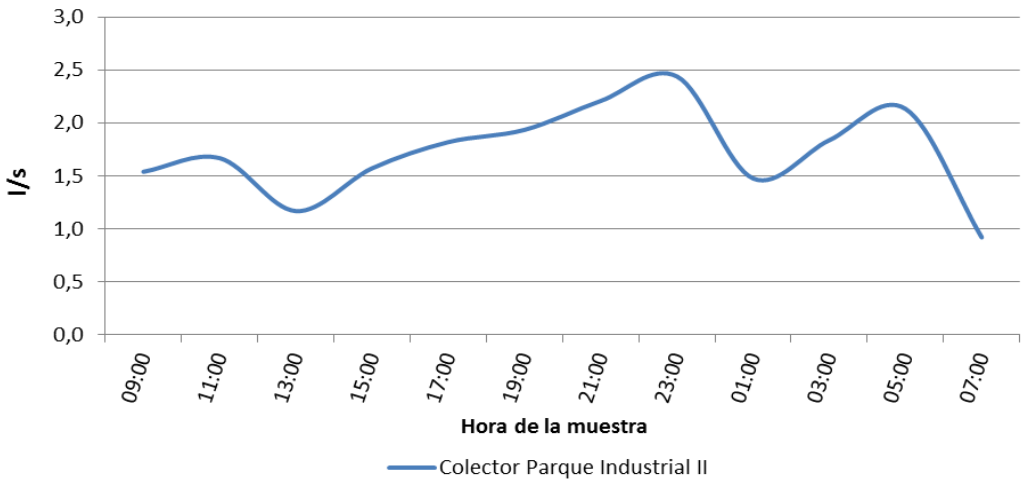
Al igual que las Navas, el punto Cuyamita presenta caudales máximos en el rango de 4:30 a 8:30 a.m. (33 l/s), sin embargo éste va disminuyendo en horas de la mañana e inicia su ascenso de nuevo en horas de la tarde (12:30 a 6:30 p.m.) lo que evidencia en esta zona una actividad constante porque alberga sectores productivos.

[20] Red de Observatorios regionales del mercado de trabajo. Diagnóstico socioeconómico y del mercado del trabajo, área Metropolitana de Bucaramanga, 2010.

- **Colector Parque Industrial II (Sector Chimita)**

Fotografía 26 Punto de monitoreo Parque Industrial II





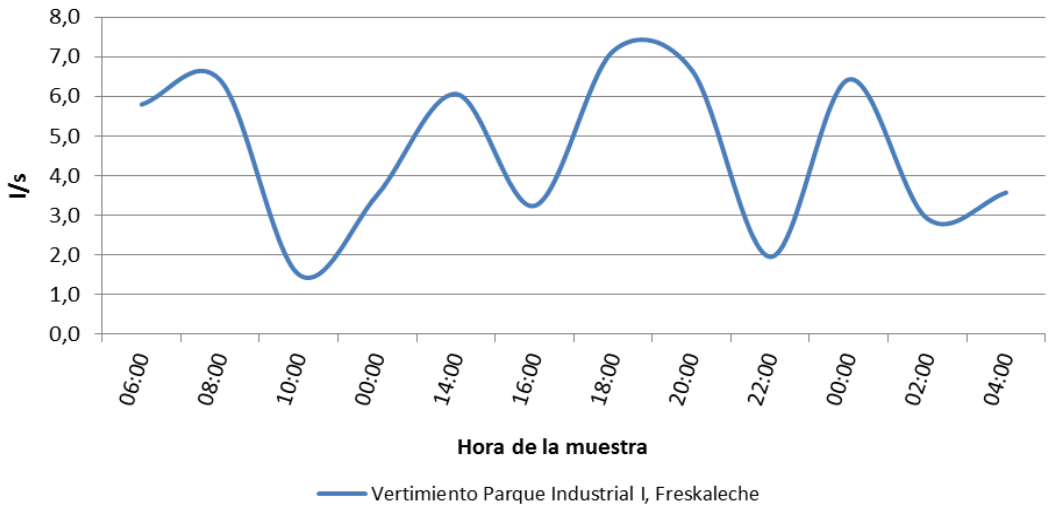
- **Vertimiento Parque Industrial I, Empresa Freskaleche (Sector Chimita)**

Estos dos últimos puntos se ubican en la Zona Industrial de Chimita, ubicada al occidente de Bucaramanga y se articula con el municipio de Girón. En ella, se encuentran 952 empresas, divididas en dos sectores, Parque Industrial I y II, en donde confluyen las siguientes actividades así: comercio al por menor y por mayor de frutas y verduras, comercio de materia prima para industria alimenticia, comercio al por mayor y menor de víveres y abarrotes, actividades mixta agrícola y pecuaria y el restante lo conforman otros sectores variados de producción.

Fotografía 27 Punto de monitoreo Empresa Freskaleche







En el parque Industrial II, se evidencia un caudal que fluctúa en el transcurso del día lo que hace que el comportamiento sea constante, en términos exponenciales, alcanzando un máximo de 2.44 l/s a las 9:00 p.m., lo anterior debido a que en horas de la noche también hay turnos de trabajo en esta zona.

Freskaleche S.A es una empresa productora de lácteos, que se encuentra dentro del parque Industrial II. Al igual que el anterior punto las condiciones del vertimiento fueron muy fluctuantes en el transcurso del día y la noche, debido a los actividades internas que en esta empresa se desarrollan constantemente (tanto en el día como en la noche) como el lavado de equipos, y procesos de producción entre otras, el caudal máximo se ubicó en 7.14 l/s a las 6:00 p.m. y el menor en 1.5 l/s a las 10:00 p.m., hora en el que se presume hay cambio de turno.

Para garantizar la recolección de muestras en campo y su manipulación se anexan las cadenas de custodia. Los parámetros analizados en estos puntos fueron los siguientes:

Anexo 19. Cadena de Custodia de las Muestras Analizadas Monitoreo Vertimientos

Cuadro 100 Parámetros Físico-químicos monitoreados en los vertimientos

Parámetros medidos		
DBO Total	Ortofosfatos (PO4)	Cromo (Cr)
DBO Filtrada	Compuestos Nitrogenados (Nitrógeno Total, Nitrógeno amoniacal N-NH3)	Mercurio (Hg)
DQO	Nitratos (N-NO3-)	Níquel (Ni)
SST	Nitritos (N-NO2-)	Cinc (Zn)
SSED	Cloruros	Plomo (Pb)
Grasas y Aceites	Sulfatos	pH
Fenoles	Cianuro (CN-)	Conductividad Eléctrica
SAAM	Aluminio (Al)	Temperatura
Hidrocarburos Totales (Petróleo)	Cadmio (Cd)	-
Fósforo Total (P)	Cobre (Cu)	-

En el siguiente Cuadro se expone los resultados consolidados de los monitoreo realizados en los vertimientos a Rio de Oro y en los anexos se soporta los resultados de Laboratorio:

Anexo 20 Resultados Laboratorio Monitoreo de Vertimientos

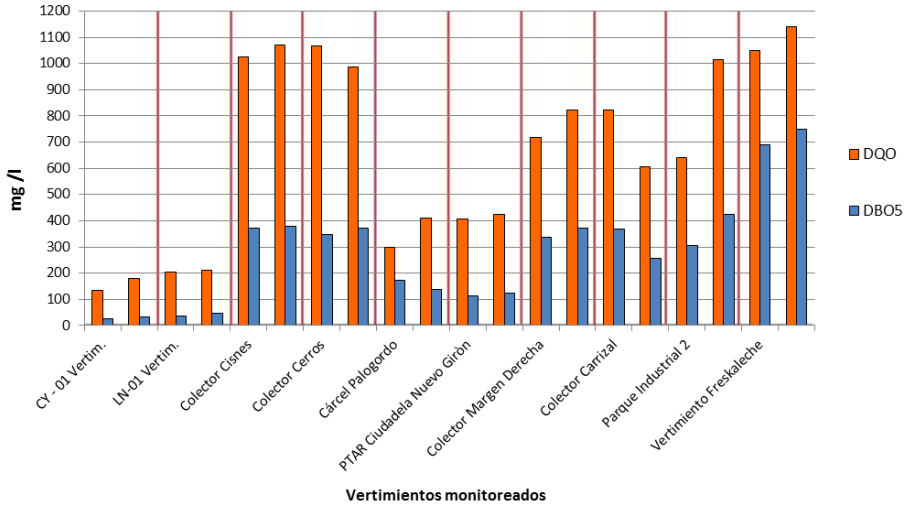
Cuadro 101 Resultados consolidados caracterización de vertimientos

Nº de Muestra	Hora	Punto	DQO (mg O2/L)	DBO_5 (mg DBO5/L)	DBO_5 Filtrada (mg DBO5/L)	Nitrógeno Total Kjeldahl (mg N/ L)	Nitrógeno Amoniacal (mg N/ L)	Nitritos (mg NO2-N/L)	Nitratos (mg NO3-N/L)	Fósforo Total (mg P/ L)	Ortofosfatos (mg PO4-P/ L)	Cloruros (mg Cl-/ L)	Sulfatos (mg SO4/L)	Fenoles (mg Fenol /L)	Detergentes (SAAM) - mg L	Grasas y Aceites (mg/L) Muestra puntual	Hidrocarburos Totales (mg/L)	Cianuros (mg CN-/L)	Mercurio (mg Hg/L)	Aluminio (mg Al/L)	Cobre (mg Cu /L)	Cadmio (mg Cd /L)	Cromo (Mg Cr /L)	Plomo (mg Pb /L)	Niquel (mg Ni/L)	Zinc (mg Zn /L)	Sólidos Sedimentables (mL/L - hora)	Sólidos Suspendidos (mg/L)
Muestra 1	6:30 a 16:30	CY - 01 Vertim.	134	25	18	41.2	30.6	0.274	0.43	5.37	5.3	69,7	25.7	<0.23	0.72	<5.0	<5.0	-------	0.0005	3	0.13	<0.05	<0.10	<0.10	0.88	0.26	0.2	44
Muestra 2	18:30 a 04:30		178	32	25	43.8	43.3	0.074	0.51	5.98	5.82	71.5	32.9	<0.23	1.45	<5.0-8.1	<5.0	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	0.2	54
Muestra 1	7:00 a 17:00	LN-01 Vertim.	203	35	22	33.7	19.3	0.027	0.35	4.34	4.2	108	44.5	<0.23	0.57	15.9	<5.0	-------	0.0005	<0.5	0.06	<0.05	<0.10	<0.10	<0.10	1.28	0.1	28
Muestra 2	19:00 a 05:00		212	46	29	37.5	28.7	0.143	0.57	5.28	4.5	77.1	47.2	<0.23	0.79	28.0-<5.0	<5.0	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	0.1	35
Muestra 1	8:00 a 19:00	Colector Cisnes	1024	372	265	46.3	38.7	0.004	0.11	6.82	5.1	68.3	17.8	<0.23	16	94.8	7.5	0.25	0.0011	1.7	0.04	<0.05	<0.10	<0.10	<0.10	0.4	0.1	192
Muestra 2	20:00 a 7:00		1071	378	262	115	89.9	0.004	<0.11	7.78	4.9	92.9	63.6	<0.23	9.33	132	5.5	0.401	0.0012	1.09	0.09	<0.05	<0.10	<0.10	<0.10	0.24	0.1	198
Muestra 1	6:00 a 16:00	Colector Cerros	1066	346	288	94	51.8	0.003	0.43	9.69	9.57	87.2	32.3	<0.23	20.4	86.4	9.2	0.076	0.0011	1	0.19	<0.05	<0.10	<0.10	<0.10	0.28	0.1	186
Muestra 2	18:00 a 04:00		986	370	268	50.6	34.2	0.003	0.55	10.6	9.79	63	18.8	<0.23	10.1	375	<5.0	0.077	0.0007	1.8	0.22	<0.05	<0.10	<0.10	<0.10	0.27	0.1	192
Muestra 1	6:20 a 16:20	Cárcel Palogordo	299	172	77.0	6.15	0.12	0.003	0.26	5.09	0.57	14.1	27.2	<0.23	5.13	13.6	<5.0	0.041	0.0005	0.9	0.2	<0.05	<0.10	0.1	<0.10	0.13	0.1	129
Muestra 2	18:20 a 04:20		410	136	96	6.83	0.46	0.003	0.39	4.22	0.53	19.4	23.5	<0.23	7.23	10.1	<5.0	0.083	0.0005	1.4	0.18	<0.05	<0.10	<0.10	<0.10	0.09	0.1	108
Muestra 1	6:00 a 16:00	PTAR Ciudadela Nuevo Girón	406	112	81	72.7	50	0.02	0.77	10.3	1.11	49.2	48.2	<0.23	<0.30	12.4	8.0	0.015	0.0009	1.4	0.07	<0.05	<0.10	0.17	<0.10	0.26	0.1	144
Muestra 2	18:00 a 04:00		423	124	94	71.8	51	0.01	1.12	9.84	4.64	73.5	50.1	<0.23	0.34	14.5	<5.0	0.015	0.0016	0.8	0.05	<0.05	<0.10	0.1	<0.10	0.1	0.1	147
Muestra 1	7:00 a 17:00	Colector Margen Derecha	716	337	250	58.1	38.3	0.003	0.29	9.76	7.98	58.2	73.5	<0.23	18.6	134	39.0	0.015	0.5	<0.50	0.1	<0.05	<0.10	<0.10	<0.10	0.23	0.1	143
Muestra 2	19:00 a 05:00		824	373	277	57.2	37.6	0.003	0.31	9.21	7.26	60.4	29.1	<0.23	23	189 - 347	20.0-175	0.015	0.5	0.7	0.14	<0.05	<0.10	0.11	<0.10	0.25	0.1	177
Muestra 1	6:00 a 16:00	Colector Carrizal	821	368	280	62.7	44.8	0.08	0.47	8.43	6.61	71.3	34.3	<0.23	17.9	112	34	0.015	0.0005	0.8	0.14	<0.05	<0.10	0.18	<0.10	0.27	0.2	176
Muestra 2	18:00 a 04:00		605	258	164	61.3	49.4	0.003	0.79	9.19	7.09	65.7	130	<0.23	16.9	34.2	<5.0	0.015	0.0005	5.1	0.15	<0.05	<0.10	0.14	<0.10	0.22	0.1	192
Muestra 1	9:00 a 19:00	Parque Industrial 2	642	304	218	41.2	12.5	0.003	0.43	7.28	5.35	74.6	37.3	<0.23	16.1	15.7	<5.0	0.015	0.0005	0.8	0.07	<0.05	<0.10	<0.10	<0.10	0.18	0.1	130

Nº de Muestra	Hora	Punto	DQO (mg O2/L)	DBO_5 (mg DBO5/L)	DBO_5 Filtrada (mg DBO5/L)	Nitrógeno Total Kjeldahl (mg N/ L)	Nitrógeno Amoniacal (mg N/ L)	Nitritos (mg NO2-N/L)	Nitratos (mg NO3-N/L)	Fósforo Total (mg P/ L)	Ortofosfatos (mg PO4-P/ L)	Cloruros (mg Cl-/ L)	Sulfatos (mg SO4/L)	Fenoles (mg Fenol /L)	Detergentes (SAAM) - mg L	Grasas y Aceites (mg/L) Muestra puntual	Hidrocarburos Totales (mg/L)	Cianuros (mg CN-/L)	Mercurio (mg Hg/L)	Aluminio (mg Al/L)	Cobre (mg Cu /L)	Cadmio (mg Cd /L)	Cromo (Mg Cr /L)	Plomo (mg Pb /L)	Niquel (mg Ni/L)	Zinc (mg Zn /L)	Sólidos Sedimentables (mL/L - hora)	Sólidos Suspendidos (mg/L)
Muestra 2	21:00 a 07:00		1016	425	349	53.9	9.09	0.053	1.05	10.1	6.08	101	17.1	0.64	19.6	50.8	<5.0	0.015	0.0005	0.6	0.02	<0.05	<0.10	0.1	<0.10	0.16	0.1	130
Muestra 1	06:00 a 16:00	Vertimiento Freskaleche	1049	691	562	41	7.36	2.22	26.7	18.2	17.1	31.2	14.8	<0.23	3.84	141	<5.0	0.015	0.0005	1.9	0.17	<0.05	<0.10	<0.10	<0.10	0.19	0.1	205
Muestra 2	18:00 a 04:00		1141	748	683	60.5	19.4	2.51	21	20.3	19.2	44.9	13.3	<0.23	4.78	-	-	0.015	0.0005	0.6	0.16	<0.05	<0.10	<0.10	<0.10	0.16	0.1	175

A continuación se presenta el análisis de los resultados y se grafica los mismos, de las muestras compuestas 1 y 2 de forma consecutiva para cada vertimiento:

Gráfica 24 Análisis DBO-DQO monitoreo de vertimientos



Como se evidencia los niveles de DBO y DQO más altos se presentan en el último vertimiento, realizado en la zona Industrial de Chimitá, en la empresa Freskaleche, seguido del Colector Cisnes y el Colector Cerros, de la empresa de Servicios Públicos del municipio de Piedecuesta, lo que evidencia una influencia marcada de contaminación por Materia Orgánica y su descomposición tanto por agentes químicos como biológicos.

A continuación se establece la relación DQO/DBO_5, teniendo en cuenta que cuando esta relación de aguas residuales es mayor que 5,0 son difícilmente tratables por medios biológicos y se consideran no degradables. Para valores entre 3,0 y 5,0 es necesario realizar estudios adicionales para establecer su degradabilidad, mientras que cuando esta relación es inferior a 3,0 las aguas son tratables por medios biológicos y se consideran degradables[21].

Cuadro 102 Relación de la DQO/DBO_5 de las aguas industriales

Relación DQO/DBO	CONCEPTO	METODOS DE TRATAMIENTO APLICABLES
Mayor que 5,0	No degradable	Fisicoquímicos
Entre 3.0 y 5,0	Realizar estudios adicionales	Fisicoquímicos - Biológicos dependiendo de estudios adicionales
Menor que 3,0	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos

Fuente. Guía Ambiental para la Formulación de Planes de Pretratamiento de Efluentes Industriales

[21] MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Guía Ambiental para la Formulación de Planes de Pretratamiento de Efluentes Industriales, 2002, Pág.: 63

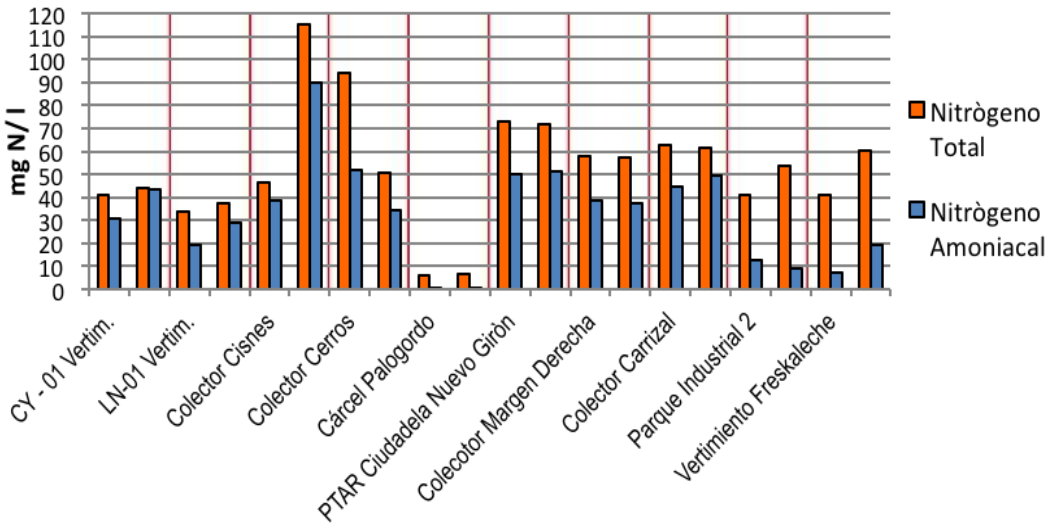
Cuadro 103 Relación DQO/DBO5 de los vertimientos monitoreados

Punto	Muestra	DQO (mg O_2/L)	DBO_5 (mg DBO_5/L)	Relación DQO/DBO_5	Concepto	Método de tratamiento aplicables	Tipo de actividades que generan los vertimientos
Cuyamita	Muestra 1	134	25	5,4	No degradable	Fisicoquímicos	Domésticas, comerciales e industriales
	Muestra 2	178	32	5,6	No degradable	Fisicoquímicos	
Las Navas	Muestra 1	203	35	5,8	No degradable	Fisicoquímicos	Domésticas y comerciales
	Muestra 2	212	46	4,6	Realizar estudios adicionales	Fisicoquímicos - Biológicos dependiendo de estudios adicionales	
Colector Cisnes	Muestra 1	1024	372	2,8	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos	Domésticas y comerciales
	Muestra 2	1071	378	2,8	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos	
Colector Cerros	Muestra 1	1066	346	3,1	Realizar estudios adicionales	Fisicoquímicos - Biológicos dependiendo de estudios adicionales	Domésticas y comerciales
	Muestra 2	986	370	2,7	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos	
Cárcel Palogordo	Muestra 1	299	172	1,7	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos	Domésticas
	Muestra 2	410	136	3,0	Realizar estudios adicionales	Fisicoquímicos - Biológicos dependiendo de estudios adicionales	
PTAR Ciudadela Nuevo Girón	Muestra 1	406	112	3,6	Realizar estudios adicionales	Fisicoquímicos - Biológicos dependiendo de estudios adicionales	Domésticas
	Muestra 2	423	124	3,4	Realizar estudios adicionales	Fisicoquímicos - Biológicos dependiendo de estudios adicionales	
Colector Margen Derecha	Muestra 1	716	337	2,1	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos	Domésticas y comerciales
	Muestra 2	824	373	2,2	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos	
Colector Carrizal	Muestra 1	821	368	2,2	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos	Domésticas y comerciales
	Muestra 2	605	258	2,3	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos	
Parque Industrial II	Muestra 1	642	304	2,1	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos	Industriales
	Muestra 2	1016	425	2,4	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos	
Vertimiento Freskaleche	Muestra 1	1049	691	1,5	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos	Industriales
	Muestra 2	1141	748	1,5	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos	

Como se evidencia en el cuadro los vertimientos más difíciles de tratar por medios biológicos son Cuyamita y la Navas y se tiene que recurrir a tratamientos solo Fisicoquímicos para la remoción de la contaminación, seguido de estos están los colectores Cerros, Centro Penitenciario Palogordo y PTAR Ciudadela Nuevo Girón, en donde aplica para ellos un tratamiento Fisicoquímicos y Biológicos dependiendo de estudios adicionales, para los demás vertimientos el tratamiento es opcional entre Fisicoquímico o Biológicos.

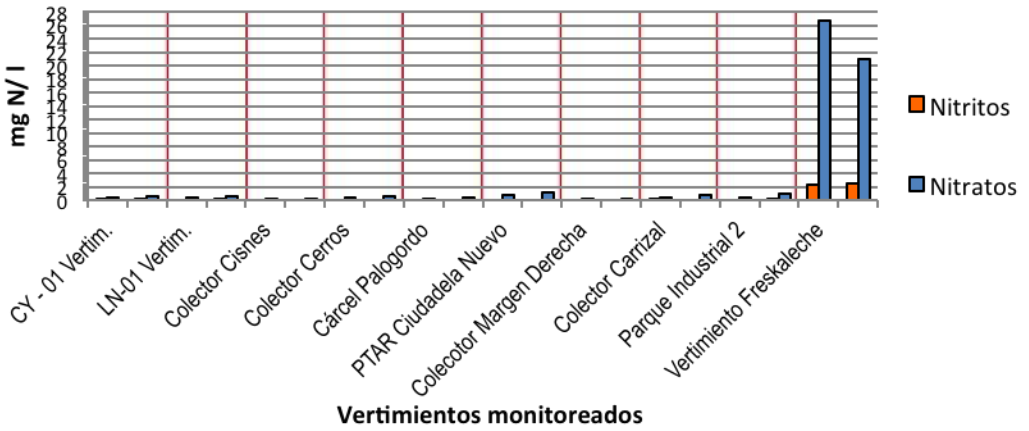
Las actividades más relevantes, como también se muestra en el cuadro, para los puntos más críticos son las de tipo domésticas, comerciales e industriales, en su mayoría, lo que denota la influencia marcada de diferentes tipos de componentes vertidos producto de estas actividades y por ende su dificultad para tratar biológicamente este tipo de aguas. Para los demás vertimientos la mayor actividad influyente es la de tipo doméstico, y por ello el método de tratamiento aplicable es opcional entre Fisicoquímicos o biológicos. A continuación se analizan los parámetros evaluados para cada vertimiento:

Gráfica 25 Análisis Nitrógeno Total y Amoniacal monitoreo vertimientos



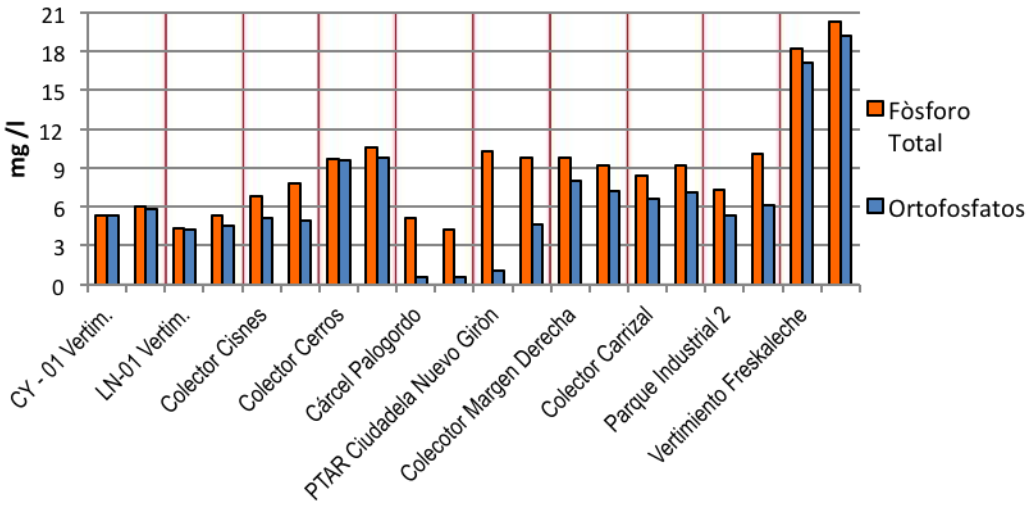
Como se evidencia en la gráfica los mayores niveles de Nitrógeno se concentran en los colectores Cerros y Cisnes debido al que son aguas residuales que contienen un elevada concentración de nitrógeno en forma de urea y compuestos proteínicos, el que pasa por descomposición bacteriana a forma amoniacal, como lo muestra también el vertimiento de la PTAR de Ciudadela Nuevo Girón.

Gráfica 26 Análisis de Nitritos y nitratos en el monitoreo de vertimientos.



Debido a que los nitratos y nitritos se emplean con regularidad como aditivos alimentarios en diversos productos, y que el uso de estas sustancias se fundamenta en sus efectos sobre las características organolépticas y sobre el control del crecimiento de microorganismos, algunos de ellos patógenos, es que se asume el incremento de los mismos en forma de nitrato (en su mayoría) en el último vertimiento monitoreado, que pertenece a la empresa Freskaleche, la cual genera productos lácteos, los que requiere de técnicas de preservación que pueden estar fundamentadas en el uso de estos parámetros.

Gráfica 27 Fosforo Total y Ortofosfatos monitoreo vertimientos



Como se evidencia de nuevo el vertimiento de la empresa Freskaleche conserva los valores elevados en este caso de Fósforo Total y Ortofosfatos, lo que muestra que por los constantes lavados que se están haciendo a los diferentes equipos en esta planta, que conlleva al uso de detergentes, se están generando estos compuestos. Teniendo en cuenta que el fósforo Total se presenta en forma de

fosfatos clasificados en tres categorías[22] como son ortofosfatos, fosfatos condensados (piro, meta y otros polifosfatos) y fosfatos enlazados orgánicamente, a continuación se expone en el siguiente cuadro la concentración de estos dos últimos componentes, sin discriminar la concentración de cada uno puesto que no fue el objeto de este proyecto, se tiene en cuenta solo para justificar su presencia en los vertimientos:

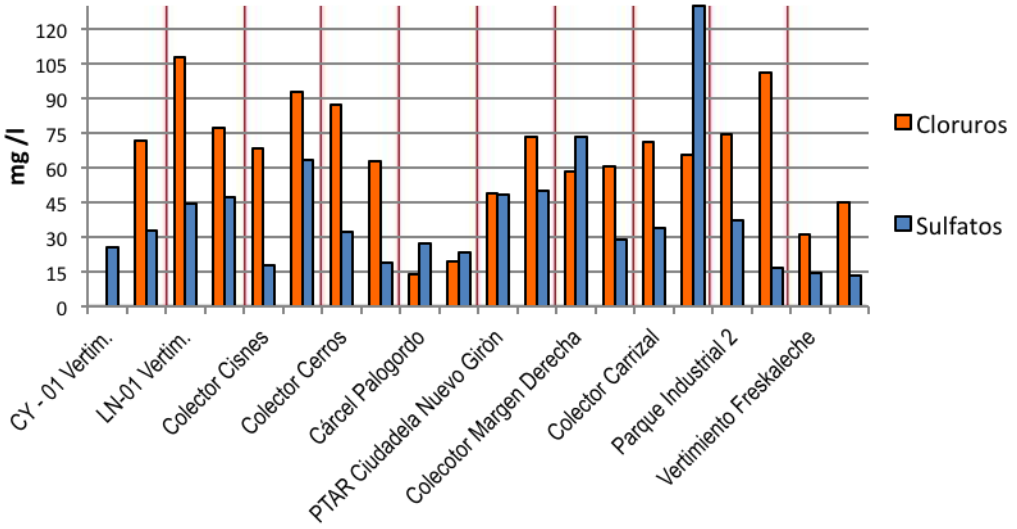
Cuadro 104 Concentración de polifosfatos y fosfatos orgánicos

Punto de vertimiento	Fósforo Total (mg P/ l)	Ortofosfatos (mg PO4-P/ l)	Concentración de polifosfatos y fosfatos orgánicos (mg/l)
Cuyamita	5,37	5,3	0,07
	5,98	5,82	0,16
Las Navas	4,34	4,2	0,14
	5,28	4,5	0,78
Colector Cisnes	6,82	5,1	1,72
	7,78	4,9	2,88
Colector Cerros	9,69	9,57	0,12
	10,6	9,79	0,81
Centro Penitenciario Palogordo	5,09	0,57	4,52
	4,22	0,53	3,69
PTAR Ciudadela Nuevo Girón	10,3	1,11	9,19
	9,84	4,64	5,2
Colector Margen Derecha	9,76	7,98	1,78
	9,21	7,26	1,95
Colector Carrizal	8,43	6,61	1,82
	9,19	7,09	2,1
Parque Industrial II	7,28	5,35	1,93
	10,1	6,08	4,02
Vertimiento Freskaleche	18,2	17,1	1,1
	20,3	19,2	1,1

Como se evidencia en el anterior cuadro la concentración de polifosfatos y fosfatos orgánicos (aunque estos últimos en menor proporción puesto que su presencia se da más por procesos naturales como como la erosión y presencia de rocas fosfóricas) en mayor proporción se da en los puntos del Centro Penitenciario Palogordo y PTAR Ciudadela Nuevo Girón, lo que denota la influencia que puede ejercer por escorrentía los pesticidas y fertilizantes aplicados a la vasta zona de cultivos que en estos sectores se establecen así como también por la acción de los detergentes y productos de limpieza que para el caso del Centro Penitenciario son utilizados diariamente para el lavado de ropa y demás implementos y la zona de lavado de buses contigua a la PTAR para el caso de Ciudadela Nuevo Girón.

[22] Severiche, C.A., Luna, J., & González, H. (2013). Evaluación analítica para determinación del fósforo total en aguas por el método del ácido ascórbico. *Ingenium, 7*(17), Pág.: 37-41.

Gráfica 28 Concentración Sulfatos y Cloruros

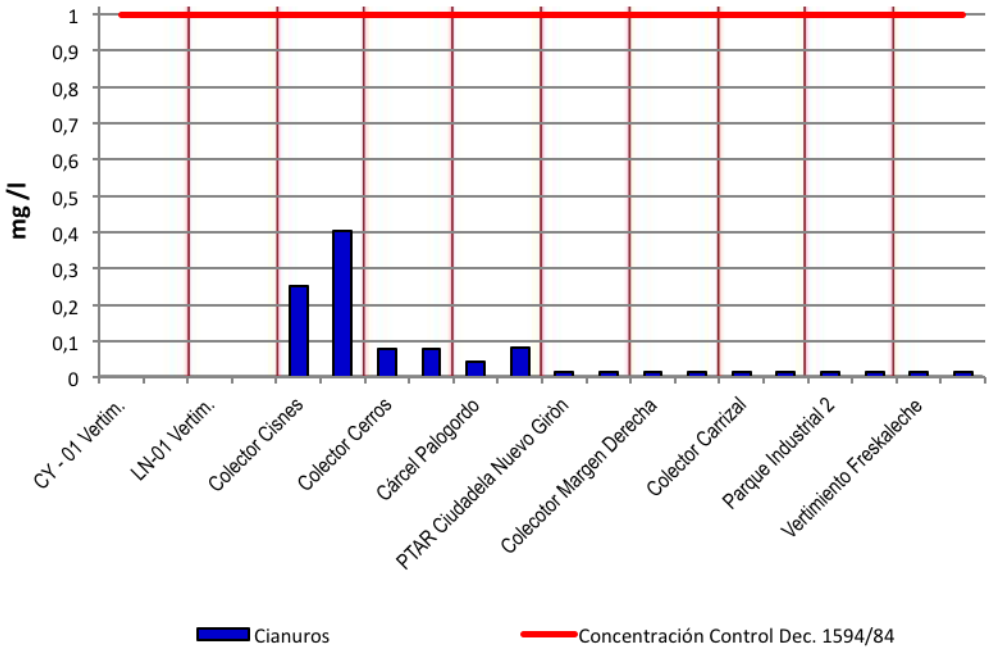


Como se observa en la gráfica el mayor aporte de cloruros se presenta en los puntos LN-01, Parque industrial II, y Colector Cisnes, debido al aporte de aguas residuales domésticas e industriales que es la fuente más importante de este parámetro, es decir su concentración depende de la actividad humana la cual incrementa o no su valor, y más cuando estos tres puntos provienen de zonas residenciales e industriales.

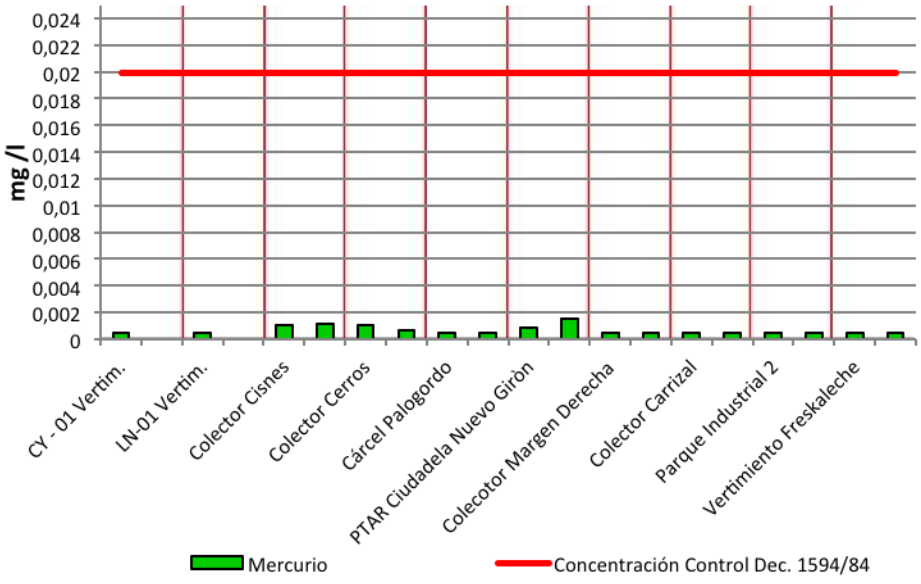
En el caso de los sulfatos el mayor aporte se presentó en el Colector Carrizal, debido a que éste recoge las aguas residuales de una zona que alberga industrias de textiles en donde utilizan tintes a base de sulfatos y sus derivados, lo que posiblemente se puede atribuir la presencia de estos sulfatos en las aguas residuales de este colector.

A continuación se realizara un comparativo según de los resultados obtenidos en cada vertimiento con el Decreto 1594 de 1984 Artículo 74 el cual establece las concentraciones para el control de la carga de las sustancias de interés sanitario:

Gráfica 29 Concentración Cianuros

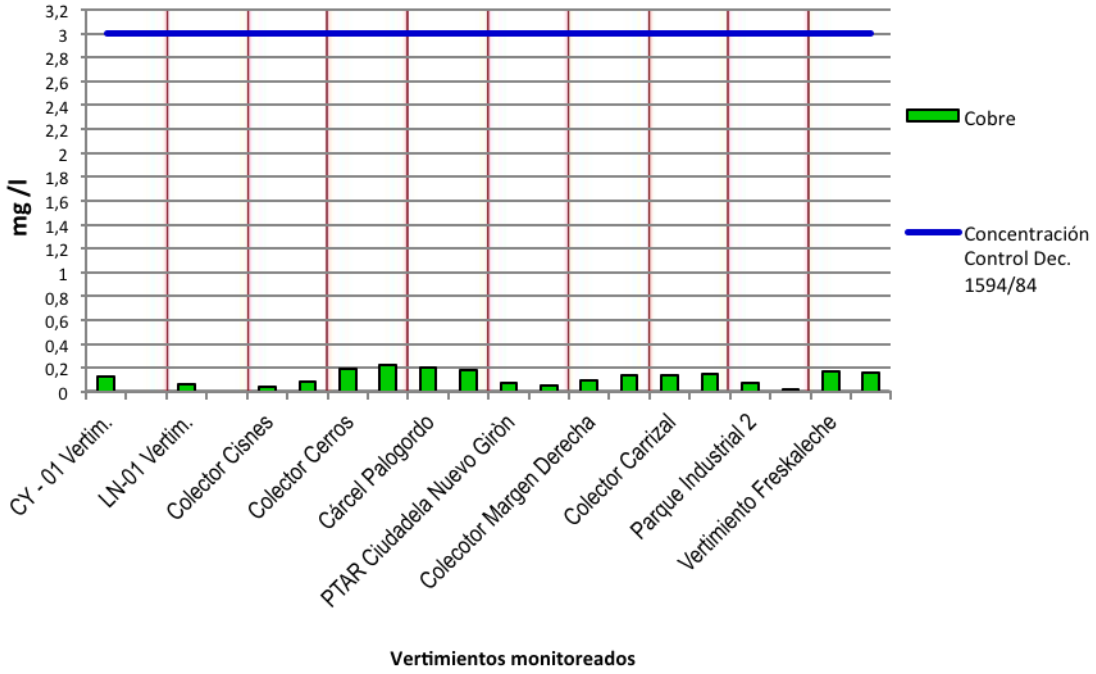


Gráfica 30 Concentración Mercurio

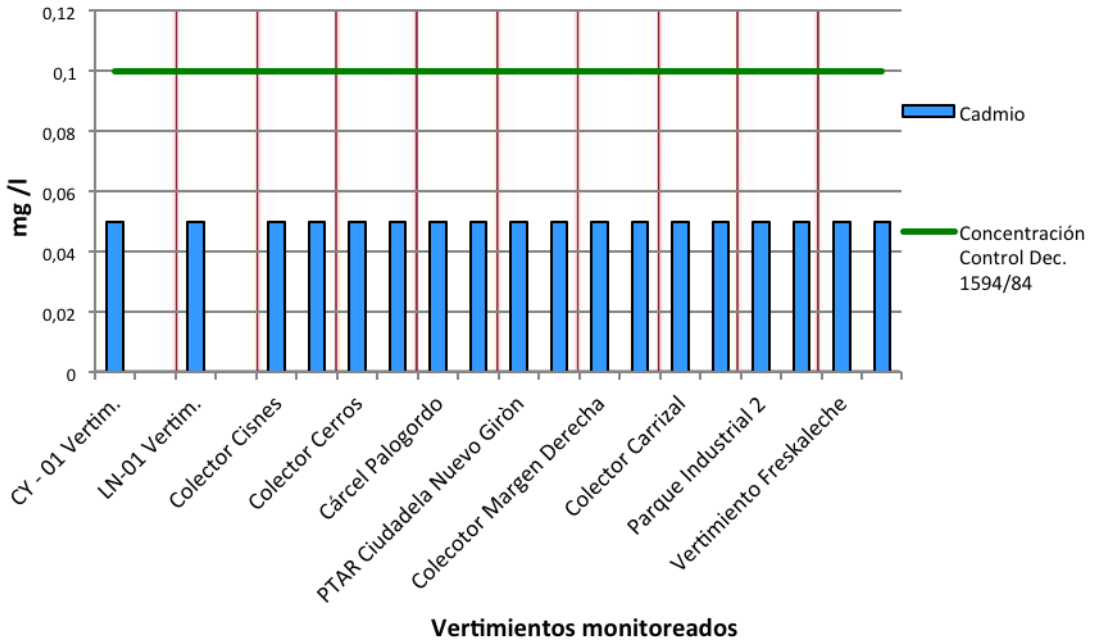


Como se evidencia los niveles para Mercurio están por debajo del nivel permitido en el Decreto 1594 de 1984 (Art. 74), que es 0.02 mg/l, en cuanto al Cianuro el nivel en la misma norma expresa que no se debe exceder de 1.0 mg/l, ítem que también cumplen los puntos monitoreados que se encuentran por encima de este rango.

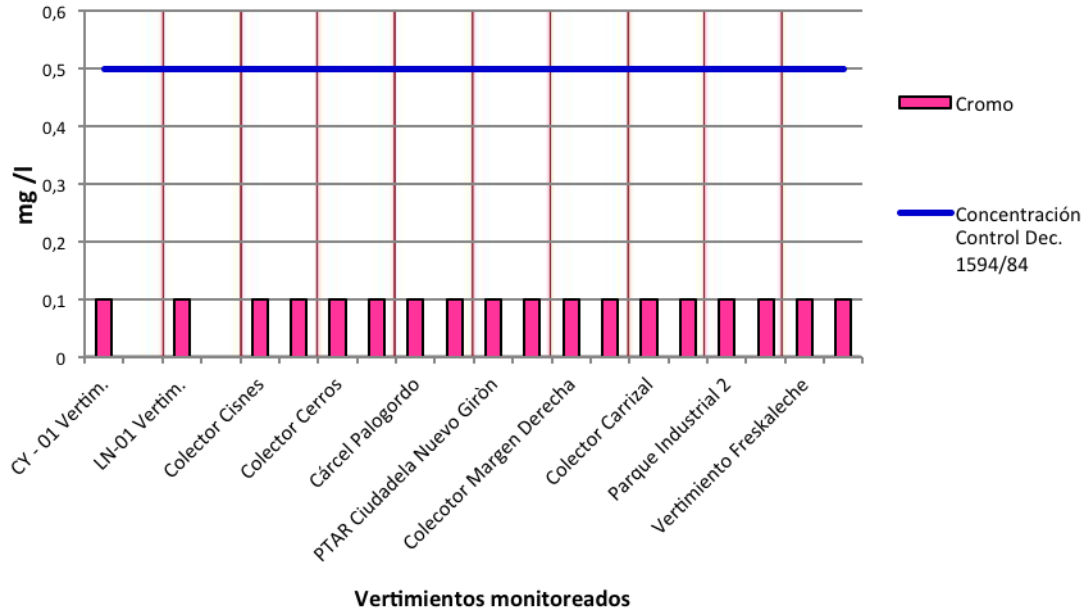
Gráfica 31 Concentración Cobre



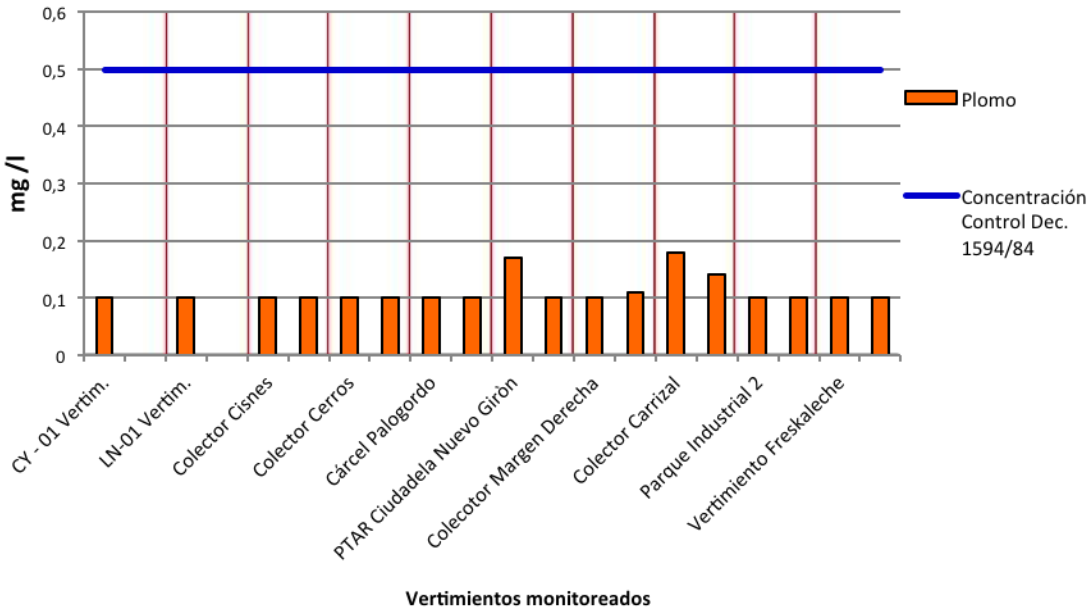
Gráfica 32 Concentración Cadmio



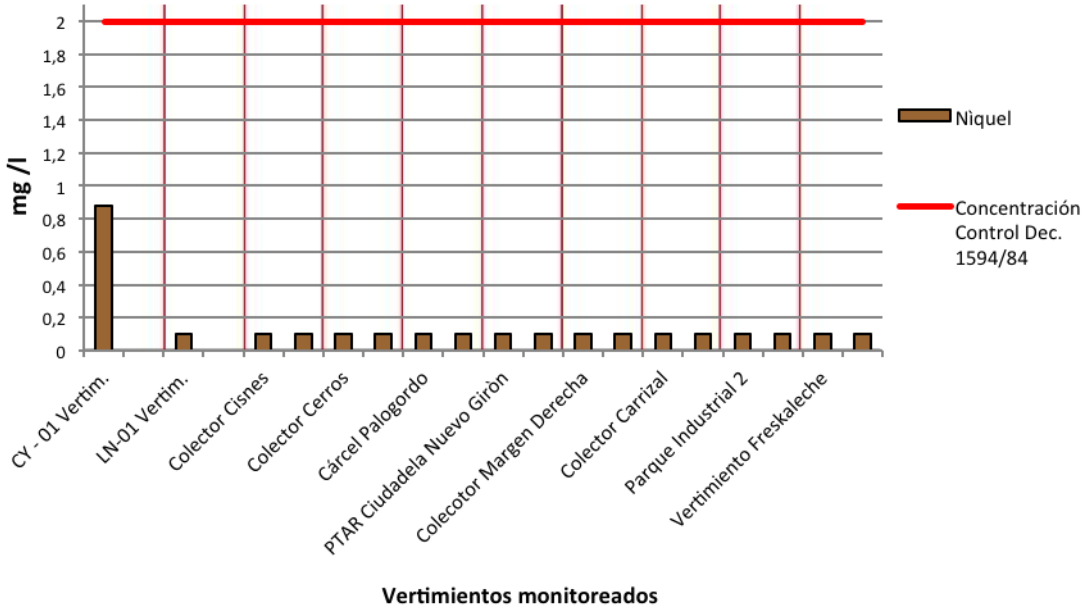
Gráfica 33 Concentración Cromo



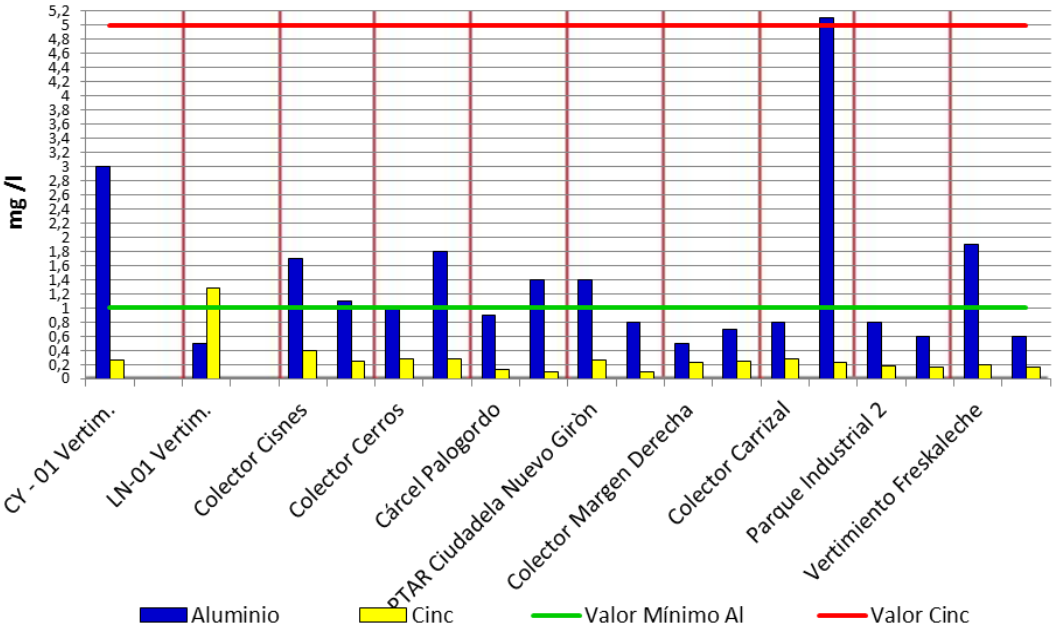
Gráfica 34 Concentración Plomo



Gráfica 35 Concentración Níquel



Gráfica 36 Concentración Aluminio y Cinc

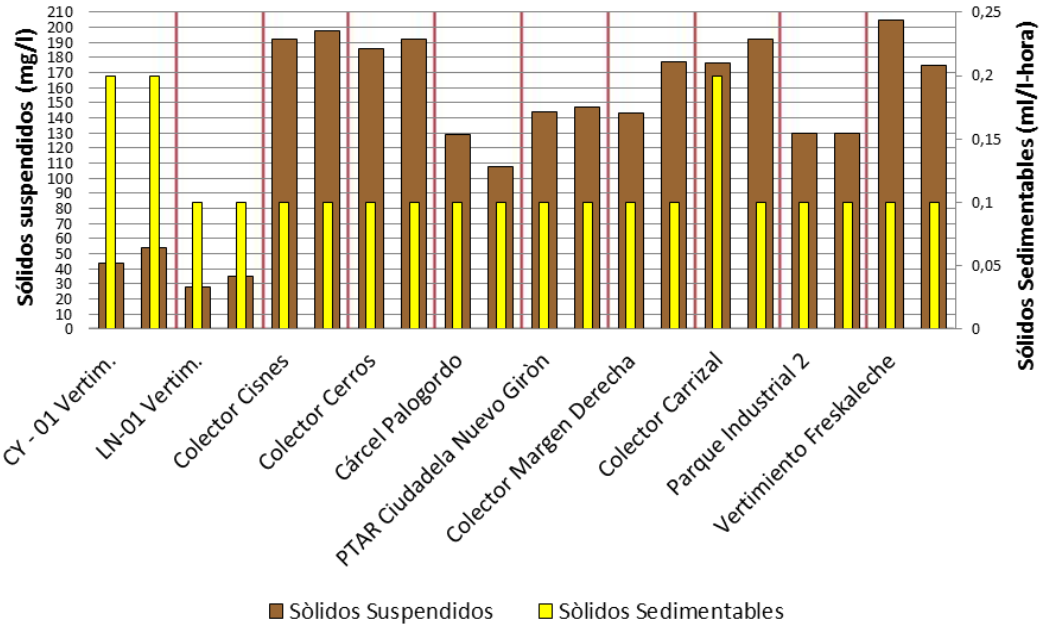


Como se evidencia en la últimas graficas la contaminación por metales no es un factor que influya en la contaminación del agua, debido a que su concentración cumple con la normatividad vigente, excepto para Aluminio, en donde por no existir un patrón de comparación en la normatividad vigente, se toma

como referencia lo reportado en el documento "Concentraciones de referencia para los vertimientos industriales realizados a la red de alcantarillado y de los vertimientos industriales y domésticos efectuados a cuerpos de agua" de la Alcaldía Mayor de Bogotá[23], el cual emite para este metal que el rango establecido para vertimientos a cuerpos de agua se encuentra entre 1 y 10 mg/l y el valor máximo para Cinc está en 5 mg/l, evidenciando para este último metal que los resultados obtenidos en los monitoreos no sobrepasan esta cantidad.

Contrario al anterior metal el comportamiento del Aluminio para la mayoría de los puntos, sobrepasa el límite mínimo de 1 mg/l, debido a que este metal está presente en alimentos en su mayoría procesados, además de ser utilizado para la purificación del agua potable etc, lo que evidencia su presencia significativamente en los colectores que transportan aguas residuales domésticas.

Gráfica 37 Concentración Sólidos Sedimentables y Suspendidos



En la gráfica se observa la relación entre estos dos parámetros y su influencia marcada en el punto del Colector Carrizal, en donde está en proporciones casi iguales. En el vertimiento de las Navas se evidencia un aumento en los sólidos sedimentables, caso contrario lo registra los puntos en los colectores los Cisnes, Cerros y vertimiento de la empresa Freskaleche, que muestran un aumento en los sólidos Suspendidos.

Adicionalmente se evidencia una diferencia marcada en las concentraciones de Sólidos suspendidos de los vertimientos Cuyamita y Las Navas, con respecto a los demás puntos debido a que el flujo de

[23] Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental – CIIA , Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de los Andes. Concentraciones de referencia para los vertimientos industriales realizados a la red de alcantarillado y de los vertimientos industriales y domésticos efectuados a cuerpos de agua de la ciudad de Bogotá, Primer informe, pág. 88 a:94

éstos es constante o tiene velocidades bajas lo que favorece más la sedimentación de los sólidos, contrario a los demás.

A continuación se realiza una comparación con las concentraciones anteriormente expuestas y el promedio de los caudales instantáneos por muestra para establecer las cargas por parámetro, adicionalmente se realizará la comparación con la carga establecida en el primer punto de monitoreo sobre Río de Oro (RO-O-10) tomando de base para el cálculo la temporada más crítica (verano) y los parámetros monitoreados a fines, como se muestra a continuación:

Cuadro 105 Carga contaminante Punto RO-O-10

PUNTO	VARIABLE	CONCENTRACION VERANO (mg/l)	CAUDAL VERANO (l/s)	CARGA CONTAMINANTE (Ton/d)
RO-O-10	DBO	1,4	381	0,05
	DQO	16,6		0,55
	Nitrógeno Total	0,74		0,02
	Nitritos	0,006		0,0002
	Nitratos	0,11		0,0036
	Fósforo	0,06		0,002
	Ortofosfatos	0,03		0,001
	Sólidos Susp	5,5		0,18
	Mercurio	0,0005		0,00002
	Cianuro	0,015		0,0005
	Níquel	0,1		0.003
	Cromo	0,1		0.003
	Plomo	0,1		0.003

A continuación se muestra en general las cargas contaminantes de todos los parámetros medidos en los diez vertimientos en toneladas por día, excepto el grupo de metales (Aluminio, Cobre, Cadmio, Cromo, Plomo, Níquel, y Cinc) que se da en Kilogramo por día:

Cuadro 106 Cargas 1. Contaminantes puntos de vertimiento a Río de Oro

Sitio	Muestra	DQO (Ton O2/d)	DBO_5 (Ton DBO5/d)	Nitrógeno Total (Ton N/d)	Nitrógeno Amoniacal (Ton N/d)	Nitritos (Ton NO2-N/d)	Nitratos (Ton NO3-N/d)	Fósforo Total (Ton P/d)	Ortofosfatos (Ton PO4-P/d)	Cloruros (Ton Cl-/d)	Sulfatos (Ton SO4/d)	Fenoles (Ton Fenol /d)	Detergentes (SAAM) - Ton SAAM/d
Cuyamita	Muestra 1	0,353	0,066	0,1086	0,08064	0,00072	0,00113	0,0142	0,01397	0,184	0,068	0,0006	0,0019
	Muestra 2	0,454	0,082	0,1116	0,11036	0,00018	0,00130	0,0152	0,01483	0,182	0,084	0,0006	0,0037
Las Navas	Muestra 1	0,552	0,095	0,0917	0,05253	0,000073	0,00095	0,0118	0,01143	0,294	0,121	0,0006	0,0016
	Muestra 2	0,659	0,143	0,1166	0,08927	0,00044	0,00177	0,0164	0,01400	0,240	0,147	0,0007	0,0025
Colector Los Cisnes	Muestra 1	0,929	0,337	0,0420	0,03511	0,0000036	0,00010	0,0062	0,00462	0,062	0,016	0,0002	0,0145
	Muestra 2	0,561	0,198	0,0602	0,04707	0,0000021	0,00006	0,0041	0,00256	0,049	0,033	0,00012	0,0049
Cerros del Mediterráneo	Muestra 1	0,171	0,056	0,0151	0,00832	0,0000005	0,00007	0,0016	0,00153	0,014	0,005	0,00003	0,0033
	Muestra 2	0,085	0,032	0,0044	0,00295	0,0000003	0,00005	0,0009	0,00084	0,005	0,002	0,00001	0,0009
Cárcel Palogordo	Muestra 1	0,038	0,022	0,0008	0,00002	0,0000004	0,00003	0,0007	0,00007	0,002	0,003	0,00002	0,0007
	Muestra 2	0,028	0,009	0,0005	0,00003	0,0000002	0,00003	0,0003	0,00003	0,001	0,002	0,00001	0,0005
PTAR Ciudadela Nuevo Girón	Muestra 1	0,224	0,062	0,0401	0,02756	0,0000110	0,00042	0,0057	0,00061	0,027	0,027	0,00012	0,0002
	Muestra 2	0,149	0,044	0,0253	0,01798	0,0000035	0,00039	0,0035	0,00163	0,026	0,018	0,00008	0,0001
Colector Margen Derecha	Muestra 1	8,865	4,172	0,7193	0,47420	0,000037	0,00359	0,1208	0,09880	0,721	0,910	0,00284	0,2303
	Muestra 2	6,507	2,946	0,4517	0,29693	0,000023	0,00245	0,0727	0,05733	0,477	0,230	0,00181	0,1816
Colector Carrizal	Muestra 1	8,608	3,858	0,6574	0,46971	0,00083	0,00493	0,0884	0,06930	0,748	0,360	0,00241	0,1877
	Muestra 2	2,147	0,915	0,2175	0,17529	0,000010	0,00280	0,0326	0,02515	0,233	0,461	0,00081	0,0600
Parque Industrial 2	Muestra 1	0,090	0,043	0,0058	0,00175	0,0000004	0,00006	0,0010	0,00074	0,010	0,005	0,00003	0,0023
	Muestra 2	0,161	0,067	0,0085	0,00144	0,0000084	0,00017	0,0016	0,00096	0,016	0,003	0,0001	0,0031
Vertimiento Freskaleche	Muestra 1	0,401	0,264	0,0157	0,00281	0,00084	0,01020	0,0070	0,00653	0,012	0,006	0,00008	0,0015
	Muestra 2	0,471	0,309	0,0250	0,00801	0,00103	0,00867	0,0084	0,00792	0,019	0,005	0,00009	0,0020

* Los datos en rojo describen los máximos registrados para el parámetro

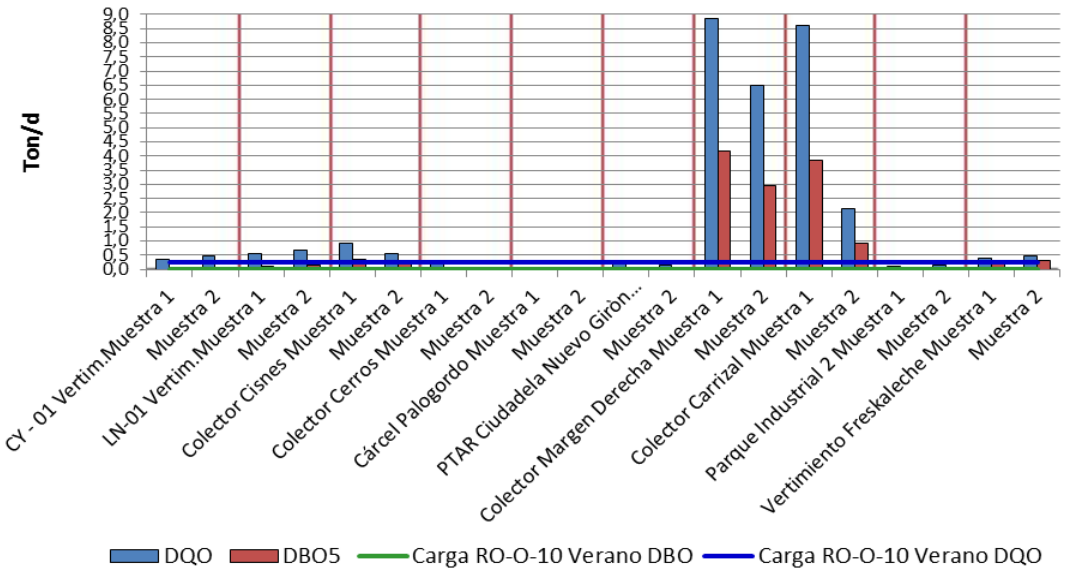
Cuadro 107 Cargas 2. Contaminantes puntos de vertimiento a Río de Oro

Sitio	Muestra	Grasas y Aceites (Ton/d)	Hidrocarburos Totales (Ton/d)	Cianuros	Mercurio (Kg Hg/d)	Aluminio (Kg Al/d)	Cobre (Kg Cu /d)	Cadmio (Kg Cd /d)	Cromo (Kg Cr /d)	Plomo (KgPb /d)	Níquel (KgNi/d)	Zinc (Kg Zn /d)	Sólidos Suspendidos (Ton/d)
Cuyamita	Muestra 1	0,013	0,0132	-------	0,0013	0,01	0,0003	0,0001	0,0003	0,0003	0,002	0,001	0,116
	Muestra 2	0,013	0,0127	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	0,138
Las Navas	Muestra 1	0,043	0,0132	-------	0,0013	1,32	0,1581	0,1318	0,2635	0,264	0,264	3,373	0,074
	Muestra 2	0,087	0,0127	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	0,089
Colector Los Cisnes	Muestra 1	0,086	0,0068	0,00023	0,0010	1,54	0,0363	0,0454	0,091	0,091	0,091	0,363	0,174
	Muestra 2	0,069	0,0029	0,00021	0,0006	0,57	0,0471	0,0262	0,052	0,052	0,052	0,126	0,104
Cerros del Mediterráneo	Muestra 1	0,014	0,0015	0,00001	0,0002	0,16	0,0305	0,0080	0,016	0,016	0,016	0,045	0,030
	Muestra 2	0,032	0,0004	0,000006	0,0001	0,16	0,0190	0,0043	0,009	0,009	0,009	0,023	0,017
Cárcel Palogordo	Muestra 1	0,002	0,0006	0,000005	0,0001	0,12	0,0256	0,0064	0,013	0,013	0,013	0,017	0,016
	Muestra 2	0,001	0,0003	0,000005	0,00003	0,10	0,0123	0,0034	0,007	0,007	0,007	0,006	0,007
PTAR Ciudadela Nuevo Girón	Muestra 1	0,007	0,0044	0,000008	0,0005	0,77	0,0386	0,0276	0,055	0,094	0,055	0,143	0,079
	Muestra 2	0,005	0,0018	0,000005	0,0006	0,28	0,0176	0,0176	0,035	0,035	0,035	0,035	0,052
Colector Margen Derecha	Muestra 1	1,659	0,4829	0,000185	0,0062	6,19	1,2381	0,6191	1,238	1,238	1,238	2,848	1,771
	Muestra 2	1,493	0,1579	0,00011	0,0039	5,53	1,1056	0,3948	0,790	0,869	0,790	1,974	1,398
Colector Carrizal	Muestra 1	1,174	0,3565	0,000157	0,0052	8,39	1,4678	0,5242	1,048	1,887	1,048	2,831	1,845
	Muestra 2	0,121	0,0177	0,000053	0,0018	18,10	0,5323	0,1774	0,355	0,497	0,355	0,781	0,681
Parque Industrial 2	Muestra 1	0,002	0,0007	0,000002	0,0001	0,11	0,0098	0,0070	0,014	0,014	0,014	0,025	0,018
	Muestra 2	0,008	0,0008	0,000002	0,0001	0,09	0,0032	0,0079	0,016	0,016	0,016	0,025	0,021
Vertimiento Freskaleche	Muestra 1	0,054	0,0019	0,000005	0,0002	0,73	0,0649	0,0191	0,038	0,038	0,038	0,073	0,078
	Muestra 2	0,004	0,0040	0,000006	0,0002	0,25	0,0661	0,0206	0,041	0,041	0,041	0,066	0,072

Los valores resaltados en rojo son valores máximos de cada parámetro.

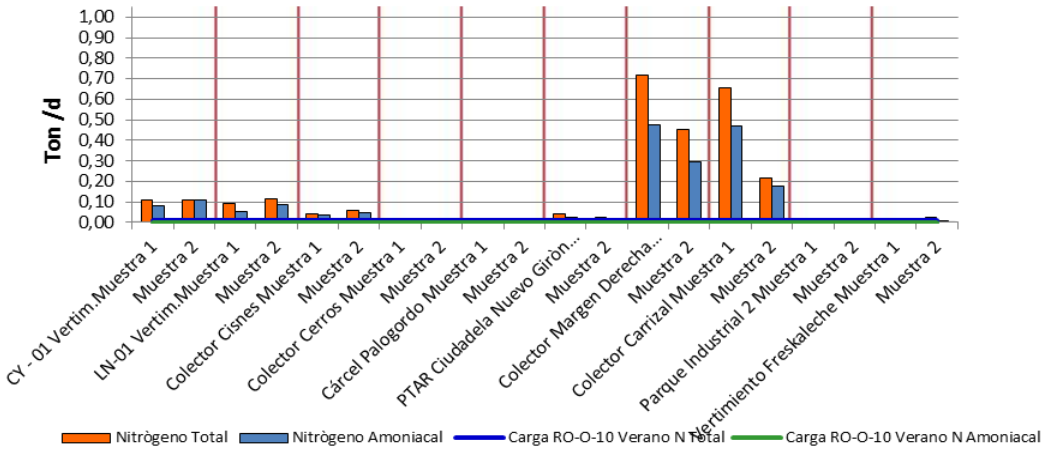
A continuación y de manera comparativa se realiza el análisis de los resultados del cuadro anterior con el primer punto de monitoreo establecido para el primer tramo en estudio sobre Río de Oro (RO-O-10 / Tramo A), para establecer los niveles máximos en carga que con respecto a este punto se encuentran los vertimientos monitoreados, para los parámetros de DBO, DQO, Nitrógeno Total y Amoniacal, Nitritos y Nitratos, Fósforo Total y Sólidos suspendidos, primordialmente:

Gráfica 38 Cargas contaminantes DBO-DQO RO-O-10 y Vertimientos monitoreados

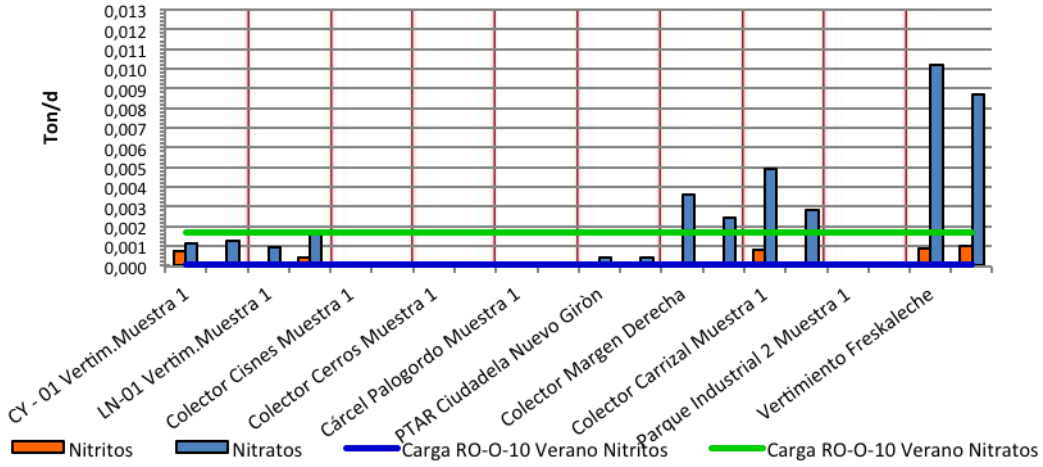


En la gráfica se muestra los altos niveles en cuanto a DQO, principalmente, en los Colectores Carrizal y Margen Derecha con un aporte máximo en este ultimo de 8.8 Toneladas diarias, debido a que es un vertimiento de flujo continuo que recoge las aguas de la zona de la carrera 26 (Poblado- Municipio de Girón) y posteriormente continua por esta margen del río de Oro, recibiendo el sistema de Río Frío y transportando sus caudales sanitarios por el sector de El Rincón de Girón hasta el vertimiento provisional de la V Etapa, localizado en el SENA del mismo municipio, sector muy influenciado por la zona residencial e industrial.

Gráfica 39 Cargas contaminantes Nitrógeno Total y Amoniacal RO-O-10 y Vertimientos monitoreados



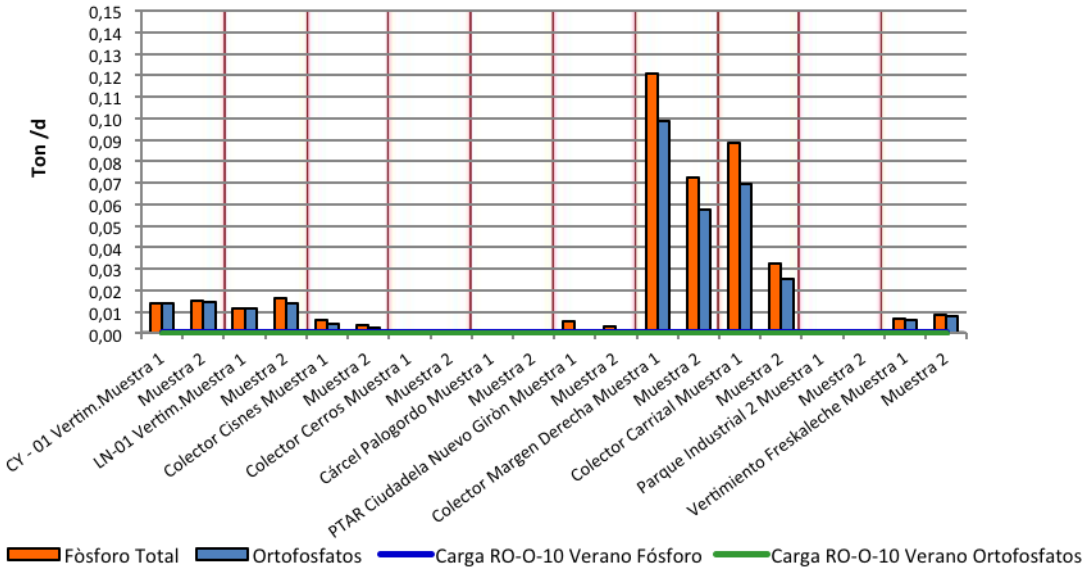
Gráfica 40 Cargas contaminantes Nitritos y Nitratos RO-O-10 y Vertimientos monitoreados



Como se observa en las gráficas las cargas más representativas se ubican en los colectores Margen Derecha y Carrizal y Freskaleche, para el grupo de Nitrógenos debido al aporte de aguas residuales domésticas e industriales provenientes del sector Norte de la ciudad de Bucaramanga y la zona Industrial de Chimita. Adicionalmente en el punto de vertimiento de la empresa Freskaleche, los nitratos presentan un comportamiento elevado, debido a que son compuestos que se utilizan en la industria alimenticia como aditivos, lo que posiblemente se ve influenciado en los resultados de este punto, 0.010 en la muestra 1 y 0.008 Ton /d en la muestra 2.

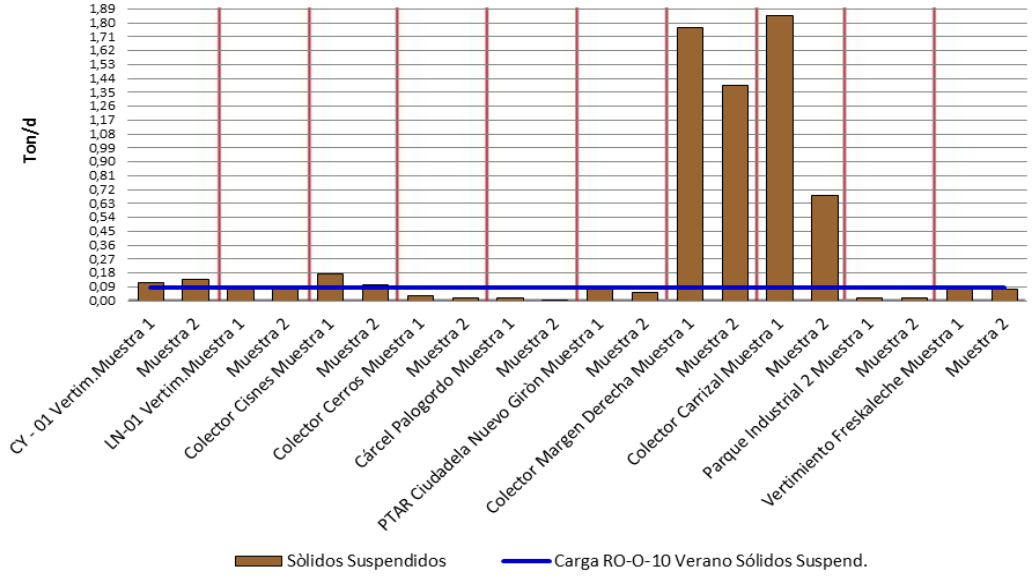
Adicionalmente la carga que tiene el Río en la primera sección del tramo (Punto RO-O-10) para Nitritos de 0.0001 Ton/d y para Nitratos de 0.0017 Ton/d, denota una baja cantidad comparado con lo obtenido en las descargas de los vertimientos monitoreados.

Gráfica 41 Cargas contaminantes Fósforo y Ortofosfatos RO-O-10 y Vertimientos monitoreados



En la gráfica se observa la influencia de los puntos Cuyamita y Las Navas, y en mayor proporción, de nuevo los Colectores Margen Der echa y Carrizal, en comparación con lo reportado en el punto RO-O-10, 0.0005 Ton/d para Ortofosfatos y 0.0009 Ton /d para Fosforo Total, por la procedencia de estas aguas de tipo doméstico, primordialmente.

Gráfica 42 Cargas contaminantes Sólidos Suspendidos RO-O-10 y Vertimientos monitoreados



En la gráfica se identifican de nuevo las cargas prevalentes que se ubican en los puntos de los colectores Margen Derecha y Carrizal, por el caudal elevado que transportan al igual que la concentración, por el aporte que se hace de la zona urbana del municipio de Girón, en donde no se cuenta con Planta de Tratamiento de Aguas residuales y por ende de los Sólidos en todas sus categorías.

En general se evidencia que las mayores cargas son vertidas por el colector Margen Derecha en horas de la mañana (7:00 a 12:00), para la mayoría de los parámetros excepto Nitratos, nitritos, cloruros, Cianuro, Sólidos suspendidos, Aluminio, Cobre, Plomo y Cinc. Seguido del Colector Carrizal, que presenta sus mayores valores en carga en horas de la mañana, en los parámetros de Cloruros, Cobre, Plomo y Sólidos suspendidos. En menor proporción se encuentran los puntos Cuyamita con los valores de Cinc, Cisnes con los valores de Cianuro y Freskaleche con los valores de Nitritos y nitratos; cabe resaltar una vez más que los anteriores valores se presentaron en horas de la mañana, lo que denota que las actividades que más repercuten en aporte de carga contaminante se ubican en las primeras horas del día, como se evidencia en el cuadro 101.

3.2.5 (n) Determinación de las cargas contaminantes actuales. Para este ítem se incorporan los parámetros básicos establecidos en el Decreto 2667 de 2012 (previo tratamiento) y definición de tramos, de acuerdo con el inventario de usuarios que realizan vertimiento a los cuerpos de agua objeto de ordenamiento y a la información disponible.

Cuadro 108 Inventario de usuarios que realizan vertimiento a río de Oro y sus tributarios

No.	Corriente o tramo PORH	Descripción	Usuario
1	Nacimiento – RO-05*	Comprende desde el nacimiento del río de Oro hasta el punto RO-05 después de la bocatoma de la planta de potabilización de Piedecuestana de Servicios Públicos	Planta de potabilización de Piedecuestana de servicios públicos
2	RO-05 / RO-04 RO – 04 / RO-4H RO - 4H / RO-2PB	Comprende desde el punto RO-05 hasta el punto RO-4A antes de la confluencia con el río Frío, este tramo incluye todos las corrientes afluentes en este tramo, como las quebradas Soratoque, Grande y el río Lato, entre otras.	Distraves S.A, Polloplus, ICP Ecopetrol, Lubricentro los Colorados, Parque Tecnológico de Santander Guatiguará, Parador Turístico Buenavista, Penitenciaria de Alta y Mediana Seguridad Girón, SENA Guatiguará, Motor Cumminis, Condominio Hacienda San Miguel, Conjunto Hacienda los Trinitarios
3	Quebrada Aranzoque o Mensulí	Comprende toda la quebrada desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Frío, incluye todas las corrientes afluentes de la quebrada.	Cajasan Sede Recreacional Campo Alegre, Avinsa Ltda., Sede Recreacional COMFENALCO, Pretecor Ltda., Industrias LAVCO Ltda., Estación servicio La Casa del Transportador, Estación de Servicio San Pedro, Universidad Pontificia Bolivariana, Centro recreacional Bavaria, Sede Campestre Colegio San Pedro, SOS Aldeas de

No.	Corriente o tramo PORH	Descripción	Usuario
			Niños de Colombia, Restaurante y Fonda el Morichal, Condominio Campestre Terrazas de Mensulí, Condominio Campestre Bosques de Norman y Mansión, Seminario San Alfonso, Condominio Mensulí Campestre, Conjunto Residencial Calatrava, Condominio Montblac, Fénix Planta provisional de Concreto.
4	Río Frío	Comprende todo el río desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río de Oro, incluye todas las corrientes afluentes del río, excepto la quebrada Aranzoque.	Salón de Reuniones Testigo de Jehová, Avidesa Sede Administrativa.
5	RO-2PB - RO-01*	Comprende desde el punto RO-4A hasta el punto RO-01 antes de la confluencia con el río Suratá, este tramo incluye todas las corrientes que lleguen en este tramo, como la quebrada La Iglesia y las corrientes de la Escarpa Occidental de la Meseta.	Avidesa, Harinagro Ltda, Parq. Industrial, EMAB- El Carrasco, Club Lomas del viento, Freskaleche S.A., Terpel S.A. Terminal Poliducto, P.A Concesiones Terminales Aeroportuarias de Nororiente, Lavadero la Samaria, Centro Abastos, Estación. Central Lubricentro. Abastos, Lavadero Asometalpa, Incubadora de Santander, Lavadero de Carros EMAB, Parqueadero casa Diesel, Parqueadero los Mangos y Carrocerías, Penitenciaria de Mujeres, Icoharinas, Lavadero Morrorico, Procesan, Insercol, Hipinto S.A, Lavadero El Palenque. Municipio de Girón.

A continuación en los Cuadros 109, 110 y 111 se presentan las fichas con los resultados de las cargas proyectadas y la cargas metas asignadas, desagregadas para cada uno de los tramos establecidos en el Acuerdo 1075 de 2006 (que define los objetivos de calidad de los cuerpos de agua de la jurisdicción de la CDMB), que drenan directamente sobre Río de Oro y sus principales afluentes Río Frío y Lato; las cuales se extraen de la evaluación de la línea base consignada en el Informe Técnico de evaluación de las propuestas de metas de cargas contaminantes[24] , ejercicio que se desarrolló en el año 2013 paralelo al presente proyecto, y que servirá de guía para establecer los nuevos objetivos de calidad propuestos en este proyecto y que se describirán más adelante.

Anexo 21 Informe Técnico de Evaluación de las Propuestas de Metas de Cargas Contaminantes

Para un mayor entendimiento de los tramos establecidos en el Acuerdo 1075 se expone los tramos en comparación con los establecidos para el proyecto y los cuales se detallan en un punto posterior:

[24] CDMB. Informe Técnico de evaluación de las propuestas de metas de cargas contaminantes, Noviembre 2013.

Cuadro 109 Tramos Acuerdo 1075 de 2006 en comparación con los establecidos en el PORH Río de Oro

Tramos Acuerdo 1075 de 2006 CDMB	Descripción	Tramo Proyecto PORH	Puntos monitoreo Proyecto PORH
1 Doméstico	Nacimiento / RO-05 (Estación Conquistador)	TRAMO A: RO-O-10 / RO-05	RO-O-10
			RO-06
			QRG-O-01
			RO-05
2 Agrícola (Riego)	RO-05 / RO-4A (Estación Bahondo)	TRAMO B: RO-05 / RO-04	QG-01
			SO-01
			RO-O-2PA
			LT-01
			RO-04
		TRAMO C: RO-04 / RO-O-4H	RO-O-4N
			RO-O-4H
		TRAMO D: RO-O-4H / RO-2PB	RO-4A
			RF-1A
			LI-01
			RO-O-2PB
5 Estético	RO-4A / RO-01 (Estación Puente Nariño)	TRAMO E: RO-2PB / RO-01	RO-O-2A
			RO-01

- **Evaluación de las Metas en Rio de Oro (Tramo Nacimiento - RO – 05)**

Cuadro 110 Carga metas asignadas 2013 Tramo Nacimiento RO -O5

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB									
METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST									
QUINQUENIO 2014 - 2018									
RÍO	Río de Oro								
TRAMO	Nacimiento RO -O5								
Uso actual tramo	**Consumo humano y**			**Uso**	**Consumo humano y doméstico**				**Informe de evaluación**
Carga Máxima	**DBO5**	**Kg/día**	**195.7**	**SST**	**Kg/día**	**234.84**			
Permisible del		**Ton/año**	**71.43**		**Ton/año**	**85.7166**			

Meta global tramo	**DBO5**	**23.11**	**SST**	**50.36**					
Usuario	**METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST QUINQUENIO 2014 -2018 - Ton/año**								
	Carga base 2013		**Carga proyectada**		**Carga meta**		**Carga meta asignada CDMB**		
	DBO5	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	
PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS	41.86	91.22	46.21	100.71	NP	NP	23.11	50.36	La reglamentación establece que no se permiten descargas de este tipo a las fuentes de agua. Se requiere entonces que la entidad se planifique para cumplir con dicha norma y para lo cual, se necesita que remueva la mitad de la carga de DBO Y SST en este quinquenio y la otra mitad en el próximo periodo. De todas maneras, la empresa tendrá que ajustarse a los LIMITES PERMISIBLES cuando se reglamente el Decreto 3930 de 2010. Vierte directamente a Río de Oro.
Total	**41.86**	**91.22**							
Meta global tramo							**23.11**	**50.36**	
Justificación técnica de la meta asignada									
Aunque el tramo cuenta con suficiente capacidad de carga orgánica, sobrepasa los niveles para SST. Por tanto es necesario rebajar el 50% de la carga aportada en el tramo									
Convenciones	**NP**: No presenta propuesta de metas de cargas								

Fuente. Informe técnico de evaluación de las propuestas de metas de cargas contaminantes

- **Evaluación de Metas Rio de Oro tramo RO- 05 – RO- 4ª**

Cuadro 111 Carga metas asignadas 2013 Tramo RO 05 -RO 4A

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB									
METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST									
QUINQUENIO 2014 - 2018									
RÍO	Río de Oro								
TRAMO	RO 05 -RO 4A								
Uso actual tramo	Agrícola			**Uso potencial**	Agrícola				**Informe de evaluación**
Carga Máxima permisible del tramo : CMP	**DBO5**	**Kg/día**	**0**	**SST**	**Kg/día**	**0**			
		Ton/año	**0**		**Ton/año**	**0**			

Meta global tramo (Ton/año)	**DBO5**	903.89	**SST**	907.27					
Usuario	**METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST QUINQUENIO 2014 -2018 - Ton/año**								
	Carga base 2013		**Carga proyectada**		**Carga meta propuesta en**		**Carga meta asignada CDMB**		
	DBO5	**SST**		**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	
ECOPETROL S.A –ICP	0.23	1.06	0.27	1.26	NP	NP	0.23	1.06	Es técnicamente viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST. Vierte directamente a Río Lato.
DISTRAVES S.A.	20.03	34.43	50.00	43.13	64.69	43.13	50.00	43.13	Las condiciones de calidad del tramo en las cuales se está agotando de manera alarmante su CMP, indica que este tipo de usuario debe hacer un esfuerzo en reducir cargas en la medida en que incrementan su producción. Para la CDMB es fundamental que se reduzca por lo menos el 20% de la carga propuesta de DBO5 Y SST a 2018. En este mismo sentido, se debe tener en cuenta que el usuario deberá hacer remociones superiores para cumplir la norma de LIMITES PERMISIBLES que se proyecta para reglamentar el Decreto 3930 de 2010. Vierte directamente a Río Lato.

COMFENALCO-CLUB LOMAS DEL VIENTO	0.25	0.20	0.25	0.20	NP	NP	0.25	0.20	Es técnicamente viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST. Vierte directamente a Río de Oro.
LUBRICENTRO LOS COLORADOS-LYDA MARCELA BARRAGAN COMBITA	0.32	0.34	0.32	0.34	NP	NP	0.32	0.34	Es técnicamente viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST. Vierte directamente a Río de Oro
PARADOR TURISTICO BUENAVISTA-EDUARDO NORIEGA ORTIZ	1.95	0.39	1.95	0.39	NP	NP	1.95	0.39	Es técnicamente viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST. Vierte directamente a Río de Oro
PENITENCIARIA DE ALTA Y MEDIANA SEGURIDAD DE GIRON (Río de Oro)	32.79	40.98	36.20	45.25	6.63	13.25	7.24	9.05	Requiere remover el 80% de la carga de DBO5 y SST, especialmente porque se trata de cargas imputables a la sobreocupación del penal y por tanto, con solo ajustarla a su capacidad de diseño, se estarán rebajando las cargas en más del 50%.
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA (Río Lato)	0.609	0.149	0.706	0.155	1.350	0.155	0.706	0.155	Es técnicamente viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST
MOTOR CUMMINS-MARCO ANTONIO NIÑO	0.35	0.74	0.35	0.74	NP	NP	0.35	0.74	Es técnicamente viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST
CONJUNTO RESIDENCIAL HACIENDA LOS TRINITARIOS-CONSTRUCTORA M Y D	0.48	0.25	0.48	0.25	NP	NP	0.48	0.25	Es técnicamente viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST

POLLOPLUS-EDINSSON RENE PINZON MARTINEZ (Río de Oro)	15.70	4.40	NI	NI	35.90	10.09	20.00	13.00	Se actualizó la línea base con datos de monitoreo del 05 de mayo de 2013. Dado el crecimiento proyectado por la empresa, el cual supera el 250 % en el quinquenio, lo más recomendable es definir el límite de cargas en 20,0 y 13,0 Ton/año para DBO5 Y SST respectivamente
GASEOSAS HIPINTO S. A (Río Lato)	0.58	2.45	0.69	2.91	NP	NP	0.58	2.45	Es técnicamente viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST
CONDOMINIO HACIENDA SAN MIGUEL (Río de Oro)	3.78	4.69	3.78	4.69	NP	NP	3.78	4.69	Es técnicamente viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST
PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS - PLANTA LA DIVA (Río de Oro)	1.52	1.98	2.13	2.37	2.13	2.37	0.76	0.99	Se requiere una remoción mínima del 50%
PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS (Río de Oro)	1338.5	837.28	1478	924.42	817.17	708.43	817.17	708.43	La línea base se actualizó con los datos del monitoreo 2013 y se acepta la propuesta de terminar el quinquenio con una remoción del 39 % en carga de DBO5 y 15% en SST
RUITOQUE S.A. E.S.P.	0.63	0.10	2.500	3938.36	0.117	244.77	0.06	122.39	Para la CDMB lo más conveniente es que se mantengan las cargas actuales de DBO5 y una remoción del 50% de la carga propuesta de SST
Total	**1417.73**	**929.44**							
Meta global tramo (Ton/año)								**907.27**	

Justificación técnica de la meta asignada	
El tramo tiene agotada su capacidad de carga y debe rebajar sus aportes puntales de DBO5 Y SST por encima del 30%. En este caso se esperan reducciones del 37 y del 42% para DBO5 y SST respectivamente con respecto a las cargas proyectadas	
Convenciones	**NP**: No presenta propuesta de metas

Fuente. Informe técnico de evaluación de las Propuestas de metas de cargas contaminantes, 2013

- **Evaluación de Metas Rio de Oro tramo RO - 4A – RO- 01**

Cuadro 112 Carga metas asignadas 2013 Tramo RO 4A -RO 01

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB									
METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST									
QUINQUENIO 2014 - 2018									
RÍO	Río de Oro								
TRAMO	RO 4A -RO 01								
Uso actual tramo	Estético			**Uso potencial**	**Estético**				**Informe de evaluación**
Carga Máxima permisible del tramo : CMP	**DBO5**	**Kg/día**	0	**SST**	**Kg/día**	**0**			
		Ton/año	0		**Ton/año**	**0**			
Meta global tramo (Ton/año)	**DBO5**	6,520.79	**SST**	4,520.50					
Usuario	**METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST QUINQUENIO 2014 -2018 - Ton/año**								
	Carga base 2013		**Carga proyectada**		**Carga meta**		**Carga meta**		
	DBO5	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	
HARINAGRO S.A.	27.80	2.23	30.13	5.022	30.13	5.022	30.13	5.022	Aunque la empresa crecerá cerca de un 33% en el quinquenio, propone optimizar su STAR actual para mantenerse cerca de los niveles de cargas actuales. La propuesta puede aceptarse, pero el usuario deberá ajustarse a los LIMITES PERMISIBLES DE CARGAS cuando se oficialice la norma que reglamenta el Decreto 3930 de 2010

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB

METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST

QUINQUENIO 2014 - 2018

RÍO	Río de Oro								
TRAMO	RO 4A -RO 01								
Uso actual tramo	Estético			**Uso potencial**	**Estético**				**Informe de evaluación**
Carga Máxima permisible del tramo : CMP	**DBO5**	**Kg/día**	0	**SST**	**Kg/día**	**0**			
		Ton/año	0		**Ton/año**	**0**			
Meta global tramo (Ton/año)	**DBO5**	6,520.79	**SST**	4,520.50					
Usuario	**METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST QUINQUENIO 2014 -2018 - Ton/año**								
	Carga base 2013		**Carga proyectada**		**Carga meta**		**Carga meta**		
	DBO5	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	
FRESKALECHE S.A	15.17	3.58	39.48	11.61	39.48	11.61	35.53	10.45	Durante el año 2013 han instalado equipos ya que proyectan duplicar la producción de 160.000 litros a 320.000 litros. Es posible aceptar la meta propuesta para DBO5 y SST, pero con una reducción del 10%, la cual está por debajo de las proyecciones de crecimiento de cargas a 2018, PERO LA EMPRESA DEBERÁ AJUSTARSE A límites permisibles, cuando se oficialice la norma que reglamenta el Decreto 3930 de 2010.
ORGANIZACION TERPEL S.A.	0.20	0.11	0.20	0.11	NP	NP	0.20	0.11	Cargas muy bajas, no hay problema en mantener niveles actuales
LAVADERO LA SAMARIA -EDGAR BASTOS BASTOS	0.28	0.39	0.28	0.39	NP	NP	0.28	0.39	Cargas muy bajas, no hay problema en mantener niveles actuales
CENTRAL DE ABASTOS B/MANGA	8.20	1.70	9.00	1.90	9.00	1.90	9.00	1.90	Aunque se detecta incremento de cargas con respecto a las identificadas en la línea base a 2013, es posible aceptar la meta propuesta para DBO5 y SST
LUBRIABASTOS-CENTROABASTOS B/MANGA	1.95	0.34	1.95	0.34	NP	NP	1.95	0.34	Es viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB

METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST

QUINQUENIO 2014 - 2018

RÍO	Río de Oro								
TRAMO	RO 4A -RO 01								
Uso actual tramo	Estético			**Uso potencial**	**Estético**				**Informe de evaluación**
Carga Máxima permisible del tramo : CMP	**DBO5**	**Kg/día**	0	**SST**	**Kg/día**	**0**			
		Ton/año	0		**Ton/año**	**0**			
Meta global tramo (Ton/año)	**DBO5**	6,520.79	**SST**	4,520.50					
Usuario	**METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST QUINQUENIO 2014 -2018 - Ton/año**								
	Carga base 2013		**Carga proyectada**		**Carga meta**		**Carga meta**		
	DBO5	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	
INCUBADORA SANTANDER	0.11	0.89	0.13	1.06	NP	NP	0.11	0.89	Es viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST
EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO DE BUCARAMANGA-CARRASCO	233.28	18.76	NP	NP	157.68	23.65	116.64	9.38	La Empresa debe reducir las cargas de DBO5 y SST a niveles del 50% de la carga base para ambas sustancias, lo cual además es necesario dada la saturación de capacidad de carga del tramo. Para el próximo quinquenio deberán remover por lo menos el 30% de la Carga restante.
EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO DE BUCARAMANGA-LAVADERO DE CARROS	0.17	0.44	0.16965	0.43562	NP	NP	0.17	0.44	Es viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST
PARQUEADERO CASA DIESEL	0.34	1.08	0.34	1.08	NP	NP	0.34	1.08	Es viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST
PARQUEADERO LOS MANGOS - ALIRIO MENDEZ	0.34	0.85	0.34	0.85	NP	NP	0.34	0.85	Es viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST
RECLUSION DE MUJERES DE BUCARAMANGA	7.00	1.34	7.00	1.34	NP	NP	5.60	1.07	Se orienta desde la CDMB una meta de reducción del 20% de la carga proyectada para ambas sustancias
PARQUE INDUSTRIAL BUCARAMANGA	29.23	5.28	34.71	6.27	NP	NP	17.36	3.14	Se orienta desde la CDMB una meta de reducción del 50% de la carga proyectada para ambas sustancias

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB

METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST

QUINQUENIO 2014 - 2018

RÍO	Río de Oro								
TRAMO	RO 4A -RO 01								
Uso actual tramo	Estético			**Uso potencial**	**Estético**				**Informe de evaluación**
Carga Máxima permisible del tramo : CMP	**DBO5**	**Kg/día**	0	**SST**	**Kg/día**	**0**			
		Ton/año	0		**Ton/año**	**0**			
Meta global tramo (Ton/año)	**DBO5**	6,520.79	**SST**	4,520.50					
Usuario	**METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST QUINQUENIO 2014 -2018 - Ton/año**								
	Carga base 2013		**Carga proyectada**		**Carga meta**		**Carga meta**		
	DBO5	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	
ICOHARINAS LTDA	0.07	0.03	0.075	0.025	NP	NP	0.07	0.03	Es viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST
INSERCOL S.A.	1.70	3.54	2.022	4.205	1.81	1.77	1.81	1.77	Es viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST, se acepta la meta
PROCESAN S.A PROCESADORA DE CARNES DE SANTANDER	0.89	1.44	1.06	1.707	NP	NP	0.89	1.44	Es viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST
LAVADERO MORRORICO-EMIRO ANAYA BASTO	0.08	0.06	0.078	0.065	NP	NP	0.08	0.06	Es viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST
FEMSA - INDUSTRIA NACIONAL DE GASEOSAS	7.18	7.39	8.522	8.775	NI	NI	7.18	7.39	Es viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST
P.A. CONCESION TERMINALES AEROPORTUARIAS DE NORORIENTE	2.90	3.75	2.38	8.91	2.38	8.91	2.38	8.91	La meta propuesta es técnicamente viable
LAVADERO EL PALENQUE - WALTER YESID ACEVEDO	0.47	4.14	0.467	4.140	NP	NP	0.47	4.14	Es viable mantener niveles bajos actuales de cargas de DBO5 y SST
AVIDESA MAC POLLO S.A.	57.46	23.96	66.707	27.81	20.01	8.34	20.01	8.34	La empresa va reducir las cargas de DBO5 y SST A NIVELS POR ENCIMA DEL 60% para ambas sustancias, lo cual es muy conveniente para el cuerpo receptor.
ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S A. E.S.P.	0.72	290.20	0.503	153.30	0.503	153.30	0.503	153.30	Se acepta la propuesta

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB

METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST

QUINQUENIO 2014 - 2018

RÍO	Río de Oro								
TRAMO	RO 4A -RO 01								
Uso actual tramo	Estético			**Uso potencial**	**Estético**				**Informe de evaluación**
Carga Máxima permisible del tramo : CMP	**DBO5**	**Kg/día**	0	**SST**	**Kg/día**	**0**			
		Ton/año	0		**Ton/año**	**0**			
Meta global tramo (Ton/año)	**DBO5**	6,520.79	**SST**	4,520.50					
Usuario	**METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST QUINQUENIO 2014 -2018 - Ton/año**								
	Carga base 2013		**Carga proyectada**		**Carga meta**		**Carga meta**		
	DBO5	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	
EMPRESA PUBLICA DE ALCANTARILLADO DE SAN TANDER S.A. E.S.P - EMPAS S.A.	6,003.69	4,054.6	6,155.2	4,156.98	8,601.96	5,043.3	6,155.2	4,156.98	La empresa ha argumentado durante la consulta, la imposibilidad de hacer inversiones en obras de reducción de cargas de DBO5 y SST durante el quinquenio. La reducción de cargas se adelantará en el quinquenio 2019 - 2023. La propuesta ha sido corregida para los puntos, Q. Chimita, Zona industrial Chimita, Q. las Navas y Q. Chapinero y aceptada con los resultados de los análisis realizados en junio de 2013, en razón de frenar incidencias negativas en el incremento del FACTOR REGIONAL y con ello en la tarifa de alcantarillado. De todas formas, se ha llamado la atención al usuario, del peligro de no planificar adecuadamente e incumplir los compromisos adquiridos para el quinquenio siguiente.
MUNICIPIO DE GIRON	103.68	129.6	114.471	143.089	NP	NP	114.471	143.089	En el PSMV no se identifica programación de obras de reducción de cargas de DBO5 y SST en el quinquenio. Se acepta como meta la carga proyectada de DBO5 y SST
Total	**6,502.90**	**4,555.69**							

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB

METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST

QUINQUENIO 2014 - 2018

RÍO	Río de Oro								
TRAMO	RO 4A -RO 01								
Uso actual tramo	Estético			**Uso potencial**	**Estético**				**Informe de evaluación**
Carga Máxima permisible del tramo : CMP	**DBO5**	**Kg/día**	0	**SST**	**Kg/día**	**0**			
		Ton/año	0		**Ton/año**	**0**			
Meta global tramo (Ton/año)	**DBO5**	6,520.79	**SST**	4,520.50					
Usuario	**METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST QUINQUENIO 2014 -2018 - Ton/año**								
	Carga base 2013		**Carga proyectada**		**Carga meta**		**Carga meta**		
	DBO5	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	**DBO5**	**SST**	
Meta global tramo (Ton/año)							**6,482.99**	**4,522.95**	

Justificación técnica de la meta asignada

Con el marco de propuestas de metas individuales especificadas, será posible bajar en un 24 y 12 % para DBO5 y SST respectivamente las cargas proyectadas al año 2018. De todas formas no se logrará llegar a los niveles de CARGA MAXIMA PERMISIBLE (CMP) modelados para el objetivo de calidad definido por la CDMB.

NI: No Indica | **NP**: No propone metas

Fuente. Informe técnico de evaluación de las propuestas de metas de cargas contaminantes, 2013

Cuadro 113 Comparativo Carga metas asignadas 2013 y Cargas puntos PORH Río de Oro

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB										
METAS DE CARGA CONTAMINANTE DBO5 Y SST							**CARGAS PUNTOS PORH RIO DE ORO**			
QUINQUENIO 2014 - 2018										
RÍO	Río de Oro									
TRAMO	**Nacimiento / RO -05**						**RO-O-10 (Nacimiento)**		**RO-05**	**% Remoción en carga**
Uso actual tramo	Consumo humano y doméstico			**Uso potencial**	Consumo humano y doméstico			**Ton/año**		
Carga Máxima Permisible del tramo : CMP	**DBO5**	**Kg/día**	**195.7**	**SST**	**Kg/día**	**234.84**	**DBO5**	18.25	65.7	**-260.0**
		Ton/año	**71.43**		**Ton/año**	**857.166**	**SST**	65.7	368.65	**-461.1**
Meta global tramo (Ton/año) a 2018		**Ton/año**	**23.12**		**Ton/año**	**50.36**	**Descripción:** Realizando la comparación entre la carga de entrada en el punto Nacimiento RO-O-10 y la de salida RO-05, la remoción resulta negativa por el aporte sustancial de materia orgánica que hace en la parte baja de este tramo el municipio de Piedecuesta, debido a que hasta la fecha no se encuentra en funcionamiento la planta de tratamiento de Aguas Residuales, El Santuario.			
Aunque el tramo cuenta con suficiente capacidad de carga orgánica, sobrepasa los niveles para SST. Por tanto es necesario rebajar el 50% de la carga aportada en el tramo										
RÍO	Río de Oro									
TRAMO	**RO 05 / RO 4A**						**RO-05**		**RO 4A**	**% Remoción en carga**
Uso actual tramo	Agrícola			**Uso potencial**	Agrícola			**Ton/año**		
Carga Máxima permisible del tramo : CMP	**DBO5**	**Kg/día**	**-**	**SST**	**Kg/día**	-	**DBO5**	65.7	1354.15	**-1961.11**
		Ton/año	**-**		**Ton/año**	-	**SST**	368.65	11147.1	**-2923.76**
Meta global tramo (Ton/año)		**Ton/año**	903.89		**Ton/año**	907.27	**Descripción:** Para el segundo tramo se evidencia condiciones similares al tramo anterior, debido a los aportes que se hacen de las descargas a Rio Lato y a la Quebrada la Ruitoca, ubicada en la parte media de Rio de Oro. El porcentaje de remoción es de nuevo negativo por presentar en el punto final del tramo mayores cargas que el inicial.			
El tramo tiene agotada su capacidad de carga y debe rebajar sus aportes puntales de DBO_5 Y SST por encima del 30%. En este caso se esperan reducciones del 37 y del 42% para DBO_5 y SST respectivamente con respecto a las cargas proyectadas										
RÍO	Río de Oro									
TRAMO	**RO 4A / RO 01**						**RO-4A**		**RO 01**	**% Remoción en carga**
Uso actual tramo	Estético			**Uso potencial**	Estético			**Ton/año**		
Carga Máxima permisible del tramo : CMP	**DBO5**	**Kg/día**	-	**SST**	**Kg/día**	**-**	**DBO5**	1354.15	18323	**-1253.10**
		Ton/año	-		**Ton/año**	**-**	**SST**	11147.1	28933.5	**-159.56**

Meta global tramo (Ton/año)		**Ton/año**	6.520,79		**Ton/año**	4.520,50	**Descripción:** por la influencia negativa que ejercen los aportes en este tramo principalmente de Río Frío, la Quebrada La Iglesia, y las demás ubicadas en la escarpa de la meseta de Bucaramanga y que drenan en la parte baja de Rio de Oro, es que se evidencia una remoción en carga negativa por la presión de los cascos urbanos de Girón y Bucaramanga sobre estas corrientes en este último trayecto del Río.
Con el marco de propuestas de metas individuales especificadas, será posible bajar en un 24 y 12 % para DBO5 y SST respectivamente las cargas proyectadas al año 2018. De todas formas no se logrará llegar a los niveles de CARGA MAXIMA PERMISIBLE (CMP) modelados para el objetivo de calidad definido por la CDMB.							

Del anterior cuadro se evidencia que todas las remociones fueron negativas lo que demuestra que no hay remoción en carga para los parámetros de DBO5 y SST, en ninguno de los tramos, adicionalmente las cargas generadas con los datos de los monitoreos efectuados dentro del PORH de río de Oro (en la temporada de verano considerada la más crítica) no cumplen con lo establecido en el Informe Técnico de evaluación de metas de cargas contaminantes, que para la mayoría de los puntos finales de los tramos las cargas se incrementan en el doble de la meta global establecida, lo que denota una alta contaminación de esta importante fuente hídrica.

3.2.6 (O) Estructura conceptual de la modelación de calidad del cuerpo de agua. Las fuentes hídricas son de gran importancia en un ecosistema, puesto que es uno de los componentes esenciales para la supervivencia y adaptación del hombre, la flora y la fauna, es por esto que para las Autoridades Ambientales Competentes es de gran interés dar un control a la calidad del agua, con el objeto de establecer las condiciones aptas para el desarrollo de las diversas actividades económicas que se llevan a cabo en el área de influencia directa e indirecta del recurso.

La calidad del recurso se puede definir como una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas y la composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. Esta presenta variaciones espaciales y temporales debido a factores externos e internos del cuerpo de agua. (Sierra, 2011).

Es por ello que dentro del marco del convenio No 46 firmado entre el MADS y CDMB para la formulación del Plan de Ordenamiento del Rio de Oro y sus tributaros Rio Frio y Rio Lato, en lo referente a la calidad del recurso, se realizó una modelación dinámica de la calidad del recurso Río de Oro, mediante la aplicación del software unidimensional denominado QUAL2KW versión 5.1, con el fin de establecer escenarios que permitan definir los usos potenciales del agua, fijar objetivos de calidad y determinar las cargas máximas permisibles, a través de los resultados obtenidos en los diversos escenarios a simular.

Para el desarrollo de la simulación del recurso hídrico Rio de Oro el equipo consultor estableció la ejecución de la siguiente metodología de trabajo.

3.2.7 Protocolo de Modelación.

A. Definición del problema de calidad del agua de la fuente principal Rio de Oro. Antes de iniciar la actividad relacionada con el estudio de modelación, el equipo consultor definió los alcances del problema de calidad del agua que se deseaba estudiar sobre la fuente hídrica principal, el cual fue

direccionado por la Autoridad Ambiental CDMB y radica en que el 95 % de la carga contaminante efluente a la fuente hídrica principal Rio de Oro, corresponde a descargas de aguas residuales domésticas provenientes de los cascos urbanos que conforman el Área Metropolitana, donde se encuentran vinculados los municipios de Piedecuesta, Floridablanca, San Juan de Girón y Bucaramanga, ascendiendo a una población aproximada de Un millón de habitantes.

En lo referente a las coberturas de tratamiento de agua residual en dichos municipios, se realizó el análisis de la información secundaria que reposa en cada uno de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Líquidos (PSMV) y se tiene que actualmente existe una infraestructura principal denominada (PTAR Rio Frio), instalaciones localizadas en el municipio de Floridablanca y que dan cobertura de tratamiento de agua residual doméstica al 10 % de la población del municipio de Bucaramanga y al 90 % de la población del municipio de Floridablanca, sin embargo, actualmente dicho proyecto (PTAR Rio Frio) se encuentra en etapa de optimización dado que la infraestructura existente no cubre durante un periodo representativo del día el 100% del flujo afluente, generando un by pass temporal a uno de los tributarios principales del Rio de Oro (Rio Frio).

En lo referente al tratamiento del agua residual doméstica restante proveniente del municipio de Bucaramanga que representa el casco urbano de mayor significancia en el área Metropolitana, se tiene que debido a la orografía de la meseta de Bucaramanga se realizan múltiples vertimientos sobre estructuras escalonadas que finalmente descargan a la fuente principal sin tratamiento de desbaste, degradación o digestión de materia orgánica y desinfección.

En cuanto a los municipios de Piedecuesta y San Juan de Girón, estos no cuentan con infraestructura para el manejo adecuado de sus vertimientos domésticos y son vertidos sin previo tratamiento a la fuente principal.

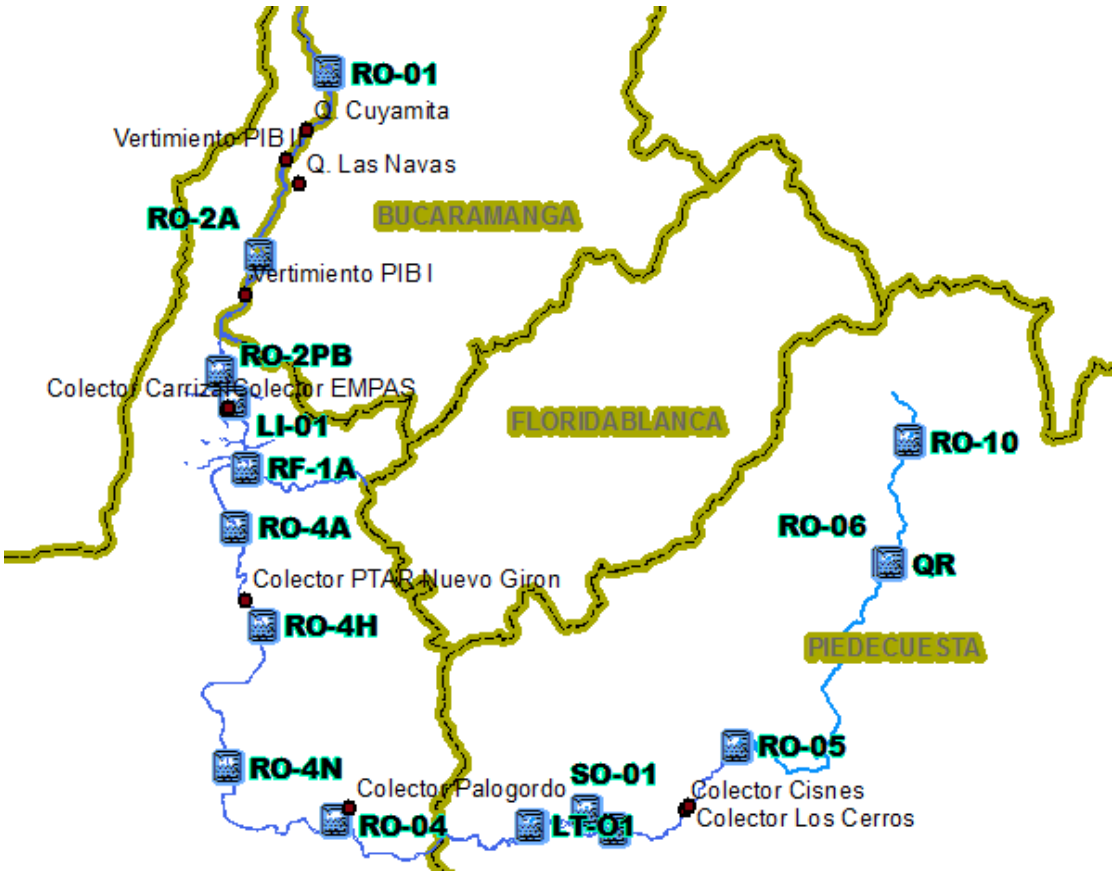
En consecuencia se tiene que identificado el problema que están generando las descargas del agua residual doméstica de dichos municipios a la calidad del recurso, se suman factores como actividades agrícolas e industria que si bien es cierto no son los de mayor significancia si se convierten en factores asociados a dicho detrimento, es por ello que dentro del estudio fueron vinculados en los escenarios de prospectiva.

Finalmente La Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio de la CDMB, recopilo la información solicitada para la evaluación de la línea base de la fuente hídrica Rio de Oro (ver capítulos previos), sin embargo, los valores de mayor significancia para la ejecución exitosa del modelo fueron los obtenidos en las dos jornadas de campo destinadas para la evaluación fisicoquímica, microbiológica, hidrobiológica e hidráulica del Rio de Oro y sus tributarios principales, para ello el equipo consultor realizo el acompañamiento con los funcionarios de la CDMB para la definición y localización de los puntos de monitoreo principales, se precisa que la logística y desarrollo de las caracterizaciones estuvo a cargo el personal técnico de la red de monitoreo de calidad del agua de la CDMB.

Definición de estaciones de monitoreo. En la siguiente figura se puede evidenciar la distribución de las estaciones de monitoreo sobre el Río de Oro para el ordenamiento y sus principales afluentes que presentan cargas contaminantes e hidráulicas representativas en las características de calidad de la

fuente en estudio y en los cuadros 122 al 138 se presenta la descripción básica de cada uno de los puntos que contribuyo a establecer los tramos de evaluación dentro del modelo de simulación

Figura 29 Estaciones Red de Calidad PORH-Río de Oro.



Así mismo, se adjunta al presente documento los archivos KMZ (Google earth) y GPS (Navegador GPS), información que establece las rutas de acceso vehicular y peatonal a cada uno de los puntos de monitoreo establecidos en la red de control para el presente proyecto.

B. Selección del modelo. Para la simulación de corrientes hídricas en términos de calidad del agua son aplicados modelos ampliamente documentados y utilizados en diferentes proyectos que han generado resultados satisfactorios y gozan de una alta credibilidad entre las autoridades ambientales, académicas y de quienes toman las decisiones actualmente.

Así mismo, la normatividad colombiana dentro del marco legal Decreto 3930 del 2010, establece que para los efectos del ordenamiento del recurso hídrico y para la aplicación de modelos de simulación para la calidad del recurso, el Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, expedirá la guía nacional de modelación del recurso hídrico, con base en los insumos que aporte el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambiental IDEAM, sin embargo, a Junio de 2014 no se cuenta con este insumo técnico, motivo por el cual la autoridad ambiental competente CDMB podrá seguir aplicando los modelos de simulación existentes que permitan determinar la capacidad asimilativa de sustancias biodegradables o acumulativas y la capacidad de dilución de sustancias no biodegradables.

Es así que el equipo consultor presenta a continuación una descripción de los diferentes software de dominio público donde se establecen las principales características y se selecciona la metodología a seguir para el presente documento.

Cuadro 114 Comparación de Software de modelación

MODELOS	VERSIÓN DEL MODELO	CARÁCTERISTICAS
Modelo Streeter – Phelps	Modelo S-P Modelo Thomas DBO – OD Modelo O'Connor DBO – OD Modelo Dobbins-Camp DBO – OD	Streeter y Phelps establecieron el primer modelo de SP en 1925. Los modelos SP se centran en el equilibrio de oxígeno y un orden de decaimiento de DBO y son modelos de estado estacionario de una sola dimensión.
Modelos QUAL	QUAL I QUAL II QUAL2E QUAL2E UNCAS QUAL 2K	La EPA (Environmental Protection Agency) de los Estados Unidos desarrolló QUAL I en 1970. Los modelos QUAL son adecuados para ríos con tributarios y contaminación de fuentes no puntuales, incluidos los modelos de estado estacionario o dinámicas de una sola dimensión.
Modelos WASP	Modelos WASP1-7	La EPA (Environmental Protection Agency) desarrolló el modelo WASP en 1983. Los modelos WASP son adecuados para la simulación de la calidad del agua en los ríos, lagos, estuarios, humedales costeros, y embalses, incluyendo modelos uni, bi o tridimensionales.
Modelo QUASAR	Modelo QUASAR	Este modelo se estableció en 1997. QUASAR modelo es adecuado para la simulación de oxígeno disuelto en los ríos más grandes, y es un modelo dinámico unidimensional incluyendo PC_QUA SAR, HERMES y modos QUESTOR.
Modelos MIKE	MIKE11 MIKE 21 MIKE 31	El Instituto de Hidrología de Dinamarca desarrolló estos modelos MIKE, que son adecuados para la simulación de la calidad del agua en ríos, estuarios y humedales de marea, incluyendo modelos uni, bi o tridimensionales.

MODELOS	VERSIÓN DEL MODELO	CARÁCTERISTICAS
Modelos BASINS	BASINS 1 BASINS 2 BASINS 3 BASINS 4	La EPA (Environmental Protection Agency) de los Estados Unidos desarrolló estos modelos en 1996. Los modelos BASINS son de usos múltiples para análisis ambiental e integran fuentes puntuales y no puntuales de contaminación. Los modelos BASISNS son adecuados para el análisis de calidad del agua a escala de cuenca.
Modelo EFDC	Modelo EFDC	El Instituto de Ciencias Marinas de Virginia desarrolló este modelo. La EPA incluyo en 1997 el modelo EFDC como una herramienta para la gestión de la calidad del agua. El modelo EFDC es adecuado para la simulación de la calidad del agua en los ríos, lagos, embalses, estuarios y humedales, así mismo, es un modelo de una, dos, o tres dimensiones.

Fuente. Wang Q. et al. (2013). A review of public domain water quality models for simulating dissolved oxygen in rivers and streams. Environmental Modeling & Assestment.

El uso de estos modelos matemáticos permitirá a la autoridad ambiental competente Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB representar escenarios alternativos y simular las condiciones reales que podrían resultar en estas situaciones, dentro de un rango de incertidumbre, con base en el conocimiento científico de cómo un sistema fluvial lotico responde a los cambios en sus entradas. Así, los modelos matemáticos de la calidad del agua son importantes herramientas de simulación para la obtención de los conocimientos representante del río y las predicciones que serán coherentes con la realidad bajo una variedad de escenarios (Tucci, 1998).

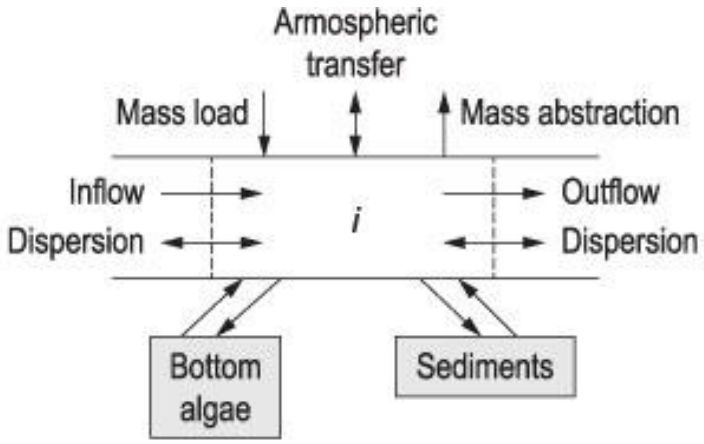
Bajo este escenario el equipo consultor para la modelación de la calidad del agua del Río de Oro selecciono el modelo QUAL2Kw versión 6.0 (beta), software que cumple con las expectativas técnicas descritas anteriormente y el cual permite simular y predecir el comportamiento del cauce, el tiempo de viaje y el fenómeno de auto-purificación de la fuente principal Rio de Oro. Así mismo, la modelación, permite, conocer, predecir, mitigar y controlar la contaminación generada por la carga contaminante producida en las diferentes fuentes identificadas.

El QUAL2Kw es un modelo para la simulación de la calidad del agua en fuentes loticas como ríos y arroyos, distribuido por la US-EPA. El modelo se basa en ecuaciones diferenciales ordinarias para los sistemas de una dimensión y una suposición de flujo constante. El QUAL2Kw puede simular una serie de componentes, incluyendo la temperatura, el pH, la demanda bioquímica carbonosa, la demanda de oxígeno del sedimento, el oxígeno disuelto, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitrito y nitrato de nitrógeno, fósforo orgánico, fósforo inorgánico, nitrógeno total, fósforo total, el fitoplancton y la demanda bentónica.

El modelo permite la simulación de cada parámetro de calidad del agua a lo largo del tramo seleccionado. Sobre esta base, es posible realizar cálculos de balance de masa para cada componente del modelo, a excepción de las variables relacionadas con las algas. Para el tramo seleccionado se considera que es un reactor de mezcla completa, y la sucesión de los siguientes elementos permite que el modelo represente la evolución de la calidad del agua a lo largo del río

(Pelletier et al., 2006) en la figura 30 se presenta el esquema de balance de masas utilizado como el elemento computacional en el modelo.

Figura 30 Esquema de Balance de Masa



Fuente. Pelletier and Chapra (2005)

Así mismo, en la figura 31 se presenta la ecuación de conservación de masa, expresión matemática de la variación, ∂C/∂t, de la concentración (C), de una variable ambiental o sustancia, en un elemento de volumen, en un instante de tiempo (t) determinado.

Figura 31 Ecuación de balance de masas

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x}(uC) - \frac{\partial}{\partial y}(vC) - \frac{\partial}{\partial z}(wC) + \frac{\partial}{\partial x}\left(E_x \frac{\partial C}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial x}\left(E_y \frac{\partial C}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(E_z \frac{\partial C}{\partial z}\right)$$

$$+ Q_{c/s} + S_k$$

Fuente. (Zhen-Gang Ji, 2008, Martin, J. et al. 2007)

donde, (C) es la concentración de la variable ambiental o sustancia determinante de calidad del agua, en (mg/l); (t) es el tiempo (día); u, v y w son las componentes de la velocidad, en (m/s), de la partícula fluida, según las tres direcciones ortogonales, x, y z, en (m); Ex, Ey, y Ez son los coeficientes de difusión longitudinales, laterales y verticales, en (m^2/s); Qe/s representa las cargas de entradas/salidas externas de materia de la especie, en (mg/(L/s)); Sk representa los procesos de reacción/transformación química y bioquímica internos, en (mg/(L/s), y los debidos a resuspensión y asentamiento.

Los términos Qe/s y Sk representan los procesos no-hidrodinámicos que contribuyen con el aumento o la disminución de las concentraciones de las variables ambientales consideradas en el modelamiento.

Los demás términos del segundo miembro de esta ecuación son términos hidrodinámicos puros que representan los procesos de transporte advectivo y de transporte difusivo.

Como se mencionó anteriormente el equipo técnico de acuerdo a la revisión bibliográfica, marco actual legal y experiencias del equipo consultor, determinaron que la modelación de la calidad del agua del Río de Oro se realizaría aplicando el modelo QUAL2Kw versión 6.0 (beta), software que cumple con las expectativas técnicas del presente convenio interadministrativo entre la CDMB y el MADS, es conveniente resaltar que dicho instrumento fue avalado por las entidades participantes debido a las características físicas del proyecto.

C. Revisión de los datos de entrada. Para la modelación de la fuente principal Rio de Oro, el equipo consultor necesito de gran información de entrada, que la CDMB diligentemente ha seleccionado como datos históricos, monitoreos de dos jornadas climáticas, aforos hidráulicos en la fuente principal y caracterización de 10 vertimientos principales, posteriormente se procedió a realizar la verificación de la idoneidad de dichos valores y depuración de posibles inconsistencias que puedan afectar los resultados finales del modelo.

Es importante referir que los datos de mayor significancia para la simulación de la corriente hídrica Rio de Oro para el presente estudio fueron los obtenidos en las jornadas de campo que se llevaron a cabo por parte del personal de la Autoridad Ambiental CDMB, jornadas que fueron desarrolladas entre los meses de Septiembre y Octubre de 2013, se precisa que los puntos que fueron modelados se establecieron previamente con el personal profesional de la CDMB.

Identificación de variables: A continuación se listan las variables físicas, químicas, climatológicas, biológicas, microbiológicas e hidráulicas, necesarias para la alimentación y calibración del software, variables que fueron solicitadas al equipo técnico que desarrollo las jornadas de muestreo de agua superficial y vertimientos principales en las jornadas de Septiembre y Octubre de 2013, personal adscrito a la red de calidad del agua de la CDMB.

Cuadro 115 Datos de entrada al modelo QUAL 2Kw

VARIABLES	OBSERVACIONES
Variables Fisicoquímicas	
Temperatura (°C), Conductividad (uS/cm), pH (Unidades de pH), Sólidos inorgánicos (mgD/L), Nitrógeno orgánico (ugN/L), NH4 (ugN/L), Nitratos (ugN/L), Fosforo orgánico (ugP/L), Fosforo inorgánico (ugP/L), Detritos (mgD/L), Alcalinidad (mgCaCO3/L), Oxígeno Disuelto (mg/L), DBOC rápida (mg O2/L), Coliformes fecales (CFU)	Temperatura de la matriz de agua y ambiente Se realizó la lectura de la DBO durante 5 días, la DBO fue filtrada e inhibida
Variables hidráulicas	
Caudal (m^3/s), Profundidad (m), Velocidad (m/s), Tiempo de viaje (d), Ancho del tramo (m), Área de la sección (m^2), Distancia entre puntos de aforo (Km)	El tiempo de viaje, corresponde al tiempo de recorrido de la matriz de agua entre dos puntos establecidos en una sección de control.
Variables climatológicas	
brillo solar, punto de rocío, velocidad del viento, nubosidad, sombra	

Dentro de las observaciones generales se tiene que en el listado de variables de interés ambiental se encontraba el análisis de la Clorofila alfa, sin embargo, el laboratorio de la CDMB no cuenta con el procedimiento y los instrumentos para su cuantificación, situación que se expuso en reuniones técnicas entre las partes, es por ello que para el presente documento dicha variable no fue tenida en cuenta para correr el modelo seleccionado.

Así mismo se tiene la siguiente observación desde el punto de vista biológico, la cual deberá ser analizada para el desarrollo de futuros proyectos de ordenamiento *"Normalmente las medidas de producción primaria han estado asociadas siempre al fitoplancton, desestimando el papel del perifiton en los ecosistemas acuáticos, a pesar de que tanto él como los macrófitos están considerados como una de las principales fuentes de producción primaria en los sistemas fluviales"*

Probablemente la falta de una metodología sencilla y precisa sea la razón por la que el perifiton no haya sido utilizado, de forma tradicional, como un indicador de la producción primaria en los medios acuáticos continentales y es esta la variable que ha sido solicitada en los términos de referencia y no las tradicionalmente vinculadas a la producción primaria (Fitoplancton y macrofitas).

Variables hidráulicas: En el Anexo 25 se presentan los formatos reportados por la CDMB donde se tiene las condiciones hidráulicas de cada una de las secciones evaluadas, información relevante en la alimentación del modelo QUAL2KW y bajo las cuales el equipo consultor realizó la calibración del mismo.

Se precisa que los datos de relevancia hidráulica corresponden a las características físicas e hidráulicas de la sección transversal como, área de la sección (m), velocidad media (m/s), radio hidráulico (R), profundidad media (m), caudal (m3/s) y perímetro mojado (m), así mismo, se grafica la sección con el objetivo de estimar las condiciones geométricas y establecer el coeficiente hidráulico de manning (n).

Los datos de entrada al modelo correspondiente a las variables físicas e hidráulicas de cada uno de los puntos evaluados y son alimentados en las hojas "Reach Data" y "Hydraulics Data" del software referido.

Variables fisicoquímicas: Posteriormente se realizó la entrada de las variables fisicoquímicas de interés ambiental al modelo en la hoja "Water Quality Data", que fueron presentadas en el cuadro 115 (Datos de entrada al modelo QUAL 2Kw), resultados reportados por el laboratorio de aguas y suelos de la CDMB y que se presentan como anexos 20 y 23 en el documento.

De igual forma el equipo consultor realizo el cálculo de las variables secundarias de interés a partir de los resultados obtenidos en las jornadas de monitoreo, dicho procedimiento se presenta a continuación.

Demanda Bioquímica de Oxigeno Ultima Carbonácea DBOUC (mg O2/L): Oxígeno requerido para la oxidación total del material orgánico carbonaceo, variable calculada a partir de la DBO_5 y la constante de reacción de primer orden calculada a partir de la lectura de las diferentes lecturas de DBO 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente.

$$DBOUC\ Filtrada = DBO5\ Filtrada / 1 + e - kt$$

Nitrógeno Orgánico NO (mg O2/L): El Nitrógeno Total Kjeldahl determina la concentración del Nitrógeno Orgánico y Nitrógeno Amoniacal, para el presente proyecto el Nitrógeno orgánico se determinó mediante la diferencia entre el NTK y el Nitrógeno amoniacal.

$$N.Orgánico = NTK - N.Amoniacal$$

Solidos Suspendidos Inorgánicos SSI (mg O2/L): dicha variable hace referencia especialmente a las sales y gases que pueden estar disueltos en la matriz agua y corresponden a la diferencia entre los sólidos suspendidos totales y los sólidos suspendidos volátiles.

$$SSI = SST - SSV$$

Detritos (mg D/L): corresponde a la metería orgánica particulada presente en la matriz agua y para el cálculo en el presente proyecto se aplicó el procedimiento que se presenta a continuación:

I. $$DBOUC = \frac{DBO_5}{1 + e^{-kt}}$$

II. $$DBOUC\ filtrada = \frac{DBO_5\ Filtrada}{1 + e^{-kt}}$$

III. $$DBO\ particulada = DBOUC - DBOUC\ filtrada$$

IV. $$mg\ C = \frac{DBO\ particulada}{2{,}69}$$

V. $$Detritos(mgD)/_{L} = (mgC)/2{,}5$$

Constantes cinéticas de Desoxigenación y Re aireación

Constante de Desoxigenación: La constante desoxigenación K1, es indispensable para determinar el comportamiento de la DBO en el tiempo. Esta constante es propia para cada recurso hídrico o agua residual, y es necesario determinarla para cada caso. Varios factores pueden influenciar en el valor K1, entre ellos la temperatura, la geometría del cuerpo de agua, la concentración de OD, la cantidad y naturaleza de la materia orgánica presente.

En la literatura existen varios métodos matemáticos utilizados para determinar la K1, con base en las mediciones de DBO en el Laboratorio, entre los más importantes están:

- Logarítmico
- De los momentos de Moore
- Método de Thomas
- Mínimos cuadrados de Reed and Theriault
- Los dos puntos de Rhame
- Método de laboratorio de Nemerov
- Diferencia diaria de Tsivoglou
- Método de regresión no lineal de la NCASI

Para el caso particular del estudio referido el equipo consultor solicito al laboratorio los reportes de la variable de interés ambiental DBO para los días 1, 2, 3, 4 y 5 en términos de mg/L, con el objeto de calcular la constate de desoxigenación aproximada para la fuente hídrica principal Rio de Oro, sus tributarios y vertimientos, ejercicio que refleja constantes cinéticas propias de la región, así mismo, se establece que los valores calculados fueron hallados a partir del modelo logarítmico y Thomas.

Cuadro 116 Constante de Desoxigenación

Estación	Constante de desoxigenación (K_1/d)	
	Sep	Oct
RO-10	0.13731	0.123
RO-06	0.26949	0.14
QR	0.21953	0.182
RO-05	0.11042	0.096
QG-01	0.27648	0.191
SO-01	0.186	0.133
RO-2PA	0.17	0.0548
LT-01	0.41135	0.541
RO-04	0.23676	0.165
RO-4N	0.19501	0.135
RO-4H	0.33391	0.176
RO-4A	0.24104	0.307
FR-1A	0.31258	0.056
LI-01	0.76461	0.652
RO-2PB	0.29467	0.512
RO-2A	0.10811	0.149
RO-01	0.108	0.4541
Constante calculada por el método logarítmico		
Constante calculada por el método de Thomas		

Constante de Re oxigenación: Se conoce como re-aireación el proceso por el cual el oxígeno y demás componentes gaseosos del aire son renovados en las aguas en movimiento de un río. Esto no garantiza, sin embargo, que existan cantidades suficientes de oxígeno en un punto determinado para un uso específico del agua. La re-aireación es también un fenómeno complejo y los patrones que la controlan son bastante diferentes de los que afectan la desoxigenación. Es importante en consecuencia, estudiar estos patrones, así como los procedimientos matemáticos para predecir las ratas reales de re-aireación.

Los primeros estudios de interés sobre re-aireación de ríos se deben a Adeney y Beacher (1919), quienes demostraron que la tasa de aireación es proporcional al déficit de saturación de oxígeno. Cuanto mayor sea el déficit, mayor será la tasa de solución del oxígeno. Si no existe utilización de oxígeno disuelto en el río, la tasa de re-aireación se puede expresar por la siguiente ecuación.

$$\frac{dD}{dt} = -k_2 D$$

Donde,

D= Déficit de oxígeno disuelto, mg/L
k_2= Constante de re-aireación, base neperiana, d^{-1}

La re-aireación es proporcional al déficit y el signo negativo indica que esta disminuye el déficit. El factor de proporcionalidad es K_2, el cual depende de la temperatura y de la turbulencia del río.

Para valorar la constante de re-aireación (K_2) se han desarrollado muchas ecuaciones con base en estudios de ríos con muy diferentes características hidráulicas. Entre las más comunes se citan las siguientes:

Ecuación de O'Connor y Dobbins

$$k_2 = 3{,}93\frac{v^{0,5}}{H^{1,5}}$$

Donde,

k_2= Constante de re-aireación, base neperiana, d-1
V = Velocidad promedio de flujo del río, m/s
H = Profundidad media de flujo, m

Ecuación de Churchill

$$k_2 = \frac{5{,}026v}{H^{1,67}}$$

Donde,

k_2= Constante de re-aireación, base neperiana, d-1
V = Velocidad promedio de flujo del río, m/s
H = Profundidad media de flujo, m

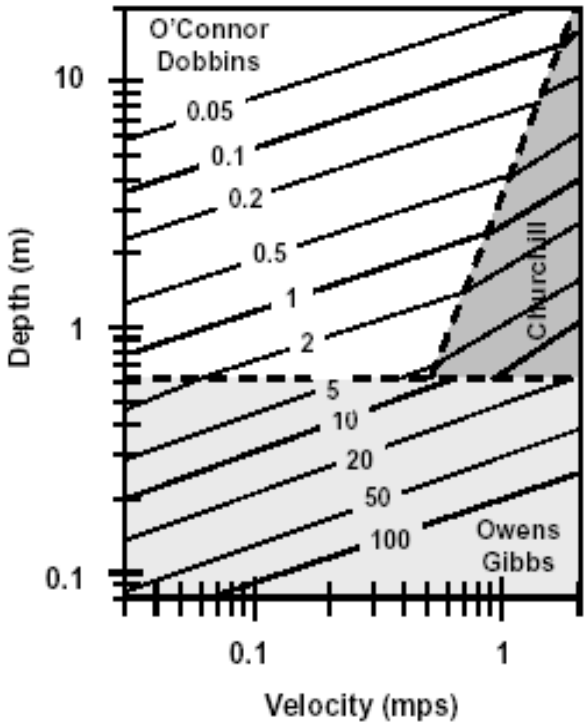
Ecuación de Owens y Gibbs

$$k_2 = \frac{5{,}32v^{0,67}}{H^{1,85}}$$

Donde,

k_2= Constante de re-aireación, base neperiana, d-1
V = Velocidad promedio de flujo del río, m/s
H = Profundidad media de flujo, m
Para una determinación adecuada de la constante de re-aireación a utilizar en la simulación de la capacidad de asimilación de una fuente hídrica, se presenta la siguiente figura, en la cual influyen parámetros como la velocidad del cuerpo hídrico y su profundidad.

Figura 32 Gráfica determinación constante de re aireación



Fuente. Rates, constans, etc., EPA 290938

En lo referente al modelo utilizado para el presente estudio QUALQ2Kw, la constante de re aireación K_2 es calculada internamente con los datos de entrada al sistema en lo referente a las velocidades promedio de flujo (m/s) y alturas media de la sección (m), calculadas en las jornadas de monitoreo.

Así mismo, para el modelo de simulación el equipo técnico tuvo en cuenta las siguientes constantes de interés: velocidad de sedimentación de sólidos suspendidos inorgánicos (m/d), oxidación (d-1), hidrolisis del nitrógeno orgánico (d-1), velocidad de sedimentación del nitrógeno orgánico (m/d), nitrificación del amonio (d-1), des nitrificación del nitrato (d-1), hidrolisis del fosforo orgánico (d-1), disolución de los detritos (d-1), velocidad de sedimentación de los detritos (m/d) y velocidad de sedimentación de los coliformes termotolerantes (m/d), en la cuadro 118 se presentan los valores de referencia y los rangos de flexibilidad de dichos datos y en la hoja "Rate" del modelo se encuentran tabulados dichas constantes.

Cuadro 117 Constantes de interés y rangos de flexibilidad

				Entradas de Autocalibración		
Parámetro	*Valor*	*Unidades*	*Simbolos*	*Autocalibración*	*Valor min*	*Valor max*
Estequiometría:						
Carbono	40	gC	gC	No	30	60
Nitrogeno	7.2	gN	gN	No	5	9
Fósforo	1	gP	gP	No	0.5	2
Peso en seco	100	gD	gD	No	100	100
Clorofila	1	gA	gA	No	0.5	2
Sólidos Suspendidos Inorgánicos:						
Velocidad de sedimentación	1.62848	m/d	v_i	Si	0	2
DBOUC rápida:						
Constante de Oxigenación	3.2515	/d	k_{dc}	Si	0	5
Temperatura de corrección	1.047		θ_{dc}	No	1	1.07
Nitrógeno Orgánico:						
Hidrolisis	4.67485	/d	k_{hn}	Si	0	5
Temperatura de corrección	1.07		θ_{hn}	No	1	1.07
Velocidad de sedimentación	0.47008	m/d	v_{on}	Si	0	2
Nitrógeno Amoniacal:						
Nitrificación	8.1934	/d	k_{na}	Si	0	10
Temperatura de corrección	1.07		θ_{na}	No	1	1.07
Nitrato:						
Denitrificación	0.07172	/d	k_{dn}	Si	0	2
Temperatura de corrección	1.07		θ_{dn}	No	1	1.07
Coeficiente de transferencia de desnitrificación	0.34356183	m/d	v_{di}	No	0	1
Temperatura de corrección	1.07		θ_{di}	No	1	1.07
Fósforo Orgánico:						
Hidrolisis	4.74555	/d	k_{hp}	Si	0	5
Temperatura de corrección	1.07		θ_{hp}	No	1	1.07
Velocidad de sedimentación	0.3943895	m/d	v_{op}	No	0.05	2
Detrios (MOP):						
Constante de dilusión	1.68195	/d	k_{dt}	Si	0	5
Temperatura de corrección	1.07		θ_{dt}	No	1.07	1.07
Velocidad de sedimentación	4.47145	m/d	v_{dt}	Si	0	5
Coliformes Termotolerantes:						
Tasa de decaimiento	0.8	/d	k_{dx}	No	0	20
Temperatura de corrección	1.07		θ_{dx}	No	1	1.07
Velocidad de sedimentación	0.32313	m/d	v_x	Si	0	1
Constante de mortalidad alfa	1	/d per ly/hr	*apath*	No	0	1

Fuente. Modelo QUAL 2Kw

Secciones computacionales de la fuente hídrica Rio de Oro. Los seleccionados 58,2 kilómetros de la fuente hídrica Rio de Oro fueron seccionados en 41 tramos, los cuales representan la hoja "Reach for diel plot" del modelo (ver cuadro 118), dicha subdivisión permite visualizar una tendencia lógica de la simulación de las variables de interés ambiental o sustancias en la fuente hídrica evaluada.

Cuadro 118 Secciones computacionales

Tramo Computacional	Código	Distancia (Km)	Tramo Computacional	Código	Distancia (Km)
Tramo 0	RO-10	0.000	Tramo 6	RO-4N	32.682
Tramo 1	RO-10 (C1)	3.982	Tramo 6.1	RO-4N (C1)	37.735
Tramo 1.1	RO-06	4.083	Tramo 7	RO-4H	38.788
Tramo 2	RO-06 (C1)	4.113	Tramo 7.1	RO-4H Nuevo	39.842

Tramo Computacional	Código	Distancia (Km)	Tramo Computacional	Código	Distancia (Km)
				Girón	
Tramo 2.1	RO-06 A	4.143	Tramo 7.2	RO-4H (C1)	41.853
tramo 2.2	RO-06 (C2)	10.159	Tramo 8	RO-4A	42.053
Tramo 3	RO-05	10.359	Tramo 8.1	RO-4A (C1)	44.544
Tramo 3.1	RO-05 (C1)	12.935	Tramo 8.2	RO-4A Rio Frio	44.744
Tramo 3.2	RO-05 Cerros	13.035	Tramo 8.3	RO-4A (C2)	46.455
Tramo 3.3	RO-05 (C2)	13.094	Tramo 8.4	RO-4A EMPAS	46.501
Tramo 3.4	RO-05 Cisnes	13.194	Tramo 8.5	RO-4A Q. Iglesia	46.519
Tramo 3.5	RO-05 (C3)	15.838	Tramo 8.6	RO-4A Carrizal	46.536
Tramo 3.6	RO-05 Grande	16.038	Tramo 9	RO-2PB	48.914
Tramo 3.7	RO-O5 Soratoque	18.743	Tramo 9.1	RO-2PB (C1)	49.696
Tramo 3:8	RO-05 (C4)	18.806	Tramo 9.2	RO-2PB PIB I	51.183
Tramo 4	RO-2PA	18.919	Tramo 10	RO-2A	52.671
Tramo 4.1	RO-2PA Lato	18.976	Tramo 10.1	RO-2A (C1)	53.947
Tramo 4.2	RO-2PA (C1)	26.261	Tramo 10.2	RO-2A Q. Navas	54.703
Tramo 4.3	RO-2PA Palogordo	26.424	Tramo 10.3	RO-2A PIB II	55.458
Tramo 5	RO-04	26.566	Tramo 10.4	RO-2A Q. Cuyamita	56.861
Tramo 5.1	RO-04 (C1)	32.484	Tramo 10.5	RO-01	58.204

Fuente. Modelo QUAL 2Kw

Se establece que las secciones computacionales fueron seleccionadas por el equipo consultor atendiendo las características significativas que se presentan en la fuente hídrica principal Rio de Oro, dentro de las parámetros de referencia están:

- Entrada de Vertimientos significativos
- Entrada de tributarios principales

Con estas condiciones se disminuye la discretización del modelo y se amplía la representatividad de los datos observados y los datos simulados en el modelo.

D. Calibración del modelo QUAL2Kw

Calibración hidráulica. Datos de entrada. El modelo permite el uso de datos de entrada para las características hidráulicas de cada tramo de Rio de Oro, para el caso particular se utilizó la ecuación de manning (ver figura 33), debido a que no existía topografía de la fuente hídrica principal, sin embargo, la utilización de la ecuación referida permitió simular las siguientes características: velocidad

y profundidad en función del ancho de la corriente, declive inferior, pistas, y coeficiente de rugosidad de manning (Pelletier et al, 2006).

Figura 33 Ecuación de manning

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Donde,
Q: caudal [m3/ s]
S: pendiente del fondo [m / m]
n: coeficiente de rugosidad de manning
Ac: área de la sección transversal [m2]
R: Radio Hidráulico [m]

Los coeficientes de manning calibrados para las secciones modeladas en el presente estudio arrojaron rugosidades entre 0.050 a 0.080 que ilustran superficies de corrientes naturales de terreno rocoso de montaña para la parte alta del Rio de Oro y 0.1 a 0.2 que ilustran superficies de corrientes naturales lentas para la parte media y baja del Rio de Oro, datos lógicos de acuerdo a la características topográficas de la fuente hídrica principal (ver cuadro 119).

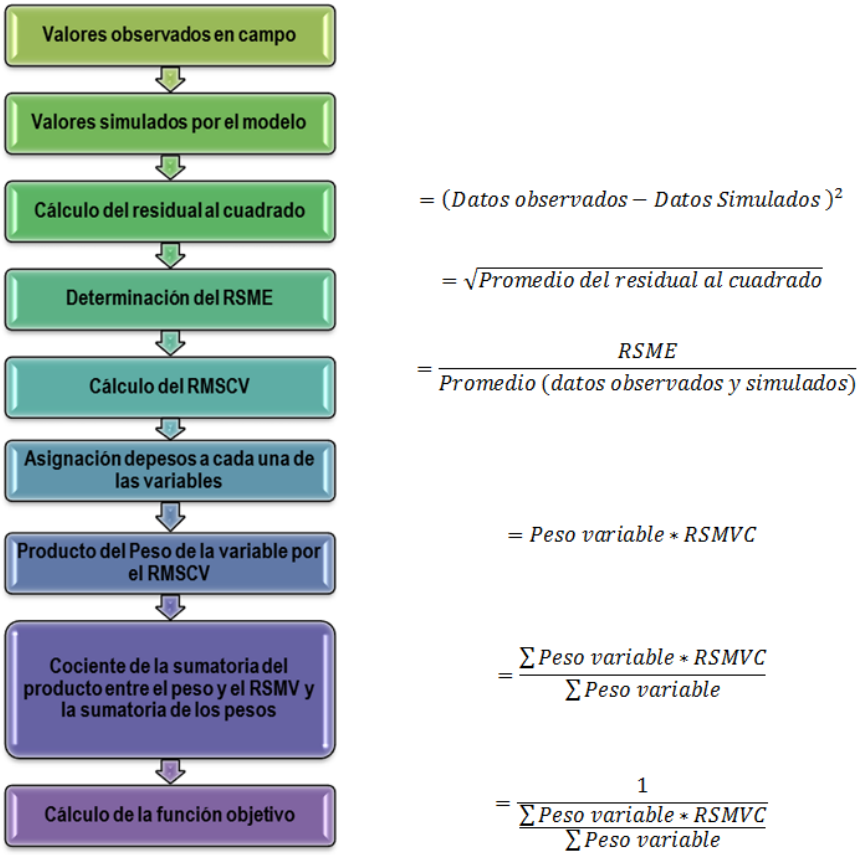
Cuadro 119 Coeficientes de rugosidad calibrados

Tramo	Coeficiente de manning	Descripción	Velocidad (m/s)
Río de Oro Alto	0,050 - 0,080	Corrientes naturales rugosas, corrientes en terreno rocoso de montaña	0,3 - 0,8
Río de Oro Medio	0,1 - 0,2	Corrientes naturales lentas, con embalses profundos y canales ramificados, vegetación densa	0,3 - 0,8
Río de Oro Bajo			

Calibración del modelo QUAL2Kw. Datos de entrada. Para la calibración automática, el modelo utiliza un algoritmo genético para maximizar el ajuste de los resultados simulados sobre la base de los datos medidos en el campo. La aptitud se determina como el recíproco de la media ponderada de la raíz del error cuadrático medio normalizado (RMSE) de la diferencia entre las predicciones del modelo y los datos observados para los componentes de calidad del agua (Kannel et al., 2007).

En la siguiente figura se ilustra el procedimiento aplicado por parte del equipo consultor para la realización de la función objetivo para el modelo específico, función que permite garantizar la lógica entre el comportamiento de las tendencias entre los datos observados y los datos simulados.

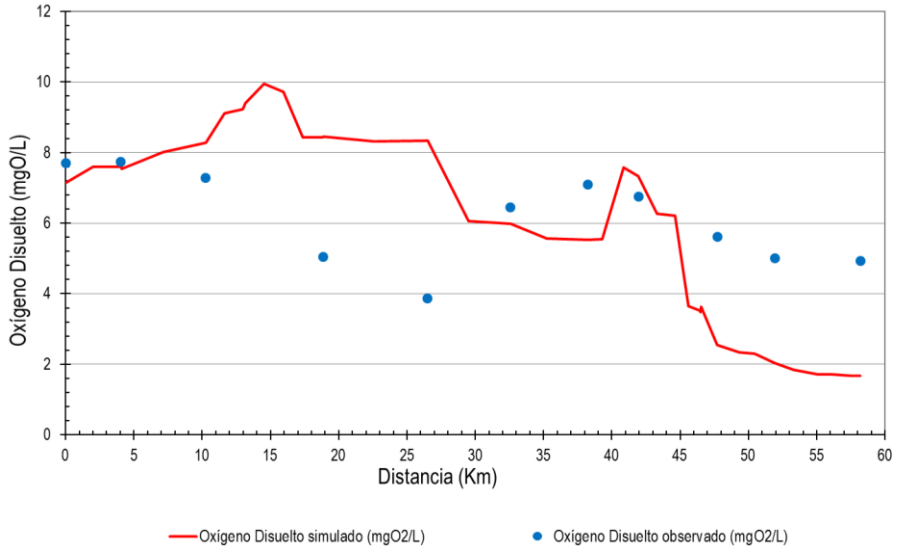
Figura 34 Diagrama de flujo para cálculo de la Función Objetivo



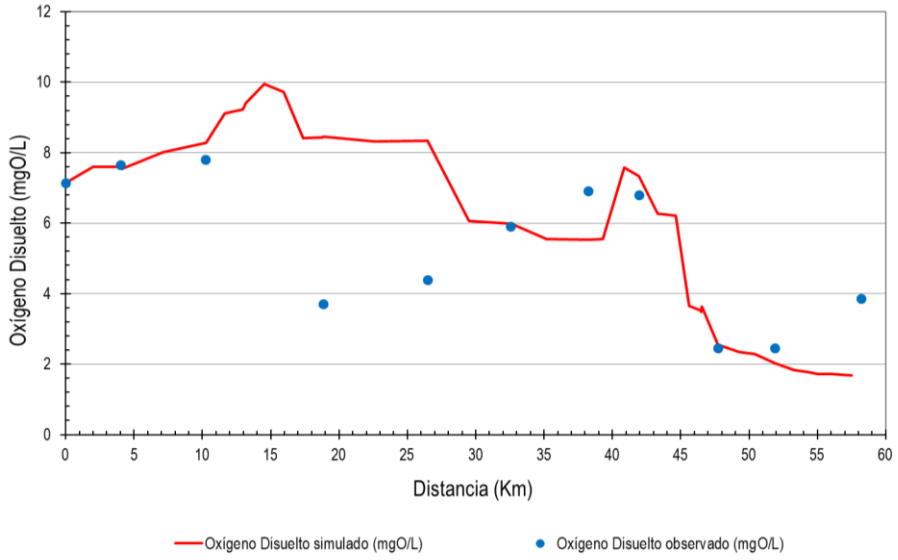
E. Validación del modelo. Realizada la calibración del modelo de simulación QUAL 2Kw con los datos obtenidos en la jornada de Septiembre de 2013, en sus componentes hidráulicos, variables de interés ambiental y establecida la función objetivo, el equipo consultor realizo la validación del modelo con los datos obtenidos en el monitoreo realizado en Octubre de 2013, se precisa que las contantes y tasas de calibración no fueron alteradas para el desarrollo de la etapa de validación del modelo y se cambiaron los datos externos obtenidos en la jornada de campo referida.

A continuación se presenta la gráfica del comportamiento de la variable de Oxígeno Disuelto en la etapa de calibración y validación, reflejando que el modelo reproduce un comportamiento similar en su perfil a lo largo del tramo de la fuente principal Rio de Oro, situación que valida que el modelo es capaz de reproducir el comportamiento de la calidad del agua del recurso bajo eventos diferentes de comportamiento hidráulico y orgánico, se precisa que la gráfica del Oxígeno Disuelto se presenta como ejemplo de la validación sin embargo, con las demás variables de interés el modelo arrojo tendencias homologables.

Gráfica 43 Etapa de calibración variable Oxígeno Disuelto – Datos Septiembre de 2013.



Gráfica 44 Etapa de validación variable Oxígeno Disuelto – Datos Octubre de 2013.



Como se puede evidenciar en las gráficas anteriores la validación del modelo con los datos obtenidos en la jornada de monitoreo realizada en el mes de Octubre de 2013 arrojo un comportamiento o tendencias homogéneas y lógicas que soportan la calibración del mismo, situación que permitió proceder a generar la fase de prospectiva donde se establecieron los diferentes escenarios de simulación de cargas hidráulicas y orgánicas.

F. Generación de escenarios. Finalizada la selección, depuración, entrada de datos, calibración y validación del modelo se procede a realizar la corrida de los diferentes escenarios, establecidos por los términos de referencia del convenio interadministrativo entre MADS y CDMB (ver siguiente cuadro).

Cuadro 120 Escenarios propuestos

<table>
<tr><th rowspan="2">Escenario</th><th colspan="5">Resumen escenarios de modelación para establecer objetivos de calidad</th></tr>
<tr><th colspan="2">Cuerpo de agua receptor (Principal)</th><th>Tributarios</th><th colspan="2">Cargas contaminantes puntuales o difusas (Vertimientos)</th></tr>
<tr><th>Caudal</th><th>Calidad del agua</th><th>Calidad del agua</th><th>Caudal</th><th>Calidad del agua</th></tr>
<tr><td>Base (Calibración)</td><td>Escenario Critico o para calibrar</td><td rowspan="5">Condiciones de escenario critico o base</td><td rowspan="2">Condiciones de escenario critico definido</td><td colspan="2">Condiciones actuales</td></tr>
<tr><td>Carga Actual de vertimientos Fuente Hídrica Principal</td><td rowspan="4">Escenario Critico en términos de dilución y asimilación</td><td colspan="2">Proceso iterativo para determinar las cargas actuales de cada vertimiento</td></tr>
<tr><td>Corto plazo</td><td>Escenario base o con medidas o acciones planificadas</td><td>Máximo proyectado al corto plazo</td><td>Concentración máx. proyectada al corto plazo</td></tr>
<tr><td>Mediano plazo</td><td rowspan="2">Con medidas o acciones planificadas a los escenarios</td><td>Máximo proyectado a mediano plazo</td><td>Concentración máx. proyectada a mediano plazo</td></tr>
<tr><td>Largo plazo Carga máxima permisible</td><td>Máximo proyectado a largo plazo</td><td>Concentración máx. proyectada a largo plazo</td></tr>
</table>

3.2.8 (p) Diseñar y ejecutar del plan de monitoreo y Análisis de resultados de los parámetros fisicoquímicos durante las dos jornadas de monitoreo en el tramo de río de Oro. Para hacer la caracterización de la fuente principal de Río de Oro y sus afluentes principales, se definieron sobre el tramo principal once puntos de monitoreo los cuales se dividieron en cinco tramos, adicionalmente se monitoreo la confluencia con los afluentes principales y de mayor aporte como son Río Frío y Río Lato, con un punto de monitoreo cada uno, también se monitoreo las quebradas más influyentes en calidad y cantidad en la parte alta, media y baja de Río de Oro, como son las quebradas El Rasgón, Grande, Soratoque, y la Iglesia, y su respectivo aporte, para un total de 17 puntos de monitoreo.

A continuación se evidencia la descripción general de los 17 puntos monitoreados, seis pertenecen a la red de monitoreo de calidad del agua, cinco a Ordenamientos hídricos anteriores y un punto se generó en el presente proyecto. Cada tramo está conformado por tres puntos de monitoreo dos extremos que dan inicio y fin al tramo y un punto intermedio en el mismo, como control, los cuales se referencian con sus características generales en el siguiente cuadro, y en el punto P(a) se detallan con mayor precisión:

Cuadro 121 Descripción general estaciones de monitoreo proyecto PORH Río de Oro

Tramo	*Código*	*Nombre Corriente*	*Localización*	*Municipio*	*Microcuenca*	*Altura*	*Coordenadas*	*Tipo de Punto*		
								Red de monitoreo	*PORH Anteriores*	*Nuevo*
TRAMO A: RO-O-10 / RO-05	RO-O-10	Río de Oro	Vereda Santa Rita	Piedecuesta	Rio de Oro Alto	2366	E: 1119708 N: 1273808		X	
	RO-06 (Punto intermedio del tramo)	Río de Oro	Vereda El Rasgón	Piedecuesta	Rio de Oro Alto	2141	E: 1119068 N: 1270321	X Estación Rasgón		
	QRG-O-01	Quebrada El Rasgón	Vereda El Rasgón	Piedecuesta	Rio de Oro Alto	2139	E: 1119092 N: 1270294		X	
	RO-05	Río de Oro	Casco Urbano Piedecuesta	Piedecuesta	Rio de Oro Alto	1230	E: 1114989 N: 1265365	X Estación El Conquistador		
TRAMO B: RO-05 / RO-04	QG-01	Quebrada Grande	Vereda Pajonal	Piedecuesta	Rio de Oro Alto	870	E: 1111243 N: 1262720	X Estación Pajonal		
	SO-01	Quebrada Soratoque	Vereda Guatiguara	Piedecuesta	Rio de Oro Alto	900	E: 1119738 N: 1263024	X Estación Villa Paulina		
	RO-O-2PA (Punto intermedio del tramo)	Río de Oro	Vereda Malpaso	Piedecuesta	Rio de Oro Alto	913	E: 1108911 N: 1262767		X	
	LT-01	Río Lato	Vereda Malpaso	Piedecuesta	Río Lato	847	E: 1108900 N:1262831	X Estación La Batea		
	RO-04	Río de Oro	Palogordo	Girón	Río de Oro Medio	834	E: 1103358 N:1262978	X Estación Palogordo		

Tramo	*Código*	*Nombre Corriente*	*Localización*	*Municipio*	*Microcuenca*	*Altura*	*Coordenadas*	*Tipo de Punto*		
								Red de monitoreo	*PORH Anteriores*	*Nuevo*
TRAMO C: RO-04 / RO-O-4H	RO-O-4N (Punto intermedio del tramo)	Río de Oro	Vereda Chocoa	Girón	Río de Oro Medio	834	N: 1264542 E: 1100242		X	
	RO-O-4H	Río de Oro	Vereda Barbosa	Girón	Río de Oro Medio	751	N: 1'268.447 E: 1'101.238		X	
TRAMO D: RO-O-4H / RO-2PB	RO-4A (Punto intermedio del tramo)	Río de Oro	Sector Bahondo	Girón	Río de Oro Medio	716	E: 1100274 N: 1271637	X Estación Bahondo		
	RF-1A	Río Frío	Sector Caneyes	Girón	Río Frío	698	E: 1100822 N: 1273097	X Estación Caneyes		
	LI-01	Quebrada La Iglesia	Sector Palenque	Girón	Río de Oro Bajo	856	E: 1105854 N: 1276256	X Estación Puente Sena		
	RO-O-2PB	Río de Oro	Sector Carrizal	Girón	Río de Oro Bajo	694	E:1100077 N: 1274889	X Estación Carrizal		
TRAMO E: RO-2PB / RO-01	RO-O-2A (Punto intermedio del tramo)	Río de Oro	Sector Chimitá	Girón		661	E:1101573 N: 1278700			X
	RO-01	Río de Oro	Sector Café Madrid	Bucaramanga		628	E:1102526 N:1282675	X Puente Nariño		

3.2.8.1 Trazadores. Para la prueba de trazadores se tomaron dos tramos del cauce principal de río de oro.

3.2.8.1.1Tramo 1.El primer tramos se localizado en el curso alto del Rio de Oro, se encuentra en una zona de desniveles con presencia de canto rodado, grava y rocas de gran tamaño, por estas características posee una velocidad significativa 0,3 a 0,7m/s, tiene un ancho aproximado de tres metros y una profundidad que no supera un metro, la matriz de agua tiene un color claro con fondo visible, en el margen derecho e izquierdo se tiene presencia de vegetación secundaria asociada a epifitas sobre la ribera, pastizales de baja altura, arbustos y helechos en general asociados a la humedad, durante el recorrido del tramo se evidencia intervención antrópica especialmente por el desarrollo de cultivos de mora y cría de trucha.

3.2.8.1.2 Tramo 2. Punto localizado en la parte baja del curso medio del Rio de Oro, se caracteriza por estar localizado en zona de poca pendiente lo cual se ve reflejado en su baja velocidad, tiene un ancho aproximado de 12 metros y presenta gran caudal y tiene una profundidad aproximada de un metro, dentro de las propiedades organolépticas se puede evidenciar turbiedad, en el margen derecho se observa graba y cantos rodados, áreas de sedimentación, deslizamiento debido al constante paso de vehículos (Vía Girón-Zapatoca), llanura de inundación y se encuentra una cantidad considerable de residuos sólidos no biodegradables correspondientes a actividades antrópicas, se tiene presencia de vegetación secundaria correspondiente a arbustos y pastos, en el margen izquierdo se realizan actividades de extracción de arena del lecho del fondo, se presenta vegetación secundaria correspondiente a arbustos, pastos, árboles y bambúes.

Los resultados y detalles de la prueba de trazadores se referencia en el siguiente anexo

Anexo 22. Prueba de Trazadores

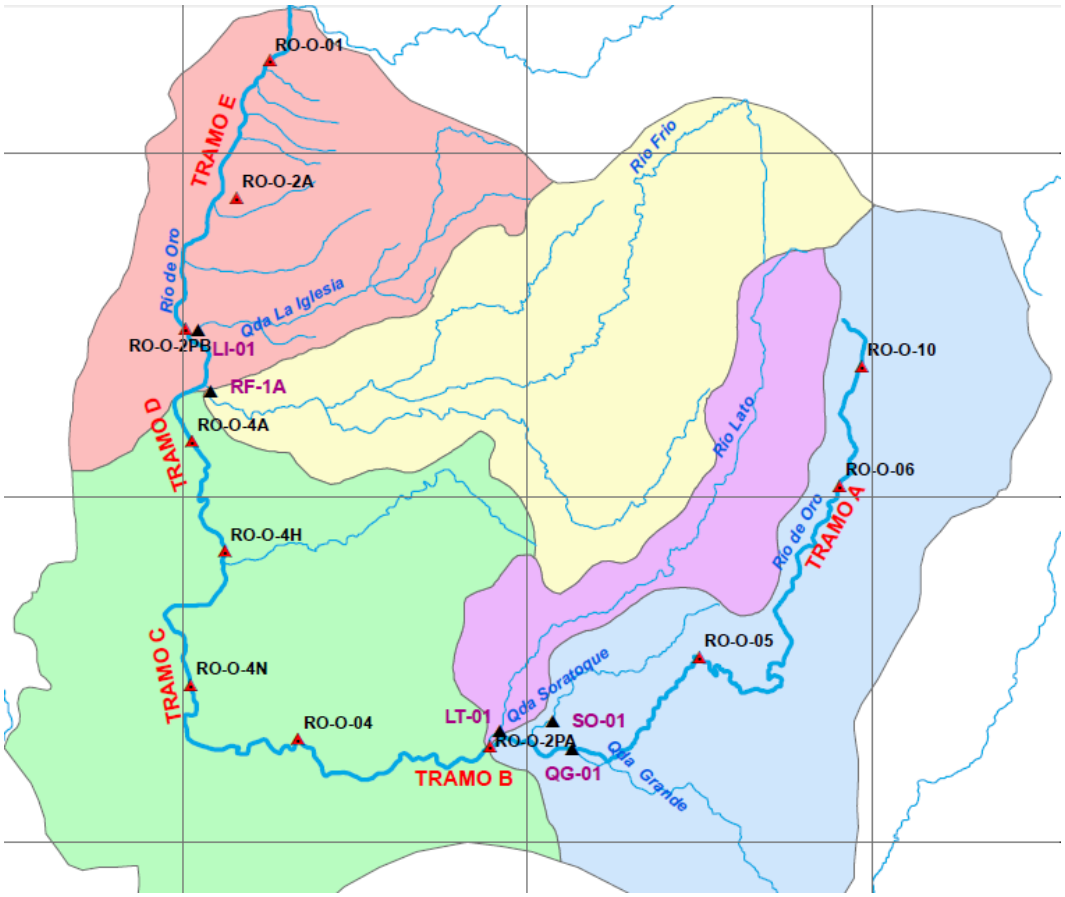
3.2.8.2 (P-a)Descripción del diseño y ejecución del plan de monitoreo de las 17 estaciones

PROTOCOLO DE MONITOREO:

- **Selección puntos de monitoreo:**

En la figura 35 se ilustran los puntos de monitoreo a lo largo del eje del Rio de Oro y que serán objeto de estudio, así mismo, en los siguientes cuadros se presenta una descripción básica de cada uno de los puntos que contribuirá a establecer los tramos de evaluación dentro del modelo de simulación y análisis de calidad del agua.

Figura 35 Estaciones Red de Calidad PORH-Río de Oro



Fuente. Sistema de Información Geográfica – CDMB

Cuadro 122 Descripción estación RO-O-10

Estación	RO-O-10	Fuente hídrica:	Río de Oro Alto
Coordenadas	N:1273783	E:1119700	Altitud (m.s.n.m.): 2357
Actividades desarrolladas en el área de influencia: Agrícolas, ganadería extensiva y piscícolas, posible descargas de lodos provenientes de unidades piscícolas.			
Descripción del punto: Punto localizado en el curso alto del Río de Oro, se encuentra en una zona de desniveles con presencia de canto rodado, grava y rocas de gran tamaño, por estas características posee una velocidad significativa, tiene un ancho aproximado de cuatro (4) metros y una profundidad que no supera un metro, la matriz de agua tiene un color claro con fondo visible, en el margen derecho e izquierdo se tiene presencia de vegetación secundaria asociada a epifitas sobre la ribera, pastizales de baja altura, arbustos y helechos en general asociados a la humedad.			
DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)			
Caudal (m^3/s): 0.403		Área de la sección transversal (m^2): 1.070	
Ancho superficial (m): 4.2		Profundidad media (m): 0.255	
Velocidad media (m/s): 0.411		Temperatura del aíre (°C): 15.4	
DATOS DE CAMPO OCTUBRE – 2013 (Época promedio húmeda)			
Caudal (m^3/s): 0.321		Área de la sección transversal (m^2): 0.466	
Ancho superficial (m): 3.0		Profundidad media (m): 0.163	
Velocidad media (m/s): 0.574		Temperatura del aíre (°C):14.4	

Fotografía 28 Panorámica RO-O-10





Cuadro 123 Descripción estación RO-O-06

Estación	RO-O-06	Fuente hídrica:	Río de Oro Alto
Coordenadas	N:1270323	E:1119073	Altitud (m.s.n.m.): 2140

Actividades desarrolladas en el área de influencia: agrícolas, ganadería extensiva y piscícolas, posible descarga de lodos provenientes de unidades piscícolas.

Descripción del punto: Punto localizado en el curso alto del Rio de Oro antes de la confluencia con la Quebrada el Rasgón, se caracteriza por estar en una zona de desniveles con alta pendiente lo que se ve reflejado en un caudal con altas velocidades y formación de rápidos, tiene un ancho aproximado de seis (6) metros y profundidades variables no mayores a 1.5 metros, se tiene presencia de rocas de gran tamaño y canto rodado, en este punto la matriz de agua tiene un color amarillo con fondo visible, en el margen derecho e izquierdo se tiene presencia de vegetación secundaria asociada a epifitas sobre la ribera, pastizales de baja altura, árboles en alta densidad y helechos en general asociados a la humedad.

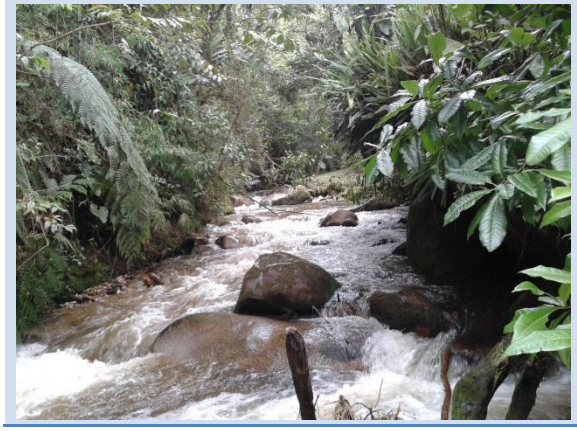
DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)

Caudal (m^3/s): 0.223	Área de la sección transversal (m^2): 0.485
Ancho superficial (m): 0.60	Profundidad media (m): 0.226
Velocidad media (m/s): 0.381	Temperatura del aíre (°C): 17

DATOS DE CAMPO OCTUBRE – 2013 (Época promedio húmeda)

Caudal (m^3/s): 0.787	Área de la sección transversal (m^2): 1.315
Ancho superficial (m): 6.5	Profundidad media (m): 0.202
Velocidad media (m/s): 0.509	Temperatura del aíre (°C): 15.5

Fotografía 29 Panorámica RO-O-06





Cuadro 124 Descripción estación QRG-O-01

Estación	QRG-01	Fuente hídrica:	Quebrada Rasgón
Coordenadas	N:1270300	E:1119153	Altitud (m.s.n.m.): 2137
Actividades desarrolladas en el área de influencia: agrícolas, zona de protección ambiental.			
Descripción del punto: Punto localizado en el curso bajo de la Quebrada el Rasgón antes de su confluencia con el Rio de Oro, se encuentra en una zona de poca pendiente lo cual se ve reflejado en su baja velocidad, tiene un ancho aproximado de cuatro (4) metros y una profundidad no superior a un (1) metro, se tiene presencia de canto rodado, gravas, rocas de tamaño medio y llanura de inundación, la matriz de agua tiene un color amarillo claro con fondo visible, en el margen derecho e izquierdo se tiene presencia de vegetación secundaria asociada a epifitas sobre la ribera, pastizales de baja altura, arbustos y helechos en general asociados a la humedad.			
DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)			
Caudal (m^3/s): 0.477		Área de la sección transversal (m^2): 0.818	
Ancho superficial (m): 3.5		Profundidad media (m): 0.234	
Velocidad media (m/s): 0.568		Temperatura del aíre (°C): 16.6	
DATOS DE CAMPO OCTUBRE – 2013 (Época promedio húmeda)			
Caudal (m^3/s): 0.480		Área de la sección transversal (m^2): 0.759	
Ancho superficial (m): 4.0		Profundidad media (m): 0.192	
Velocidad media (m/s): 0.579		Temperatura del aíre (°C): 14.7	

Fotografía 30 Panorámica QRG-O-01



Cuadro 125 Descripción estación RO-O-05

Estación	RO-O-05	Fuente hídrica:	Río de Oro Alto
Coordenadas	N:1265071	E:1114751	Altitud (m.s.n.m.): 1064

Actividades desarrolladas en el área de influencia: Casco urbano (Municipio de Piedecuesta), explotación pétrea, actividades recreativas de contacto primario.

Descripción del punto: Punto localizado en el inicio del curso alto del Rio de Oro, se encuentra en una zona de desniveles con presencia de cascadas naturales por lo que el caudal se caracteriza por tener una velocidad media, se tiene presencia de grava, cantos rodados y zonas de almacenamiento de rocas, tiene un ancho aproximado de 12 metros y profundidades que no superan un metro, en el margen derecho e izquierdo se tiene presencia de vegetación secundaria baja correspondiente a pastizales y árboles en baja densidad, en este punto se evidencia actividades mineras correspondientes a extracción de arena del fondo del lecho y actividades recreativas de contacto primario.

DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)	
Caudal (m^3/s): 1.372	Área de la sección transversal (m^2): 1.365
Ancho superficial (m): 6.0	Profundidad media (m): 0.228
Velocidad media (m/s): 0.848	Temperatura del aíre (°C): 20.6

Para la época promedio húmeda del mes de Octubre de 2013 el equipo de la red de monitoreo de la CDMB no reporto datos para esta jornada.

Fotografía 31 Panorámica RO-O-05



Cuadro 126 Descripción estación QG-01

Estación	QG-01	Fuente hídrica	Quebrada Grande
Coordenadas	N:1262711	E:1111206	Altitud (m.s.n.m.): 921
Actividades desarrolladas en el área de influencia: Casco urbano (Municipio de Piedecuesta), actividades agrícolas.			
Descripción del punto: Punto localizado en el curso bajo de Quebrada Grande justo antes de su confluencia con el Rio de Oro, se caracteriza por estar en una zona de poca pendiente lo cual se refleja en su baja velocidad, se tiene presencia de restos leñosos, grava, cantos rodados y almacenamiento de rocas, tiene un ancho aproximado de 10 metros y profundidades que no superan un metro, se encuentran zonas de sedimentación y llanura de inundación, se tiene en ambos márgenes de la quebrada presencia de vegetación secundaria baja correspondiente a pastizales y arbustos.			
DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)			
Caudal (m^3/s): 0.116		Área de la sección transversal (m^2): 0.606	
Ancho superficial (m): 6.30		Profundidad media (m): 0.096	
Velocidad media (m/s): 0.183		Temperatura del aíre (°C): 27.5	
DATOS DE CAMPO OCTUBRE – 2013 (Época promedio húmeda)			
Caudal (m^3/s): 0.136		Área de la sección transversal (m^2): 0.332	
Ancho superficial (m): 2.70		Profundidad media (m): 0.126	
Velocidad media (m/s): 0.358		Temperatura del aíre (°C): 24.7	

Fotografía 32 Panorámica QG-01





Cuadro 127 Descripción estación SO-01

Estación	**SO-01**	**Fuente hídrica:**	**Quebrada Soratoque**
Coordenadas	N:1263232	E:1110483	Altitud (m.s.n.m.): 895
Actividades desarrolladas en el área de influencia: Zona de expansión urbana (Municipio de Piedecuesta), área de influencia PTAR Santuario - Piedecuesta, actividades agrícolas			
Descripción del punto: Punto localizado en el curso bajo de la Quebrada Soratoque, corresponde a zona de valle con poca pendiente, gran cantidad de rocas y gravas rodadas lo cual se refleja en una baja velocidad, tiene aproximadamente cuatro metros de ancho y una profundidad que no supera un metro, esta parte del curso de la quebrada se caracteriza por recibir las descargas del 70 % de las aguas residuales generadas en el municipio de Piedecuesta, las propiedades que se pueden percibir de forma organoléptica es un color oscuro grisáceo y olores fuertes, se tiene presencia de lodos, en los márgenes derecho e izquierdo se tiene vegetación secundaria baja que corresponde a pastizales y arbustos, adicionalmente se tiene que dicha fuente recibe la descarga de agua residual domestica de aproximadamente el 70 % del municipio de Piedecuesta.			
DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)			
Caudal (m^3/s): 0.290		Área de la sección transversal (m^2): 0.793	
Ancho superficial (m): 5.0		Profundidad media (m): 0.159	
Velocidad media (m/s): 0.32		Temperatura del aíre (°C): 26.7	
DATOS DE CAMPO OCTUBRE – 2013 (Época promedio húmeda)			
Caudal (m^3/s): 0.182		Área de la sección transversal (m^2): 0.573	
Ancho superficial (m): 9.5		Profundidad media (m): 0.062	
Velocidad media (m/s): 0.302		Temperatura del aíre (°C): 26.5	

Fotografía 33 Panorámica SO-01

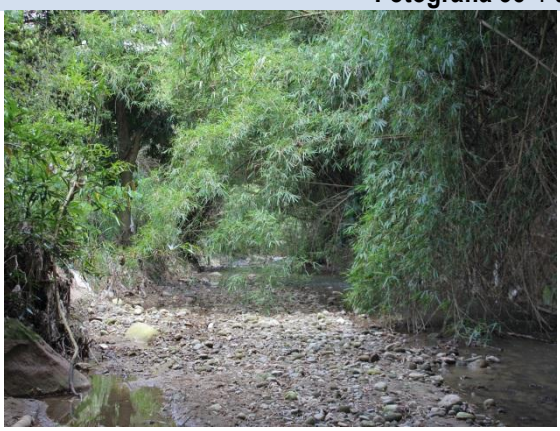


Cuadro 128 Descripción estación RO-O-2PA

Estación	**RO-O-2PA**	**Fuente hídrica:**	**Río de Oro Alto**
Coordenadas	N:1262787	E: 1108942	Altitud (m.s.n.m.): 891
Actividades desarrolladas en el área de influencia: Agrícola, explotación pétrea (arena)			
Descripción del punto: Punto localizado en el curso medio del Rio de Oro, tiene un ancho aproximado de ocho metros y una profundidad que no supera un metro de altura, se caracteriza por estar localizado en una zona de poca pendiente con presencia abundante cantos rodados, grava y restos leñosos, en ambos márgenes del rio se encuentran zonas de llanura de inundación y sedimentos, se tiene presencia de vegetación secundaria baja correspondiente a pastizales, arbustos y árboles (bambúes). Aguas arriba de la confluencia del Río Lato con el Río de Oro.			
DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)			
Caudal (m^3/s): 3.308		Área de la sección transversal (m^2): 4.069	
Ancho superficial (m): 9.50		Profundidad media (m): 0.429	
Velocidad media (m/s): 0.749		Temperatura del aire (°C): 24.2	
Para la época promedio húmeda del mes de Octubre de 2013 el equipo de la red de monitoreo de la CDMB no reporto datos para esta jornada.			
Fotografía 34 Panorámica RO-O-2PA			



Cuadro 129 Descripción estación LT-01

Estación	**LT-01**	**Fuente hídrica:**	**Río Lato**
Coordenadas	N:1262806	E: 1108904	Altitud (m.s.n.m.): 885
Actividades desarrolladas en el área de influencia: Agrícola, Piscícola, de recreación, explotación pétrea (arena), fuente receptora de vertimientos industriales proveniente de la Zona de Guatiguara.			
Descripción del punto: Punto localizado en el curso bajo del Rio Lato, justo antes de su confluencia con el Rio de Oro, se caracteriza por estar localizado en una zona de poca pendiente por lo que se presenta una baja velocidad, el ancho del rio es de aproximadamente 6 metros de los cuales en el punto de muestreo la mitad corresponden a zona de llanura de inundación con presencia de cantos rodados, grava y restos leñosos, en este punto se encuentran zonas de sedimentos los cuales corresponden a las actividades industriales y domesticas que se realizan en el curso del rio, también se puede apreciar captaciones del recurso hídrico para las actividades agropecuarias y recreativas que se realizan en la zona, en ambos márgenes del rio se tiene presencia de vegetación secundaria baja correspondiente a pastizales, arbustos y árboles.			
DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)			
Caudal (m^3/s): 0.331		Área de la sección transversal (m^2): 0.625	
Ancho superficial (m): 4.80		Profundidad media (m): 0.130	
Velocidad media (m/s): 0.515		Temperatura del aíre (°C): 23.3	
Para la época promedio húmeda del mes de Octubre de 2013 el equipo de la red de monitoreo de la CDMB no reporto datos para esta jornada.			
Fotografía 35 Panorámica LT-01			
			

Cuadro 130 Descripción estación RO-O-04

Estación	**RO-O-04**	**Fuente hídrica:**	**Río de Oro Medio**
Coordenadas	N:1262976	E: 1103362	Altitud (m.s.n.m.): 849
Actividades desarrolladas en el área de influencia: Agrícola, Piscícola, de recreación, explotación pétrea (arena)			
Descripción del punto: Punto localizado en el curso medio del Rio de Oro, se caracteriza por estar ubicado en una zona de meandro con poca pendiente, factores por los que presenta una baja velocidad, tiene un ancho aproximado de 12 metros y profundidades que no superan un metro de altura, en el margen derecho se presenta zona de llanura de inundación con gran contenido de grava, cantos rodados de poco tamaño y zonas de sedimentación, en la zona se registra actividad minera correspondiente a la extracción de arena del lecho del rio, entre las propiedades organolépticas se puede percibir un color turbio y no se registra ningún tipo de olor, en el margen derecho hay presencia de vegetación secundaria baja que corresponde a pastizales y arbustos, en el margen izquierdo hay presencia de vegetación secundaria baja y árboles de porte alto.			
DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)			
Caudal (m^3/s): 2.611		Área de la sección transversal (m^2): 3.95	
Ancho superficial (m): 16.60		Profundidad media (m): 0.239	
Velocidad media (m/s): 0.653		Temperatura del aíre (°C): 25.5	
DATOS DE CAMPO OCTUBRE – 2013 (Época promedio húmeda)			
Caudal (m^3/s): 2.220		Área de la sección transversal (m^2): 3.770	
Ancho superficial (m): 17.30		Profundidad media (m): 0.217	
Velocidad media (m/s): 0.569		Temperatura del aíre (°C): 24.7	

Fotografía 36 Panorámica RO-O-04





Cuadro 131 Descripción estación RO-O-4N

Estación	**RO-O-4N**	**Fuente hídrica:**	**Río de Oro Medio**
Coordenadas	N:1264466	E: 1100267	Altitud (m.s.n.m.): 821
Actividades desarrolladas en el área de influencia: Agrícola, Piscícola, de recreación.			
Descripción del punto: Punto localizado en el curso medio del Rio de Oro, se caracteriza por estar localizado en una zona de poca pendiente y velocidad moderada, tiene un ancho aproximado de 10 metros y profundidades que no superan un metro, se presenta gran cantidad de grava y cantos rodados, en el margen derecho se encuentran zonas de llanura de inundación en las cuales hay presencia de zonas de sedimentación, entre las propiedades organolépticas se caracteriza por presentar un color turbio y olores desagradables, en las márgenes derecha e izquierda se tiene presencia de vegetación secundaria baja correspondiente a pastizales y arboles (caracolí), este punto recibe las descargas de un proceso artesanal de beneficio que se presenta en el sector.			
DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)			
Caudal (m^3/s): 1.659		Área de la sección transversal (m^2): 4.130	
Ancho superficial (m): 10.0		Profundidad media (m): 0.413	
Velocidad media (m/s): 0.429		Temperatura del aíre (°C): 27.1	
Para la época promedio húmeda del mes de Octubre de 2013 el equipo de la red de monitoreo de la CDMB no reporto datos para esta jornada.			

Fotografía 37 Panorámica RO-O-4N





Cuadro 132 Descripción estación RO-O-4H

Estación	**RO-O-4H**	**Fuente hídrica:**	**Río de Oro Medio**
Coordenadas	N:1268504	E: 1101271	Altitud (m.s.n.m.): 736
Actividades desarrolladas en el área de influencia: Agropecuaria, explotación pétrea (arena)			
Descripción del punto: Punto localizado en el curso medio del Rio de Oro, se encuentra localizado en una zona de poca pendiente con gran cantidad de grava y cantos rodados de gran tamaño lo cual generan una velocidad media, tiene un ancho aproximado de 10 metros, tiene profundidades variables en su cauce que no superan un metro, entre sus propiedades organolépticas se caracteriza por presentar un color turbio, se tiene presencia de zonas de llanura de inundación, en la cual se encuentran áreas de sedimentación y gran cantidad de cantos rodados, en sus márgenes derecho e izquierdo se tiene presencia de vegetación segundaria que corresponde a arbustos y pastizales, también se tiene presencia de bambúes y arbóreo alto.			
DATOS DE CAMPO OCTUBRE – 2013 (Época promedio húmeda)			
Caudal (m^3/s): 1.859		Área de la sección transversal (m^2): 4.610	
Ancho superficial (m): 11.5		Profundidad media (m): 0.401	
Velocidad media (m/s): 0.342		Temperatura del aíre (°C): 26	
Para la época promedio seca del mes de Septiembre de 2013 el equipo de la red de monitoreo de la CDMB no reporto datos para esta jornada.			
Fotografía 38 Panorámica RO-O-4H			



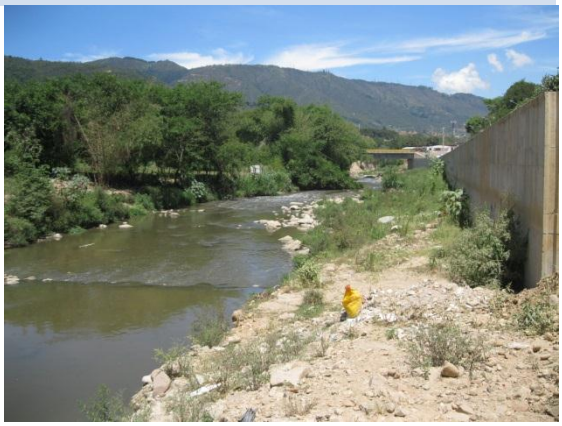


Cuadro 133 Descripción estación RO-O-4A

Estación	**RO-O-4A**	**Fuente hídrica:**	**Río de Oro Medio**
Coordenadas	N:1271328	E: 1100508	Altitud (m.s.n.m.): 716
Actividades desarrolladas en el área de influencia: Agropecuaria, explotación pétrea (arena)			
Descripción del punto: Punto localizado en el curso medio del Rio de Oro, se caracteriza por estar localizado en zona de poca pendiente lo cual se ve reflejado en su baja velocidad, tiene un ancho aproximado de 12 metros y presenta gran caudal y tiene una profundidad aproximada de un metro, dentro de las propiedades organolépticas se puede evidenciar un color turbio, en el margen derecho hay presencia de grava y cantos rodados, zonas de sedimentación, de deslizamiento debido al constante paso de vehículos (Vía Girón-Zapatoca), llanura de inundación y se encuentra una cantidad considerable de residuos sólidos no biodegradables correspondientes a actividades antrópicas, se tiene presencia de vegetación secundaria correspondiente a arbustos y pastos, en el margen izquierdo se presentan actividades de extracción de arena del lecho de fondo, se presenta vegetación secundaria correspondiente a arbustos, pastos, árboles y bambúes, así mismo, se tiene la descarga de agua residual domestica tratada proveniente de la PTARD existente en la zona de nueva Girón.			
DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)			
Caudal (m^3/s): 2.388		Área de la sección transversal (m^2): 6.470	
Ancho superficial (m): 16.0		Profundidad media (m): 0.404	
Velocidad media (m/s): 0.384		Temperatura del aíre (°C): 24.6	
Para la época promedio húmeda del mes de Octubre de 2013 el equipo de la red de monitoreo de la CDMB no reporto datos para esta jornada.			

Fotografía 39 Panorámica RO-O-4A





Cuadro 134 Descripción estación RF-1A

Estación	**RF-1A**	**Fuente hídrica:**	**Río Frío**
Coordenadas	N:1273017	E: 1100805	Altitud (m.s.n.m.): 711
Actividades desarrolladas en el área de influencia: Casco urbano Municipio San Juan de Girón, explotación pétrea (arena)			
Descripción del punto: Punto localizado en el curso bajo del Rio Frio, justo antes de su confluencia con el Rio de Oro (Casco urbano de San Juan de Girón), se caracteriza por ser fuente receptora de las descargas generadas en la Planta de Tratamiento de Agua Residual – PTAR Río Frio, planta que trata el mayor porcentaje del agua residual domestica del municipio de Floridablanca y una fracción del 10 % del municipio de Bucaramanga. Zona de poca pendiente, por lo que se presenta una baja velocidad, el ancho del rio es de aproximadamente 12 metros, presencia de cantos rodados y grava, presencia de vegetación secundaria baja correspondiente a pastizales, arbustos y árboles.			
DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)			
Caudal (m^3/s): 1.224		Área de la sección transversal (m^2): 4.012	
Ancho superficial (m): 12.4		Profundidad media (m): 0.329	
Velocidad media (m/s): 0.326		Temperatura del aíre (°C): 25.8	
DATOS DE CAMPO OCTUBRE – 2013 (Época promedio húmeda)			
Caudal (m^3/s): 1.742		Área de la sección transversal (m^2): 4.18	
Ancho superficial (m): 17.0		Profundidad media (m): 0.246	
Velocidad media (m/s): 0.38		Temperatura del aíre (°C): 26.8	

Fotografía 40 Panorámica RF-1A





Cuadro 135 Descripción estación LI-01

Estación	**LI-01**	**Fuente hídrica:**	**Quebrada La Iglesia**
Coordenadas	N:1274884	E: 1100455	Altitud (m.s.n.m.): 705
Actividades desarrolladas en el área de influencia: Casco urbano municipio San Juan de Girón.			
Descripción del punto: Punto localizado en el curso bajo de la Quebrada La Iglesia, justo antes de su confluencia con el Rio de Oro, se caracteriza por ser fuente receptora de una fracción de los vertimientos domésticos e industriales generadas en el municipio de Bucaramanga. Fuente hídrica canalizada, por lo cual presenta poca pendiente, una baja velocidad, el ancho del rio es de aproximadamente 10 metros, en ambos márgenes del rio se tiene presencia de vegetación secundaria baja correspondiente a pastizales, arbustos y árboles.			
DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)			
Caudal (m^3/s): 0.504		Área de la sección transversal (m^2): 1.275	
Ancho superficial (m): 12.0		Profundidad media (m): 0.106	
Velocidad media (m/s): 0.369		Temperatura del aíre (°C): 25.8	
DATOS DE CAMPO OCTUBRE – 2013 (Época promedio húmeda)			
Caudal (m^3/s): 0.605		Área de la sección transversal (m^2): 1.423	
Ancho superficial (m): 12.0		Profundidad media (m): 0.119	
Velocidad media (m/s): 0.386		Temperatura del aíre (°C): 25.3	

Fotografía 41 Panorámica LI-01





Cuadro 136 Descripción estación RO-O-2PB

Estación	**RO-O-2PB**	**Fuente hídrica:**	**Río de Oro Bajo**
Coordenadas	N:1275734	E: 1099914	Altitud (m.s.n.m.): 686
Actividades desarrolladas en el área de influencia: Casco urbano municipio San Juan de Girón.			
Descripción del punto: Punto localizado en el curso bajo del Rio de Oro, este se caracteriza por zonas de poca pendiente lo cual se ve reflejado en su baja velocidad y formación de sedimentos, en este punto el rio presenta una forma de rio anastomosado o trenzado con zona de llanura de inundación, gran cantidad de grava, cantos rodados y restos leñosos a lo ancho del rio, en esta zona el cuerpo lótico ha recibido los vertimientos domésticos e industriales del municipio de San Juan de Girón, Floridablanca y Bucaramanga, lo cual se ve reflejado en su color turbio, olor desagradable y gran cantidad de residuos sólidos propios de las actividades antrópicas, en las márgenes derecha e izquierda se tiene presencia de vegetación secundaria baja correspondiente a arbustos, pastizales y árboles.			
DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)			
Caudal (m^3/s): 6.159		Área de la sección transversal (m^2): 9.015	
Ancho superficial (m): 23.0		Profundidad media (m): 0.392	
Velocidad media (m/s): 0.645		Temperatura del aíre (°C): 25.5	
Para la época promedio húmeda del mes de Octubre de 2013 el equipo de la red de monitoreo de la CDMB no reporto datos para esta jornada.			
Fotografía 42 Panorámica RO-O-2PB			





Cuadro 137 Descripción estación RO-O-2A

Estación	**RO-O-2A**	**Fuente hídrica:**	**Río de Oro Bajo**
Coordenadas	N:1279092	E: 11011184	Altitud (m.s.n.m.): 659

Actividades desarrolladas en el área de influencia: Zona Industrial (Parque Industrial de Bucaramanga etapa I y II), Central de abastos de Bucaramanga, Invasiones y asentamientos suburbanos

Descripción del punto: Punto localizado en el curso bajo del Rio de Oro, este se caracteriza por zonas de poca pendiente lo cual se ve reflejado en su baja velocidad y formación de remansos, recibe los vertimientos de la zona industrial del municipio de San Juan de Girón y Bucaramanga, tiene un ancho aproximado de 30 metros y profundidades que no superan un metro, sobre el margen derecho se tiene presencia de material pétreo, formación de sedimentos y se puede presenciar una reducida zona de llanura de inundación, entre sus propiedades organolépticas se caracteriza por tener un color turbio y presentar mal olor, se presenta vegetación secundaria correspondiente a árboles, arbustos y pastizales en las márgenes derecha e izquierda del rio, se tiene presencia de residuos sólidos generados por actividades antrópicas.

DATOS DE CAMPO SEPTIEMBRE – 2013 (Época promedio seca)

Caudal (m^3/s): 6.083	Área de la sección transversal (m^2): 9.372
Ancho superficial (m): 18.20	Profundidad media (m): 0.510
Velocidad media (m/s): 0.614	Temperatura del aíre (°C): 31.2

Para la época promedio húmeda del mes de Octubre de 2013 el equipo de la red de monitoreo de la CDMB no reporto datos para esta jornada.

Fotografía 43 Panorámica RO-O-2A





Cuadro 138 Descripción estación RO-O-01

Estación	**RO-O-01**	**Fuente hídrica:**	**Río de Oro Bajo**
Coordenadas	N:1284312	E: 1103148	Altitud (m.s.n.m.): 627

Actividades desarrolladas en el área de influencia: Zona Industrial, casco urbano municipio de Bucaramanga

Descripción del punto: Punto localizado en el curso bajo del Rio de Oro justo antes de su confluencia con el Rio Surata, este se caracteriza por tener poca pendiente lo cual se ve reflejado en su baja velocidad, esta zona recibe todos los sedimentos correspondientes a las actividades industriales y domésticas que son transportadas en el curso del rio, tiene un ancho aproximado de 30 metros y una profundidad mayor de 60 cm, entre sus propiedades organolépticas se caracteriza por tener un color gris oscuro y olor fuerte, en el margen izquierdo se tiene presencia de vegetación secundaria (árboles y arbusto), en el margen derecho se cuenta con poca presencia de rocas, gran cantidad de sedimento sobre arena, se pueden observar actividades relacionadas con la extracción de arena del fondo del lecho, este punto se caracteriza por contener gran cantidad de residuos sólidos generados por actividades antrópicas.

Fotografía 44 Panorámica RO-O-01



- **Parámetros monitoreados:**

Los parámetros medidos en los 17 puntos de monitoreo seleccionados son los establecidos en el Convenio Interadministrativo entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Corporación Autónoma Regional de la Meseta de Bucaramanga CDMB, que a continuación se exponen:

Cuadro 139 Parámetros medidos en Río de Oro y sus principales afluentes

PARÁMETROS A MEDIDOS EN EL CUERPO DE AGUA		
Temperatura Ambiente	Turbiedad	Níquel
Temperatura del agua	Nitrógeno Total Kjeldahl NTK	Cianuros
Conductividad	Ión Amonio NH_4	Grasas y Aceites Totales
pH	Nitritos NO_2	Fenoles
DBO5 Total	Nitratos NO_3	Sulfatos

DBO5 Filtrada	Fósforo Total	Coliformes Termotolerantes
Oxígeno Total OD	Fósforo Soluble (Inorgánico)	Coliformes Fecales
DQO Total	Alcalinidad	Caudal
Sólidos Suspendidos Totales SST	Detergentes	Clorofila
Sólidos Suspendidos Volátiles SSV	Cromo	Macroinvertebrados
Sólidos Totales	Mercurio	Algas Perifíticas
Dureza Total	Plomo	

Fuente. Convenio Interadministrativo 046 MADS – CDMB 8342

3.2.8.3 (P-b) Relación de fechas y época climática en que fueron realizados En estos meses se presentaron valores de precipitación ligeramente por encima de lo normal al oriente de la zona centro y norte de cuenca río Sogamoso (contigua a la cuenca de Río de Oro) y valores de precipitaciones cercanas a los valores medios, para el resto de la región[25].

- *Frecuencia de monitoreo*

El monitoreo de los 17 puntos de monitoreo monitoreoados se realizó en dos jornadas una en temporada de Lluvias (Octubre) y la otra en Escasas Lluvias (Septiembre), para un total de 34 muestras recolectadas en Río de Oro y sus principales afluentes (Ríos Lato y Frío y las Quebradas El Rasgón, Grande, Soratoque y La Iglesia), el monitoreo se cubrió en una semana por cada mes con dos comisiones, y cinco muestras por día, en promedio. A continuación se presenta la tabla con los datos de aforos así como la fecha y hora del muestreo y en el anexo 23 las memorias de los aforos realizados en cada punto:

Anexo 23 Memorias de Aforos Campañas de Monitoreo

Cuadro 140 Frecuencia de monitoreo

Puntos Monitoreo	Temporada Escasas Lluvias		Temporada de Lluvias	
	Fecha y Hora	Caudal (l/s)	Fecha y Hora	Caudal (l/s)
RO-O-10	24-Sept-2013, 9:30 am	381	13-Octub-2013, 11:00 am	321
RO-06	24-Sept-2013, 9:50 am	575	13-Octub-2013, 12:30 pm	787
QRG-O-01	24-Sept-2013, 11:00 am	477	29-Octub-2013, 13:30	480
RO-05	24-Sept-2013, 14:30 am	1372	29-Octub-2013, 08:45 am	-
QG-01	24-Sept-2013, 14:20	116	30-Octub-2013, 10:30 am	136
SO-01	25-Sept-2013, 9:10 am	290	30-Octub-2013, 11:30 am	182
RO-O-2PA	25-Sept-2013, 11:40 am	1843	29-Octub-2013, 11:30 am	-
LT-01	25-Sept-2013, 9:50 am	331	29-Octub-2013, 11:10 am	-
RO-04	25-Sept-2013, 12:20 pm	2560	30-Octub-2013, 13:00 pm	2219
RO-O-4N	25-Sept-2013, 14:00	1658	30-Octub-2013, 8:45 am	1858
RO-O-4H	26-Sept-2013, 8:30 am	-	30-Octub-2013, 11:25 am	1882
RO-4A	26-Sept-2013, 9:30 am	2388	30-Octub-2013, 12:20 pm	-
RF-1A	26-Sept-2013, 11:00 am	1224	31-Octub-2013, 13:30	1742

[25] IDEAM, Boletín de predicción Climática y alertas tempranas, Publicación Nº 223 y 224 Septiembre y Octubre de 2013.

Puntos Monitoreo	Temporada Escasas Lluvias		Temporada de Lluvias	
	Fecha y Hora	Caudal (l/s)	Fecha y Hora	Caudal (l/s)
LI-01	26-Sept-2013, 15:00	504	31-Octub-2013, 10:30 am	605
RO-O-2PB	27-Sept-2013, 8:00 am	6159	31-Octub-2013, 9:15 am	-
RO-O-2A	27-Sept-2013, 9:30 am	6083	31-Octub-2013, 10:45 am	-
RO-01	27-Sept-2013, 11:00 am	-	31-Octub-2013, 12:00 pm	-

A continuación se expone el consolidado de los resultados en las dos temporadas:

Cuadro 141 Parámetros medidos en río de Oro y sus principales tributarios época de escasas lluvias

Tramos	Monitoreo	Parámetros medidos en Rio de Oro y sus principales afluentes																													
		Temporada de Escasas Lluvias (Verano)																													
		Temperat. Amb	Temperat. Agua	Conductividad	Ph	DBO5 Total	DBO5 Filtrada	Oxígeno Disuelto	DQO Total	Sólidos Susp. Totales (SST)	Sólidos Susp. Volátiles (SST)	Sólidos Totales	Dureza Total	Turbiedad	Nitrógeno Total (NTK)	Ión Amonio	Nitritos NO2	Nitratos NO3	Fósforo Total	Fósforo Soluble inorgánico	Alcalinidad	SAAM	Cromo	Mercurio	Plomo	Níquel	Cianuros	Grasas y Aceites Totales	Fenoles	Sulfatos	Coliformes Termotolerantes	Coliformes Fecales
	Puntos	(°C)	(°C)	(µS/cm)	(Unidades de pH)	(mg DBO5/l)	(mg DBO5/l)	(mg O2/l)	(mg O2/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg CaCO3/l)	(NTU)	(mg N/ l)	NH4	(mg NO2-N/l)	(mg NO3-N/l)	(mg P/l)	(mg PO4-P/ l)	(mg CaCO3/l)	(mg SAAM/l)	(mg Cr/l)	(mg Hg/l)	(mg Pb /l)	(mg Ni/l)	(mg CN-/l)	(mg/l)	(mg Fenol /l)	(mg SO4/l)	(UFC/100 ml)	(UFC/100 ml)
TRAMO A: RO-O-10 / RO-05	RO-O-10	27,7	15,4	119	8,12	1,4	1,4	7,14	16,6	5,5	4	102	56	5,63	0,74	0,003	0,006	0,11	0,06	0,03	56,8	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,23	3	3	4
	RO-06	27,7	17	80,6	8,19	1,5	1,5	7,65	27,6	4,5	4	82	40	43,2	0,74	0,03	0,004	0,11	0,06	0,1	43,2	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,29	3	150	150
	QRG-O-01	27,1	16,6	36,9	7,23	1,4	1,5	7,51	15,7	4	4	52	13	1,62	0,74	0,03	0,003	0,21	0,06	0,02	19,2	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,23	1,01	3800	3800
	RO-05	27,5	20,6	75,4	8,06	1,5	1,5	7,79	15,7	8,5	4	88	39	9,21	0,74	0,03	0,003	0,18	0,06	0,002	39,4	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,23	3	800	800
TRAMO B: RO-05 / RO-04	QG-01	29,3	27,5	213	8,3	1,5	1,4	7,13	15,7	5	4	170	13	5,83	0,74	0,03	0,003	0,21	0,06	0,02	19,2	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,23	3	2500	2500
	SO-01	32	26,7	802	7,79	190	92	0,17	423	300	240	718	68	168	93,7	63,6	0,003	0,13	11,2	7,3	326	3,58	0,1	0,0005	0,2	0,1	0,015	33,2	0,23	166	2080000	2420000
	RO-O-2PA	34,5	24,2	220	7,63	41	17	3,7	90,3	84	40	250	48	51,3	7,23	5,43	0,064	0,16	1,21	0,86	90,3	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,016	12,2	0,23	22,1	2800000	2800000
	LT-01	25,7	23,3	187	7,58	6	5,5	6,48	36,3	19	4	168	48	15,2	4,42	2,45	0,074	0,36	0,49	0,37	67,7	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,23	3	280000	300000
	RO-04	31,1	25,5	192	7,33	18	11	4,39	50,3	56	14	187	49	34,1	5,71	3,76	0,504	0,43	0,75	0,51	71,7	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,23	2,15	300000	340000
TRAMO C: RO-04 /	RO-O-4N	33,8	27,1	142	7,55	7	4,4	5,9	20,1	25	5	156	43	20	2,22	1,35	0,751	1,36	0,62	0,46	52,6	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,017	5	0,23	3	50000	70000
	RO-O-4H	26,3	23,1	188	7,62	15,3	6,3	6,91	44,7	50	12	206	54	39,3	3,68	2,68	0,218	1,31	0,89	0,66	69	0,3	0,1	0,0005	0,2	0,1	0,015	5	0,23	0,3	280000	380000

Tramos	Monitoreo	Parámetros medidos en Rio de Oro y sus principales afluentes																														
		Temporada de Escasas Lluvias (Verano)																														
		Temperat. Amb	Temperat. Agua	Conductividad	Ph	DBO5 Total	DBO5 Filtrada	Oxigeno Disuelto	DQO Total	Sólidos Susp. Totales (SST)	Sólidos Susp. Volátiles (SST)	Sólidos Totales	Dureza Total	Turbiedad	Nitrógeno Total (NTK)	Ión Amonio	Nitritos NO2	Nitratos NO3	Fósforo Total	Fósforo Soluble inorgánico	Alcalinidad	SAAM	Cromo	Mercurio	Plomo	Níquel	Cianuros	Grasas y Aceites Totales	Fenoles	Sulfatos	Coliformes Termotolerantes	Coliformes Fecales
	Puntos	(°C)	(°C)	(µS/cm)	(Unidades de pH)	(mg DBO5/l)	(mg DBO5/l)	(mg O2/l)	(mg O2/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg CaCO3/l)	(NTU)	(mg N/ l)	NH4	(mg NO2-N/l)	(mg NO3-N/l)	(mg P/l)	(mg PO4-P/l)	(mg CaCO3/l)	(mg SAAM/l)	(mg Cr/l)	(mg Hg/l)	(mg Pb /l)	(mg Ni/l)	(mg CN-/l)	(mg/l)	(mg Fenol /l)	(mg SO4/l)	(UFC/100 ml)	(UFC/100 ml)
RO-O-4H																																
TRAMO D: RO-O-4H / RO-2PB	RO-4A	26,9	24,6	203	7,57	18	6,1	6,8	53,6	148	26	308	58	92	3,75	2,57	0,302	151	0,83	0,69	68,3	0,3	0,1	0,0005	0,14	0,1	0,017	5	0,23	14,6	32000	40000
	RF-1A	27,9	25,8	587	7,78	41	31	2,09	150	46	26	366	67	24,7	38,4	33,7	0,003	0,11	5,29	2,84	218	1,47	0,1	0,0005	0,12	0,1	0,204	13,6	0,23	26,6	3000000	3000000
	LI-01	30	25,8	870	8,18	60	40	5,75	221	108	60	578	103	76,4	54,6	41,1	0,003	0,12	5,03	3,9	308	2,53	0,1	0,0005	0,11	0,1	0,092	18,1	0,23	38,4	3440000	3440000
	RO-O-2PB	26,6	25,5	393	7,61	23	10	2,44	87	352	112	620	60	203	15,3	13,4	0,13	0,29	2,65	1,9	138	0,3	0,1	0,0005	0,3	0,1	0,167	16,9	0,23	24,6	2880000	2880000
TRAMO E: RO-2PB / RO-01	RO-O-2A	32,4	31,2	402	7,64	22	12	2,45	47,9	152	50	412	61	90,8	22,8	16,4	0,148	0,29	3,52	2,2	149	0,3	0,1	0,0005	0,11	0,1	0,02	9,1	0,23	15,4	1920000	1920000
	RO-01	32,2	29,6	506	7,77	57	15	3,86	111	90	38	368	71	56	21,4	18,9	0,203	0,26	3,7	2,7	163	0,3	0,1	0,0005	0,12	0,1	0,044	10,6	0,23	19,3	3040000	3040000

Cuadro 142 Parámetros medidos en río de Oro y sus principales tributarios temporada de lluvias

Tramos	Monitoreo	Parámetros medidos en Rio de Oro y sus principales afluentes																													
		Temporada de Lluvias (Invierno)																													
		Temperat. Amb	Temperat. Agua	Conductividad	Ph	DBO5 Total	DBO5 Filtrada	Oxígeno Disuelto	DQO Total	Sólidos Susp. Totales (SST)	Sólidos Susp. Volátiles (SST) (mg/l)	Sólidos Totales	Dureza Total	Turbiedad	Nitrógeno Total (NTK)	Ión Amonio	Nitritos NO2	Nitratos NO3	Fósforo Total	Fósforo Soluble inorgánico (mg PO4-P/ l)	Alcalinidad	SAAM	Cromo	Mercurio	Plomo	Níquel	Cianuros	Grasas y Aceites Totales	Fenoles	Sulfatos	Coliformes Termotolerantes	Coliformes Fecales
	Puntos	(°C)	(°C)	(µS/cm)	(Unidades de pH)	(mg DBO5/l)	(mg DBO5/l)	(mg O2/l)	(mg O2/l)	(mg/l)		(mg/l)	(mg CaCO3/l)	(NTU)	(mg N/ l)	NH4	(mg NO2-N/l)	(mg NO3-N/l)	(mg P/l)		(mg CaCO3/l)	(mg SAAM/l)	(mg Cr/l)	(mg Hg/l)	(mg Pb /l)	(mg Ni/l)	(mg CN-/l)	(mg/l)	(mg Fenol /l)	(mg SO4/l)	(UFC/100 ml)	(UFC/100 ml)
TRAMO A: RO-O-10 / RO-05	RO-O-10	20,6	14,4	163	8,69	1,6	1,5	7,69	15,7	4	4	122	87,8	2,18	0,79	0,14	0,003	0,11	0,06	0,04	81,7	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,23	7,83	0	2
	RO-06	16,4	15,5	89,3	8,1	1,5	1,4	7,73	15,7	4	4	82	41	2,96	0,74	0,06	0,003	0,21	0,06	0,03	44	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,23	3	10	25
	QRG-O-01	19,9	14,7	335,1	7,45	1,3	1,3	7,83	17,1	4	4	58	10,3	1,65	0,74	0,05	0,003	0,18	0,06	0,02	17,7	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,23	3	100	278
	RO-05	25,3	18,4	86	7,78	1,5	1,3	7,29	15,7	5,5	4	92	34,9	10,9	0,74	0,07	0,003	0,11	0,06	0,06	40,3	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,23	3	500	560
TRAMO B: RO-05 / RO-04	QG-01	28,2	24,7	210	9,1	1,8	1,4	8,74	18,1	6	4	178	70,2	6,7	0,77	0,09	0,07	0,65	0,15	0,14	89	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,23	6,58	90	100
	SO-01	30	26,5	674	7,75	134	99	0,13	430	156	44	206	69,3	121	39,3	34,4	0,014	0,18	5,82	4,9	214	10	0,1	0,0005	0,2	0,1	0,146	30,8	0,23	31	1840000	2440000
	RO-O-2PA	27,7	22,5	244	7,63	41	15	5,05	116	54	34	200	47,4	31,6	10,6	8,6	0,065	0,11	1,42	1,1	88,1	0,6	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	8,5	0,23	3	980000	2360000
	LT-01	29,7	24,4	189	7,43	6,3	4,3	6,69	19,2	13	4	164	47,1	17,6	3,87	3,7	0,078	0,43	0,71	0,69	75,1	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,23	3	1300	13200
	RO-04	27,9	25,8	214	7,78	11	5,5	2,09	46,4	22	12	179	52,3	14,9	7,23	7,2	0,337	1,12	0,82	0,75	83,1	0,3	0,1	0,0005	0,12	0,1	0,017	5	0,23	3	91000	220000
TRAMO C: RO-04 / RO-O-4H	RO-O-4N	30,1	23,7	182	7,21	13	5	6,44	31,8	22	9	164	45,9	12,3	3,14	3,05	0,584	1,02	0,76	0,59	63,6	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,017	6,5	0,23	3	10000	12000
	RO-O-4H	31,3	26	194	7,15	5,3	4	7,1	32,5	16	4	184	49,4	15,6	2,44	2,32	0,562	1,33	0,69	0,63	63,6	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,015	5	0,23	3	9250	81600
TRAMD:	RO-4A	32,9	26,9	196	7,61	6,8	4,8	6,75	36,8	22	5	182	49,8	17,5	2,05	1,76	0,513	1,58	0,68	0,64	60,6	0,3	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,016	5	0,23	3	106	218

Tramos	Monitoreo	Parámetros medidos en Rio de Oro y sus principales afluentes																														
		Temporada de Lluvias (Invierno)																														
		Temperat. Amb	Temperat. Agua	Conductividad	Ph	DBO5 Total	DBO5 Filtrada	Oxígeno Disuelto	DQO Total	Sólidos Susp. Totales (SST)	Sólidos Susp. Volátiles (SST) (mg/l)	Sólidos Totales	Dureza Total	Turbiedad	Nitrógeno Total (NTK)	Ión Amonio	Nitritos NO2	Nittratos NO3	Fósforo Total	Fósforo Soluble inorgánico (mg PO4-P/ l)	Alcalinidad	SAAM	Cromo	Mercurio	Plomo	Níquel	Cianuros	Grasas y Aceites Totales	Fenoles	Sulfatos	Colifórmes Termotolerantes	Colifórmes Fecales
	Puntos	(°C)	(°C)	(µS/cm)	(Unidades de pH)	(mg DBO5/l)	(mg DBO5/l)	(mg O2/l)	(mg O2/l)	(mg/l)		(mg/l)	(mg CaCO3/l)	(NTU)	(mg N/ l)	NH4	(mg NO2-N/l)	(mg NO3-N/l)	(mg P/l)		(mg CaCO3/l)	(mg SAAM/l)	(mg Cr/l)	(mg Hg/l)	(mg Pb /l)	(mg Ni/l)	(mg CN-/l)	(mg/l)	(mg Fenol /l)	(mg SO4/l)	(UFC/100 ml)	(UFC/100 ml)
RO-O-4H / RO-2PB	RF-1A	26,8	26	479	7,89	84	23	5	209	328	180	551	75,4	245	21,4	20,8	0,062	0,31	3,35	3	158	4,63	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,121	11,6	0,23	7,88	860000	2420000
	LI-01	26,5	25,3	498	8,04	140	112	5,13	346	100	40	402	75,9	87,2	24,1	23,8	0,016	0,18	0,63	0,34	162	1,12	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,096	9,3	0,23	8,53	1140000	1600000
	RO-O-2PB	25,7	24,1	270	7,93	44	17	5,62	116	412	60	604	77,5	362	8,46	7,2	0,308	0,81	2,81	1,46	90,9	1,02	0,1	0,0005	0,3	0,1	0,094	15,1	0,23	3	2120000	3200000
TRAMO E: RO-2PB / RO-01	RO-O-2A	26,4	24,4	231	7,9	37	9,1	5	118	516	76	698	64,8	485	6,73	5,53	0,23	0,64	0,76	0,68	79,1	0,97	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,051	8,9	0,23	11,6	1300000	3460000
	RO-01	23,7	22,2	224	7,44	23	6,1	4,93	82,8	216	32	388	47	255	6,49	5,23	0,267	0,7	0,46	0,35	68	0,58	0,1	0,0005	0,1	0,1	0,038	10,9	0,23	16,6	940000	2800000

- Muestreo en campo y lineamientos para la manipulación

En el Anexo 2 se expone el Programa de monitoreo y características de la Red de Monitoreo Calidad del Agua sobre Río de Oro en la CDMB, adicionalmente se anexa el procedimiento general de la CDMB para Toma de muestras en campo y la manipulación de las mismas.

Anexo 24 Procedimiento general para toma de muestras en campo y la manipulación de las mismas

3.2.8.4 (P-c) Comparación con los usos y los objetivos de calidad del recurso hídrico (Acuerdo 1075 de 2006, C.D.M.B.). La metodología desarrollada para la definición de los objetivos de calidad para cada uno de los tramos de la Tasa retributiva, fue la recomendada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en su entonces MAVDT, en la Guía metodológica para el establecimiento de objetivos de calidad de los cuerpos de agua en ausencia de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH), metodología MESOCA, ya que en el área de jurisdicción de la CDMB, no se contaba con un PORH, para ninguna de las corrientes hídricas superficiales,

Parta el establecimiento de los Objetivos de calidad se desarrolló los siguientes pasos para el perfil básico de calidad[26]:

- Descripción de características biofísicas y uso actual del suelo en la microcuenca.
- Estado de calidad del agua en el periodo 2000 -2004 (Red de monitoreo de corrientes).
- Estado de calidad del agua en el año 2005 (Red de monitoreo de corrientes) y comparación entre la tendencia histórica de la corriente.
- Clasificación de la corriente o tramos de corriente de acuerdo con los usos del agua para cada tramo así:

Uso Medido o normativo: se clasificó como receptora o no de vertimientos, como lo establece el artículo 205 del Decreto 1541 de 1978, posteriormente se clasificaron los usos del agua teniendo como referencia los criterios de calidad establecidos en el Decreto 1594 de 1984, comparando estos criterios con los valores promedio obtenidos en el monitoreo del año 2005 (en el Anexo 29 se evidencia los históricos de los parámetros de calidad de la red entre los años 1983 a 2013).

Uso real o Actual: es el uso que se le está dando al recurso por parte de los usuarios sin tener en cuenta su calidad, este uso se determinó con base en los recorridos de campo y al conocimiento de las zonas por parte del grupo de vertimientos de la CDMB.

Uso deseado: es el uso deseado o proyectado para la corriente de acuerdo con su calidad actual, los proyectos de saneamiento existente y el uso actual.

A continuación se evidencian los objetivos de calidad para el tramo de Río de Oro, adicionalmente y como parte integral de la Subcuenca de Río de Oro también se evidencian para Río Frío, uno de sus principales afluente;, para Rio Lato no existen objetivos de calidad:

[26] CDMB, Definición de Objetivo de Calidad del Recurso Hídrico, Subdirección de Normatización y Calidad ambiental, 2006

Cuadro 143 Objetivos de calidad para el tramo río de oro y sus principales afluentes

Acuerdo 1075 de 2006 de la CDMB OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL TRAMO DE RIO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLLUENTES										
Objetivo de Calidad	**Sistema hidrológico**	**Subsistema o tramo**	**Uso deseado preponderante**	**Parámetro**	**Unidad**	**Índice**			**Objetivo de calidad**	**Notas de sustentación**
						Actual	**Nivel técnico o normativo**	**Deseado**		
Tramo 1, Nacimiento - RO-05	Cuenca del Río Lebrija	Río de Oro Nacimiento- RO-05	**Doméstico**	OD	mg/l % Saturación	5,9 72 % Sat.	> 4	OD > 6 mg/l > 70 % Sat.	Registrar valores por encima de 6 mg/L (70% sat.) en todos los monitoreos realizados en el punto RO-05.	No existen límites normativos para OD en uso Doméstico. Sin embargo el RAS contempla valores mayores de 4 mg/l para fuentes aptas abastecimiento previo tratamiento.
				DBO5	mg/l	3	5	3	Registrar valores por debajo de 3 mg/l en todos los monitoreos realizados en el punto RO-05.	Aguas con más de 5 mg/l son problemáticas para potabilización sin embargo se establece 3 mg/l como objetivo, con el fin de mantener las condiciones de la corriente.
				SST	mg/l	239	No Hay	< 200	Obtener concentraciones inferiores a 200 mg/l en todos los monitoreos realizados en el	El objetivo se estableció con base en los valores de referencia y en el comportamiento

Acuerdo 1075 de 2006 de la CDMB
OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL TRAMO DE RIO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLLUENTES

Objetivo de Calidad	Sistema hidrológico	Subsistema o tramo	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice			Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado		
									punto RO-05.	de la corriente en los últimos años.
				pH	Unidades	7.6	5-9 +++	7 - 9	Mantener el pH en un rango de 7,9	El Decreto 1594 de 1984 señala que para consumo humano previo tratamiento, el pH debe estar entre 5 y 9
				Coliformes Fecales	NMP/100 ml	13000 - 160000	< 2000 ***	< 2000	Reducir los Coliformes Fecales al valor indicado por la norma.	Es necesario bajar el valor de Coliformes Fecales para que no haya conflictos por uso, pues el nivel de coliformes actual limita la destinación del recurso para consumo humano.
				Coliformes Totales	NMP/100 ml	13001 - 160000	< 20.000 ***	< 20.000	Reducir los Coliformes Totales al valor indicado por la norma.	Es necesario bajar el valor de Coliformes Totales para que no haya conflictos por uso, pues el nivel de coliformes actual limita la

Acuerdo 1075 de 2006 de la CDMB
OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL TRAMO DE RIO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLLUENTES

Objetivo de Calidad	Sistema hidrológico	Subsistema o tramo	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice			Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado		
										destinación del recurso para consumo humano.
				Nitritos	mg/l	0.01	< 1 +++	< 0,01	Registrar en todos los monitoreos concentraciones inferiores a 0,1 mg/l en el punto RO-05.	Se establece 0,1 mg/L como objetivo de calidad con el fin de mantener las condiciones actuales de la corriente.
				Nitratos	mg/l	0,1/	< 10 +++	< 1	Registrar en todos los monitoreos concentraciones inferiores a 1 mg/l en el punto RO-05.	Se establece 1 mg/L como objetivo de calidad con el fin de mantener las condiciones actuales de la corriente.
				Nitrógeno Total	mg/l	1.64	< 1 ++	< 1	Registrar en todos los monitoreos concentraciones inferiores a 1 mg/l en el punto RO-05.	Según metodología del MAVDT, concentraciones por encima de 1 mg/l no son convenientes para aguas de usos domésticos.
Tramo 2, RO-05 / RO-04A	Cuenca del Río Lebrija	Río de Oro RO-05 / RO-04A	**Agrícola (Riego)**	OD	mg/l	4,9	> 2	OD > 5 mg/l	Registrar valores por	No existen límites normativos para

Acuerdo 1075 de 2006 de la CDMB
OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL TRAMO DE RIO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLLUENTES

Objetivo de Calidad	Sistema hidrológico	Subsistema o tramo	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice			Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado		
					% Saturación	63 % Sat.		> 64 % Sat.	encima de 5 mg/L (64% sat.) en todos los monitoreos realizados en el punto RO-4A.	OD en uso Doméstico. Sin embargo en algunas referencias bibliográficas se recomienda un nivel mínimo de 2 mg/l.
				DBO5	mg/l	28 (máx. 2005) 8,6 (prom. 2005)	20	20	Registrar valores por debajo de 20 mg/l en todos los monitoreos realizados en el punto RO-04A.	Según referencias de la metodología presentada por el MAVDT, valores superiores a 20 ng/l no son recomendados para el uso agrícola.
				SST	mg/l	160 (prom. 2005)	< 200	< 200	Registrar valores por debajo de 200 mg/l en el 80% de los monitoreos realizados en el punto RO-4A.	El objetivo se estableció con base en los valores de referencia y en el comportamiento de la corriente en los últimos años.
				pH	Unidades	7.6	4.5-9 +++	4.5-9	Mantener el pH en un rango de 4.5-9	El Decreto 1594 de 1984 señala que para el uso agrícola el pH del agua debe estar

Acuerdo 1075 de 2006 de la CDMB
OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL TRAMO DE RIO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLLUENTES

Objetivo de Calidad	Sistema hidrológico	Subsistema o tramo	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice			Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado		
										entre 4.5 y 9
				Coliformes Fecales	NMP/100 ml	130000 - 2400000	< 1000 ***	< 1000	Reducir los Coliformes Fecales al valor indicado por la norma.	Es necesario bajar el valor de Colliformes Fecales para que no haya conflictos por uso, pues el nivel de coliformes actual limita la destinación del recurso para riego de cultivos.
				Coliformes Totales	NMP/100 ml	130000 - 2400000	< 5.000 ***	< 5.000	Reducir los Coliformes Totales al valor indicado por la norma.	Es necesario bajar el valor de Colliformes Totales para que no haya conflictos por uso, pues el nivel de coliformes actual limita la destinación del recurso para riego de cultivos.
				Nitrógeno Total	mg/l	3,8 (prom. 2005)	2 +	2 mg/l	Reducir la concentración promedio de Nitrógeno Total a 2 mg/l	Según metodología del MAVDT, concentraciones por encima de 1

Acuerdo 1075 de 2006 de la CDMB
OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL TRAMO DE RIO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLLUENTES

Objetivo de Calidad	Sistema hidrológico	Subsistema o tramo	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice			Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado		
										mg/l no son convenientes para aguas de usos domésticos.
				Sólidos Disueltos Totales	mg/l	146 (prom. 2005)	5000 +	< 200 mg/l	Mantener el promedio anual de sólidos disueltos por debajo del 200 mg/l	Según metodología del MAVDT, concentraciones por encima de 1 mg/l no son convenientes para aguas de usos domésticos.
				Solidos Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	La presencia de sólidos flotantes puede dificultar las labores de irrigación de cultivos.
Tramo 5 Río de Oro RO-4A / RO-01	Cuenca del Río Lebrija	Río de Oro RO-4A / RO-01	**Estético**	OD	mg/l % Saturación	3 40 % Sat. (mín 2005)	> 2	OD > 3 mg/l = 40 % Sat.	Registrar valores por encima de 3 mg/L (40% sat.) en todos los monitoreos realizados en el punto RO-01.	Un nivel de OD por encima de 2 mg/l contribuye a la reducción de olores, se propone 3 mg/l como objetivo de calidad de acuerdo a las condiciones actuales medidas en la corriente.

Acuerdo 1075 de 2006 de la CDMB
OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL TRAMO DE RIO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLLUENTES

Objetivo de Calidad	Sistema hidrológico	Subsistema o tramo	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice			Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado		
				DBO5	mg/l	76 (máx. 2005) 36 (prom. 2005)	30	DBO5 =50	Registrar concentraciones por debajo de 50 mg/l en todos los monitoreos realizados en el punto RO-01.	Según referencias de la metodología presentada por el MAVDT, se establece una concentración máxima de 30 mg/l para uso estético, sin embargo el objetivo se establece con base en la calidad actual del cuerpo de agua y las proyecciones de tratamiento del agua.
				SST	mg/l	317 (prom. 2005)	No hay	< 200	Registrar concentraciones por debajo de 200 mg/l en el 80 % de los monitoreos realizados en el punto RO-01.	Al no existir referencias el objetivo se estableció con base en el comportamiento de la corriente en los últimos años.
				Sólidos flotantes y espumas		Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	El Decreto 1594 de 1984 establece que para el uso estético del agua

Acuerdo 1075 de 2006 de la CDMB
OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL TRAMO DE RIO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLLUENTES

Objetivo de Calidad	Sistema hidrológico	Subsistema o tramo	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice			Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado		
										se deben eliminar los sólidos flotantes y las espumas
				Película de grasas y espumas		Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	El Decreto 1594 de 1984 establece que para el uso estético del agua se deben eliminar las grasas y aceites que formen una película visible.
				Olores ofensivos		Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	El Decreto 1594 de 1984 establece que para el uso estético del agua se deben eliminar los olores ofensivos.
Tramo 4, Río Frío	Cuenca del Río Lebrija	Río Frío	**Estético**	OD	mg/l % Saturación	1.4 20 % Sat. (mín 2005)	> 2	OD > 2 mg/l = 30 % Sat.	Registrar valores por encima de 2 mg/L (30% sat.) en todos los monitoreos realizados en el punto RF-1A.	Un nivel de OD por encima de 2 mg/l contribuye a la reducción de olores ofensivos.
				DBO5	mg/l	87	30	DBO5 =30	Registrar	Según

Acuerdo 1075 de 2006 de la CDMB
OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL TRAMO DE RIO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLLUENTES

Objetivo de Calidad	Sistema hidrológico	Subsistema o tramo	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice			Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado		
						(máx. 2005) 58,3 (prom. 2005)			concentraciones por debajo de 30 mg/l en todos los monitoreos realizados en el punto RF-1A.	referencias de la metodología presentada por el MAVDT, se establece una concentración máxima de 30 mg/l para uso estético.
				SST	mg/l	226 (prom. 2005)	No hay	< 200	Registrar concentraciones inferiores a 200 mg/l en todos los monitoreos realizados en el punto RF-1A.	Al no existir referencias el objetivo se estableció con base en el comportamiento de la corriente en los últimos años.
				Sólidos flotantes y espumas		Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	El Decreto 1594 de 1984 establece que para el uso estético del agua se deben eliminar los sólidos flotantes y las espumas
				Película de grasas y espumas		Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	El Decreto 1594 de 1984 establece que para el uso estético del agua se deben eliminar

Acuerdo 1075 de 2006 de la CDMB
OBJETIVOS DE CALIDAD PARA EL TRAMO DE RIO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLLUENTES

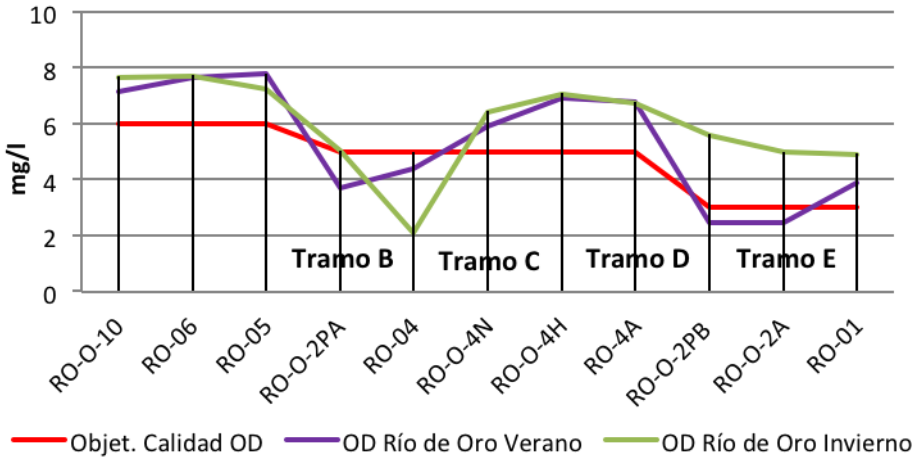
Objetivo de Calidad	Sistema hidrológico	Subsistema o tramo	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice			Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Actual	Nivel técnico o normativo	Deseado		
										las grasas y aceites que formen una película visible.
				Olores ofensivos		Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	El Decreto 1594 de 1984 establece que para el uso estético del agua se deben eliminar los olores ofensivos esto logra a través del aumento de Oxígeno disuelto en agua.

A continuación se realiza un comparativo de los resultados obtenidos de las dos campañas con los objetivos de calidad para cada tramo.

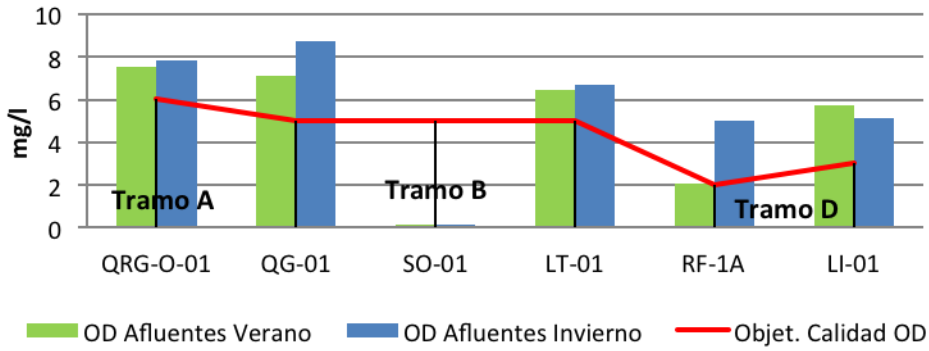
Cuadro 144 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados monitoreo

Tramos Acuerdo 1075 de 2006 CDMB	Tramo Proyecto PORH Río de Oro	Puntos monitoreo	Objet. Calidad OD	OD Río de Oro		Objet. Calidad DBO	DBO_5 Río de Oro		Objet. Calidad SST	SST Río de Oro		Objet. Calidad NT	Nitrógeno Total	
				Verano	Invierno		Verano	Invierno		Verano	Invierno		Verano	Invierno
1 Uso Doméstico	TRAMO A: RO-O-10 / RO-05	RO-O-10	6	7,14	7,69	3	1,4	1,6	200	5,5	4	1	0,74	0,79
		RO-06	6	7,65	7,73	3	1,5	1,5	200	4,5	4	1	0,74	0,74
		QRG-O-01	6	7,51	7,83	3	1,4	1,3	200	4	4	1	0,74	0,74
		RO-05	6	7,79	7,29	3	1,5	1,5	200	8,5	5,5	1	0,74	0,74
2 Uso Agrícola	TRAMO B: RO-05 / RO-04	QG-01	5	7,13	8,74	20	1,5	1,8	200	5	6	2	0,74	0,77
		SO-01	5	0,17	0,13	20	190	134	200	300	156	2	93,7	39,3
		RO-O-2PA	5	3,7	5,05	20	41	41	200	84	54	2	7,23	10,6
		LT-01	5	6,48	6,69	20	6	6,3	200	19	13	2	4,42	3,87
		RO-04	5	4,39	2,09	20	18	11	200	56	22	2	5,71	7,23
	TRAMO C: RO-04 / RO-O-4H	RO-O-4N	5	5,9	6,44	20	7	13	200	25	22	2	2,22	3,14
		RO-O-4H	5	6,91	7,1	20	15,3	5.3	200	50	16	2	3,68	2,44
5 Uso Estético	TRAMO D: RO-O-4H / RO-2PB	RO-4A	5	6,8	6,75	20	18	6,8	200	148	22	2	3,75	2,05
		RF-1A	2	2,09	5	30	41	84	200	46	328	-	-	21,4
		LI-01	3	5,75	5,13	50	60	140	200	108	100	-	-	24,1
		RO-O-2PB	3	2,44	5,62	50	23	44	200	352	412	-	-	8,46
	TRAMO E: RO-2PB / RO-01	RO-O-2A	3	2,45	5	50	22	37	200	152	516	-	-	6,73
		RO-01	3	3,86	4,93	50	57	23	200	90	216	-	-	6,49

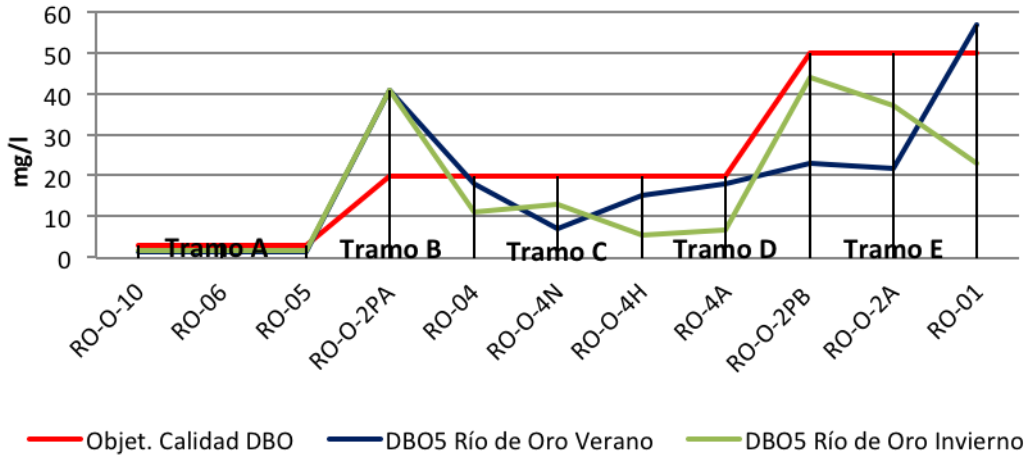
Gráfica 45 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados O.D. en Río de Oro



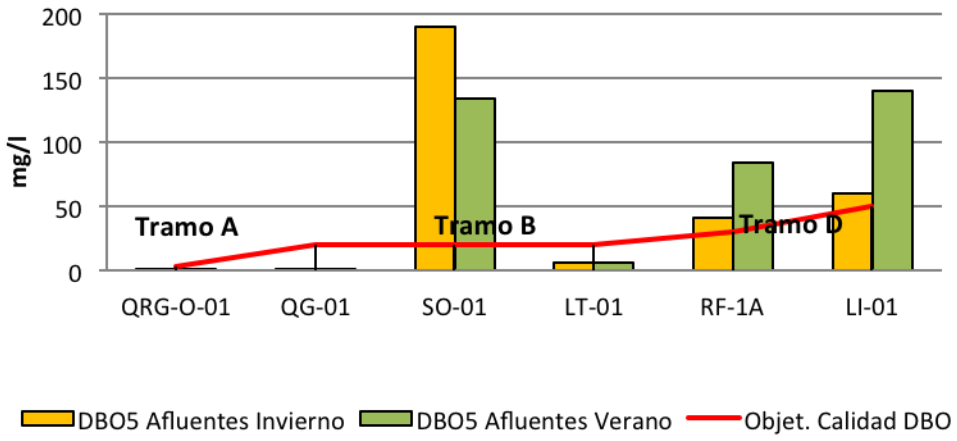
Gráfica 46 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados O.D. Afluentes Río de Oro



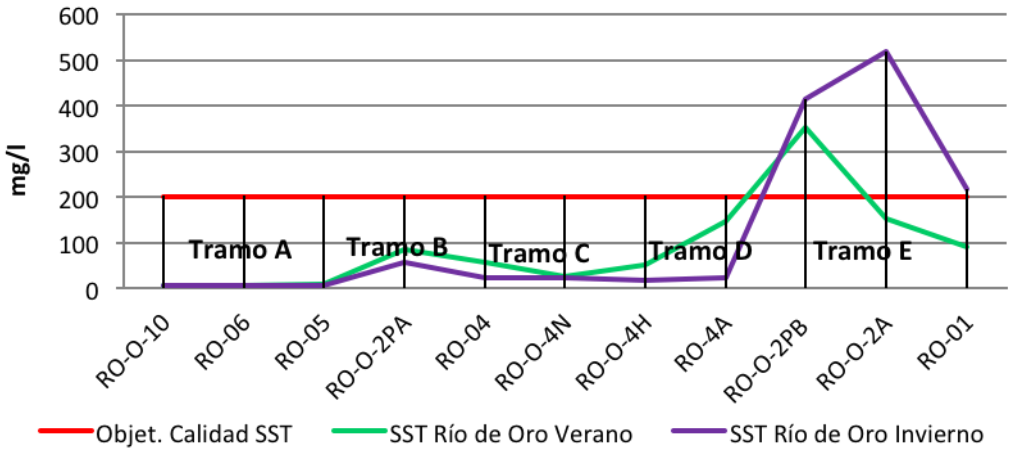
Gráfica 47 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados DBO_5 Río de Oro



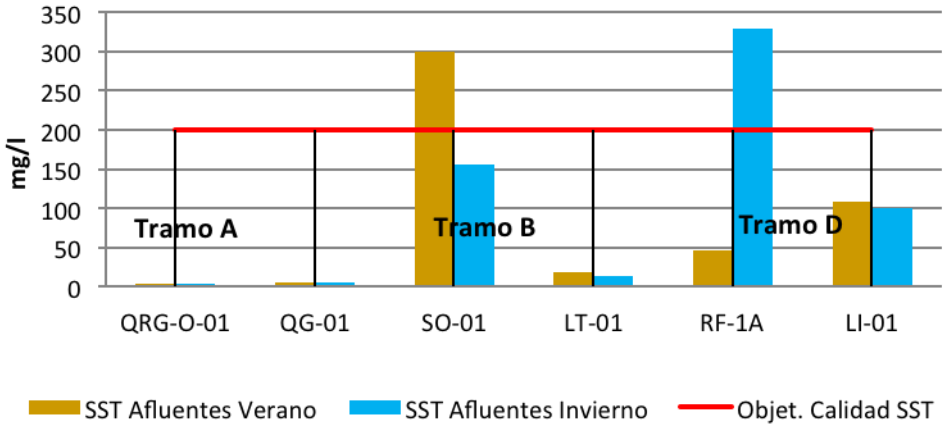
Gráfica 48 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados DBO_5 Afluentes Río de Oro



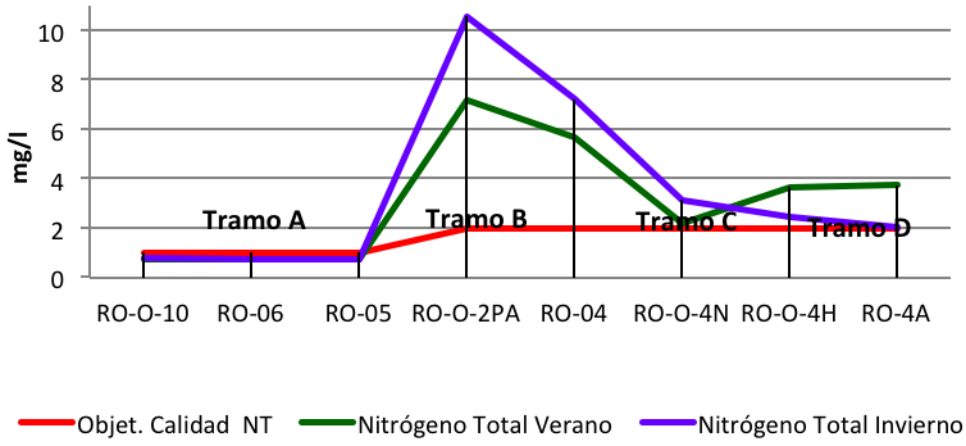
Gráfica 49 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados SST Río de Oro



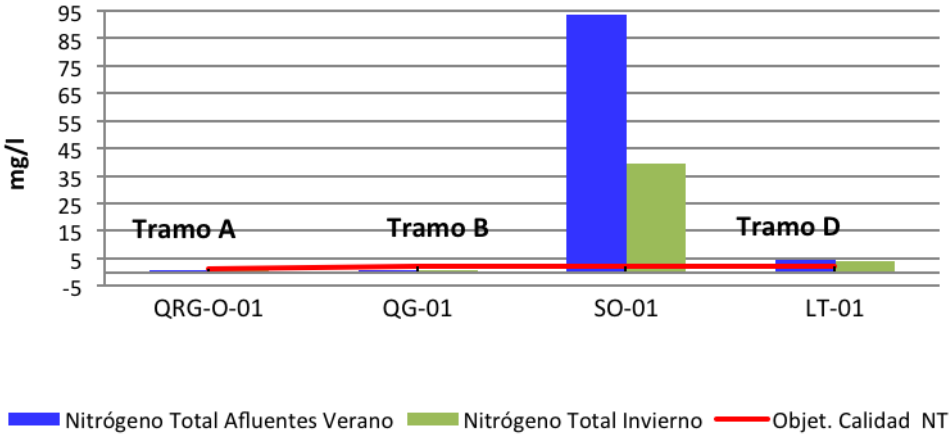
Gráfica 50 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados SST Afluentes Río de Oro



Gráfica 51 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados Nitrógeno Total Río de Oro



Gráfica 52 Comparativo Objetivos de Calidad y Resultados Nitrógeno Total Afluentes Río de Oro



En las gráficas se evidencia que para el Objetivo de Calidad del Tramo A del Acuerdo 1075 de 2006, los resultados obtenidos en los monitoreos no sobrepasan el rango límite máximo tanto en Oxígeno disuelto, DBO_5, Nitritos, Nitratos ni Sólidos Suspendidos Totales, para los puntos RO-O-10, RO-06, RO-05, demostrando que para este tramo si se cumple lo estipulado en dicho acuerdo.

Para el Tramo B del Acuerdo 1075 de 2006, los resultados obtenidos en el primer monitoreo sobrepasan el rango límite máximo tanto en DBO_5, Nitrógeno Total y Sólidos Suspendidos Totales, para los puntos RO-O-2PA, RO-04, demostrando que para este tramo no se cumple del todo lo estipulado en dicho acuerdo.

Como se evidencia también la quebrada Soratoque y Río Frío para algunos tramos no cumple, lo que induce a replantear los objetivos de calidad en este tramo.

3.2.8.5 Estudio Hidrobiológico. Análisis de los paramentos hidrobiológicos. Con el fin de levantar una línea base e identificar el estado ecológico de las corrientes se deberá realizar el muestreo de macroinvertebrados y perifiton, en el eje principal del rio De Oro, y sus tributarios, en sitios coincidentes con la medición de variables fisicoquímicas y de caudal, en las que se definan composición, riqueza, diversidad que busquen dar una visión integral del estado ecológico de la corriente.

3.2.8.5.1. Macroinvertebrados Bénticos

3.2.8.5.1.1 Recolección en campo. Para la toma de las muestras se realizará un método semicuantitativo basado en el arrastre de material por medio de una red triangular en un transepto de 100 m en el sitio de muestreo, adicionalmente, se seleccionaran en cada una de las estaciones sustratos apropiados para el establecimiento de los macroinvertebrados bénticos los cuales serán colectados por método manual usando una red Surber en un rango de tiempo de 40 minutos. Colocada la red se procederá a remover el fondo incluyendo piedras que se encuentren dentro del área determinada, las colectas serán depositadas en recipientes plásticos preservándolos con alcohol al 70%.

La colecta de macroinvertebrados se realizó según el método "KickSampling" (Laasonen *et al.*, 1998) complementado con otras artes de captura (muestreador, D-net y manual). Las primeras muestras recogidas correspondieron a las especies de mayor movimiento que viven en la superficie y que tratan de desplazarse rápidamente y podrían pasar desapercibidos. El muestreo se inició aguas abajo del área de trabajo con el fin de evitar re-suspensión de lodo en los sitios que no han sido muestreados y minimizar la reacción de los macroinvertebrados ante las vibraciones.

El sitio de monitoreo fue explorado cuidadosamente, cubriendo todos los hábitats presentes: sustrato de fondo (arena, piedras, lodo, restos de vegetación); plantas acuáticas (flotantes, emergentes y sumergidas); raíces de árboles, etc. Para obtener resultados comparables, el esfuerzo de muestreo comprendió un área de 20 m², durante un lapso de tiempo de 60 minutos.

Posteriormente el muestreo continuó con la remoción o levantamiento de los sustratos previamente seleccionados, así mismo, se utilizó la red, pinzas, pipetas Pasteur, pinceles, para la captura de las especies, dependiendo de los hábitats con el único objetivo de prevenir la alteración física de las muestras. Los especímenes se preservaron en solución Transeau en recipientes plásticos transparentes rotulados para su posterior separación e identificación.

El muestreo fue intensivo (15 horas/hombre totales por punto de muestreo) con el fin de asegurar que se capturaran el mayor número de especies en cada estación monitoreada.

La toma de muestras en campos debe estar acompañada por una descripción del sitio que incluya el tipo de sustratos presente, caudal y velocidad de la corriente, profundidad y entrada de luz hacia el cuerpo de agua, así como la notable presencia de aspectos de la calidad del agua, como olor, color, apariencia de alta o baja descomposición de materia orgánica.

Anexo 25. Fichas trabajo de campo

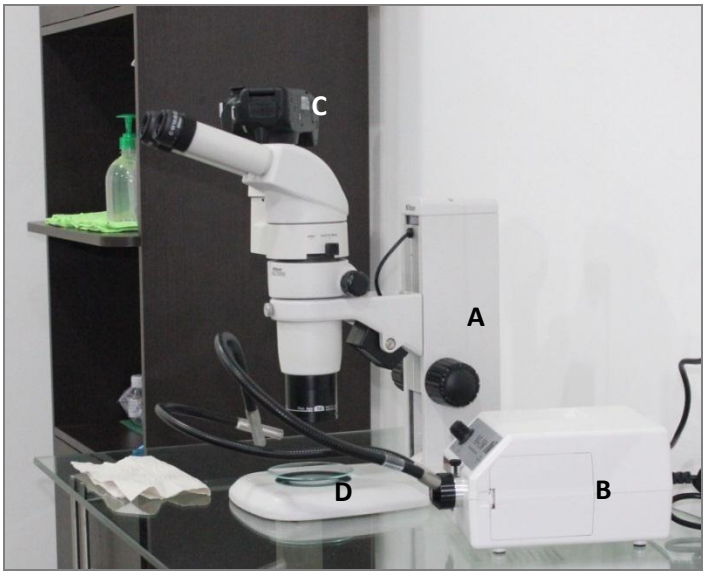
3.2.8.5.1.2 Trabajo de Laboratorio. El material recolectado en campo preservado en alcohol antiséptico y transportado en frascos plásticos al laboratorio será identificado por medio de un estéreomicroscopio y claves taxonómicas especializadas.

Para la identificación y cuantificación en laboratorio de las muestras de macroinvertebrados, se utilizaron los siguientes equipos (Fotografía 45)

- Microscopio de Zoom Estereoscópico Marca Nikon Referencia SMZ1000 (Fotografía 45, A).
- Lámpara de Alta Luminosidad Marca Nikon Referencia NI-150 (Fotografía 45, B).
- Cámara Fotográfica Digital de Alta Resolución Marca Nikon Referencia D5100 (Fotografía 45, C).

- Vidrios reloj para montaje de la muestra sobre el objetivo del equipo (Fotografía 45, D).

Fotografía 45. Montaje en laboratorio de los equipos utilizados (Macroinvertebrados)



Las muestras de macroinvertebrados, fueron separadas e identificadas hasta el nivel de familia, utilizando claves taxonómicas y guías de campo de Roldán (2003), Merrit & Cummins (1996), Roldán (1988), McCafferty (1996) y Fernández & Domínguez (2001). Posteriormente los organismos fueron etiquetado y almacenado en viales con solución Transeau, para su posterior envío a una colección de referencia.

A continuación se presentan los listados de las familias de macroinvertebrados identificadas en la primera jornada de monitoreo (Septiembre de 2013, cuadro 145) y en la segunda jornada de monitoreo (Octubre de 2013, cuadro 146) en los quince (15) puntos de muestreo

Cuadro 145. Familias taxonómicas de macroinvertebrados (Septiembre 2013).

FAMILIAS	
Araneae	Isotomidae
Beatidae	Lampyridae
Blataridae	Leptoceridae
Blepharoceridae	Leptohyphidae
Calopterygidae	Libellulidae
Cantaridae	Lymnaeidae
Ceratopogonidae	Muscidae
Chironomidae	Perlidae
Chrysomelidae	Physidae
Coenagrionidae	Phylopotamidae
Corydalidae	Planariidae
Culicidae	Poduridae
Dolichopodidae	Polycentropodidae

FAMILIAS	
Dryopidae	Polydesmideae
Dytiscidae	Psephenidae
Elmidae	Psychodidae
Ephydridae	Ptilodactylidae
Glossiphoniidae	Scirtidae
Glossosomatidae	Simulidae
Guerridae	Staphylinidae
Helicopchisidae	Styloniscidae
Hydracarinae	Syrphydae
Hydrobiosidae	Tipulidae
Hydrophilidae	Tubificidae
Hydropsychidae	Veliidae
Hydroptilidae	

Cuadro 146. Familias taxonómicas de macroinvertebrados (Octubre 2013).

FAMILIAS	
Ancylidae	Isotomidae
Araneae	Lampyridae
Athericidae	Leptoceridae
Baetidae	Leptohyphidae
Belastomatidae	Libellulidae
Blataridae	Lutrochidae
Blepharoceridae	Lymnaeidae
Calopterygidae	Muscidae
Ceratopogonidae	Odontoceridae
Chironomidae	Perlidae
Chrysomelidae	Physidae
Coenagrionidae	Phylopotamidae
Corydalidae	Planariidae
Curculionidae	Planorbidae
Dryopidae	Poduridae
Dytiscidae	Polycentropodidae
Elmidae	Polydesmideae
Ephydridae	Psephenidae
Empididae	Psychodidae
Glossiphoniidae	Ptilodactylidae
Glossosomatidae	Scirtidae
Guerridae	Simulidae
Gyrinidae	Staphylinidae
Helicopchisidae	Syrphydae
Hydracarinae	Tabanidae
Hydrobiosidae	Thiaridae
Hydrophilidae	Tipulidae
Hydropsychidae	Tubificidae
Hydroptilidae	Veliidae

El conteo de individuos colectados por familia para cada una de las jornadas de monitoreo se registra en el Anexo 26, detallando el número de individuos por familia en cada punto de muestreo.

Anexo 26. Abundancias Familias Macroinvertebrados.

3.2.8.5.2 Algas Perifíticas

3.2.8.5.2.1 ***Recolección en campo.*** Para efectuar la toma de muestras perifíticas en cada uno de los puntos de muestreo sugeridos, se realizará la remoción por medio de cepillos plásticos del material adherido a sustratos (piedras, troncos, hojarasca) inmersos en el lecho de la corriente, como unidad de área se utilizará un cuadrante de 8 cm^2, el cual será utilizado 30 veces al azar en cada punto de muestreo, obteniendo un área total de 240 cm^2 de raspado por estación. Posteriormente la muestra colectada será fijada con una solución de lugol al 10% (0.5 ml por cada 100 ml de muestra) y será transportada al laboratorio en envases plásticos opacos debidamente rotulados.

Las muestras de perifiton se tomaron por medio de la técnica de raspado de superficies, utilizando cepillos en los diferentes sustratos naturales epifítico (vegetal) y epilítico (roca) elegidos al azar en la orilla y centro de la fuente hídrica. En total se realizaron 20 raspados (usando como referencia cuadrantes de 8 cm^2), en cada punto de muestreo, obteniendo un área total de 240 cm^2 de raspado por estación. La técnica de colecta en campo se estandarizó acorde a lo propuesto por Barbour *et al.* (1999), siguiendo el protocolo de toma y preservación para muestras multihabitat de algas bénticas (perifiton). El material encontrado se depositó en recipientes oscuros, ámbar, donde se fijó con solución Transeau y posteriormente fueron rotulados para su identificación y recuento microscópico. El muestreo fue intensivo (15 horas/hombre totales por punto de muestreo) con el fin de asegurar que se capturaran el mayor número de especies en cada estación monitoreada (Anexo 25).

La toma de muestras en campos debe estar acompañada por una descripción del sitio que incluya el tipo de sustratos presente, caudal y velocidad de la corriente, profundidad y entrada de luz hacia el cuerpo de agua, así como la notable presencia de aspectos de la calidad del agua, como olor, color, apariencia de alta o baja descomposición de materia orgánica.

Anexo 25 Fichas trabajo de campo

3.2.8.5.2.2 **Trabajo de Laboratorio.** Para la observación de las muestras perifíticas se utilizará un microscopio invertido Leica DMIN, provisto de una reglilla ocular y para el montaje de la muestra se utilizará la cámara de conteo Sedgwick-Rafter de 1ml de capacidad, la cual es necesaria para efectuar comparaciones entre análisis cuantitativos (Wetzel&Likens, 1990). Para efectuar el conteo de algas perifíticas en la cámara se seleccionarán 30 campos de observación siguiendo un sistema de muestreo al azar (Uehlinger, 1964), el método debe ser validado por una curva de rarefacción con el fin de verificar si el conteo cumple la asíntota o estabilidad en la cuantificación del tope de especies. El conteo al microscopio se realizará con una magnificación total de 400X y la determinación taxonómica de las algas perifíticas se realizarán como mínimo hasta la categoría taxonómica de género. La determinación se apoyará en guías taxonómicas especializadas.

Para la identificación y cuantificación en laboratorio de las muestras de perifiton, se utilizaron los siguientes equipos (Fotografía 46):

- Microscopio Marca Nikon Referencia Eclipse Ci (Fotografía 46, A).

- Cámara Fotográfica Digital de Alta Resolución Marca Nikon Referencia D5100 (Fotografía 46, B).
- Celda de Conteo Sedgewick-Rafter en Bronce con Cuadrícula (Fotografía 46, C).
- Portaobjetos y Cubreobjetos (Fotografía 46, D).

Fotografía 46. Montaje en laboratorio de los equipos utilizados (Perifiton).



Las muestras fueron cuantificadas utilizando la cámara de conteo Sedgewick-Rafter (1mL de capacidad) graduada con un retículo de 1 mm que subdivide el volumen de la celda en 1000 µl, la cual es necesaria para efectuar comparaciones entre análisis cuantitativos (Wetzel & Likens, 2000). El conteo se realizó acorde a la sección 10300 C para análisis de muestras de perifiton, según lo propuesto por Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WPCF, 1999). La determinación de las algas perifíticas se realizó hasta la categoría taxonómica de género. Con el fin de acoplar los resultados obtenidos con el Índice de Calidad Ecológica (ICE), entre los componentes del análisis hidrobiológico, se unificó el nivel taxonómico hasta familia. El análisis y trabajo de laboratorio se apoyó en guías taxonómicas especializadas de Needham & Needham (1978), AWWA (2010) y Bellinger & Sigee (2010), ver Anexo 27.

Anexo 27 Fichas Análisis Perifiton

A continuación se presentan los listados de las familias de microalgas perifíticas identificadas en la primera jornada de monitoreo (Septiembre de 2013, Cuadro 147) y en la segunda jornada de monitoreo (Octubre de 2013, Cuadro 148) en los quince (15) puntos de muestreo.

Cuadro 147. Géneros y sus correspondientes familias taxonómicas de microalgas perifíticas (Septiembre 2013).

GÉNEROS	FAMILIAS
Ulothrix sp	Ulotrichaceae

GÉNEROS	FAMILIAS
Anabaena sp	Nostocaceae
Melosira sp	Melosiraceae
Gomphonema sp	Gomphonemataceae
Navicula sp	Naviculaceae
Cymbella sp	Cymbellaceae
Nitzschia sp	Bacillariaceae
Neidium sp	Neidiaceae
Synedra sp	Fragilariaceae
Chaetophora sp	Chaetophoraceae
Microspora sp	Microsporaceae
Zygnema sp	Zygnemataceae
Oscillatoria sp	Oscillatoriaceae
Spirogyra sp	Zygnemataceae
Spirulina sp	Pseudanabaenaceae
Diatoma sp	Fragilariaceae
Phormidium sp	Phormidiaceae
Cladophora sp	Cladophoraceae
Oedogonium sp	Oedogoniaceae
Lyngbya sp	Oscillatoriaceae
Achnanthes sp	Achnanthaceae
Scenedesmus sp	Scenedesmaceae
Tabellaria sp	Tabellariaceae
Cosmarium sp	Desmidiaceae
Fragilaria sp	Fragilariaceae
Closterium sp	Closteriaceae
Pediastrum sp	Hydrodictyaceae

Cuadro 148. Géneros y sus correspondientes familias taxonómicas de microalgas perifíticas (Octubre 2013).

GÉNEROS	FAMILIAS
Ulothrix sp	Ulotrichaceae
Oscillatoria sp	Oscillatoriaceae
Melosira sp	Melosiraceae
Gomphonema sp	Gomphonemataceae
Navicula sp	Naviculaceae
Cymbella sp	Cymbellaceae
Meridion sp	Fragilariaceae
Synedra sp	Fragilariaceae
Chaetophora sp	Chaetophoraceae
Eunotia sp	Eunotiaceae
Lyngbya sp	Oscillatoriaceae
Oedogonium sp	Oedogoniaceae
Selenastrum sp	Oocystaceae
Spirogyra sp	Zygnemataceae
Hydrodictyon sp	Hydrodictyaceae
Diatoma sp	Fragilariaceae
Gyrosigma sp	Pleurosigmataceae

GÉNEROS	FAMILIAS
Closterium sp	Closteriaceae
Phormidium sp	Phormidiaceae
Pandorina sp	Volvocaceae
Microspora sp	Microsporaceae
Stigeoclonium sp	Chaetophoraceae
Euglena sp	Euglenaceae
Cosmarium sp	Desmidiaceae
Neidium sp	Neidiaceae
Nitzschia sp	Bacillariaceae
Fragilaria sp	Fragilariaceae
Cladophora sp	Cladophoraceae

El conteo de individuos colectados por familia para cada una de las jornadas de monitoreo se registra en los Anexo 28, detallando el número de individuos por familia en cada punto de muestreo.

Anexo 28. Abundancias Familias Perifiton

Para la cuantificación de la densidad por mililitro se aplicará la expresión de Ross (1979) aplicada a las dimensiones de la cámara de Sedgwick-Rafter:

$$\text{Organismos/mililitro} = \frac{(C)\ (1000\ mm^3)}{(L)\ (D)\ (W)\ (S)}$$

C= Número de organismos contados.
L= Longitud del campo de observación. Objetivo utilizado (40X), (mm).
D=Altura del campo de la cámara (mm).
W= Ancho del campo de observación. Objetivo utilizado (40X), (mm).
S= Número de campos contados.

El número de organismos por mililitros fue calculado mediante la expresión anterior y fue asociado al volumen inicial de la muestra de la siguiente forma:

Numero de Organismos = (*org/ml*) * *Vf* (*ml*)

Éste a su vez se relacionó con el área de muestreo considerada en cada sitio de muestreo (240cm^2), con el fin de obtener la densidad mediante la conversión:

Densidad = organismos / área muestreada (cm^2)

Anexo 27 Fichas Análisis Perifiton

3.2.9 (q) Perfil de calidad actual de cada cuerpo de agua. Este se realizó de acuerdo con la información histórica y la recolectada en el monitoreo.

3.2.9.1 (q.a) La evolución temporal de cada variable por estación. Se realizó un consolidado de los parámetros físico-químicos desde 1983 hasta 2013, extraídos de la base de datos de la CDMB, inicialmente se muestra los resultados obtenidos de OD y DBO_5, donde se evidencia la variación de Oxígeno Disuelto en los puntos RO-06 y RO-05 los que se ubican en un rango de 8.5

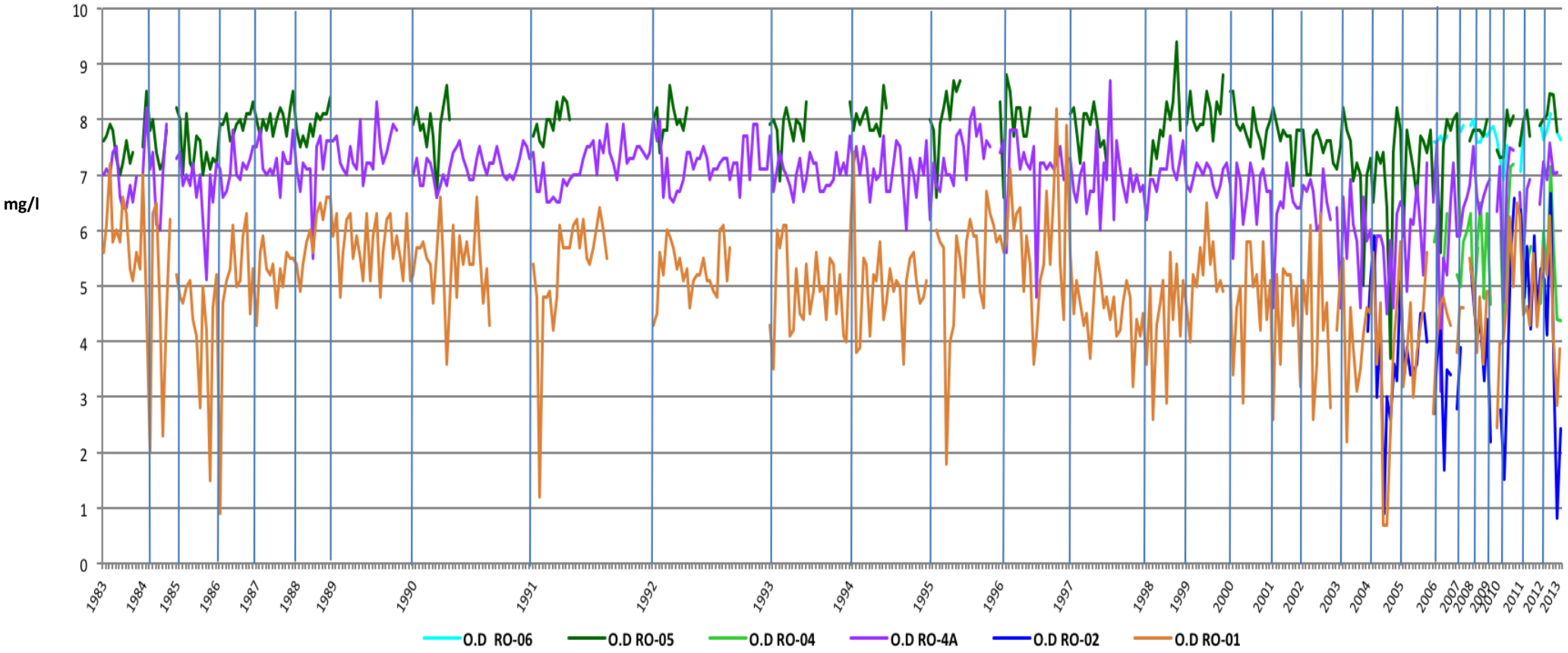
a 7.5 mg/l, los puntos RO-04 y RO-4A, se ubican entre 7.5 a 5 mg/l y RO-02 y RO-01 va de 6.5 a 1.5 mg/l mostrando que la influencia negativa de los cascos urbanos ha sido marcada a través de los años, acentuándose más los últimos años.

Para la DBO_5 la gráfica muestra que en RO-06 y RO-05 este parámetro se ubicó entre 1.3 mg/l en su mayoría y subió hasta 5 mg/l en algunos años, para RO-04 y RO-4A, el promedio está en 5 mg/l, sin embargo hubo en algunos años valores que alcanzaron los 30 a 70 mg/l, para RO-02 y RO-01 la DBO5 se ubicó entre 10 y 70 mg/l en promedio, teniendo unos valores elevados en 1986 cuando se acercó a 168 mg/l.

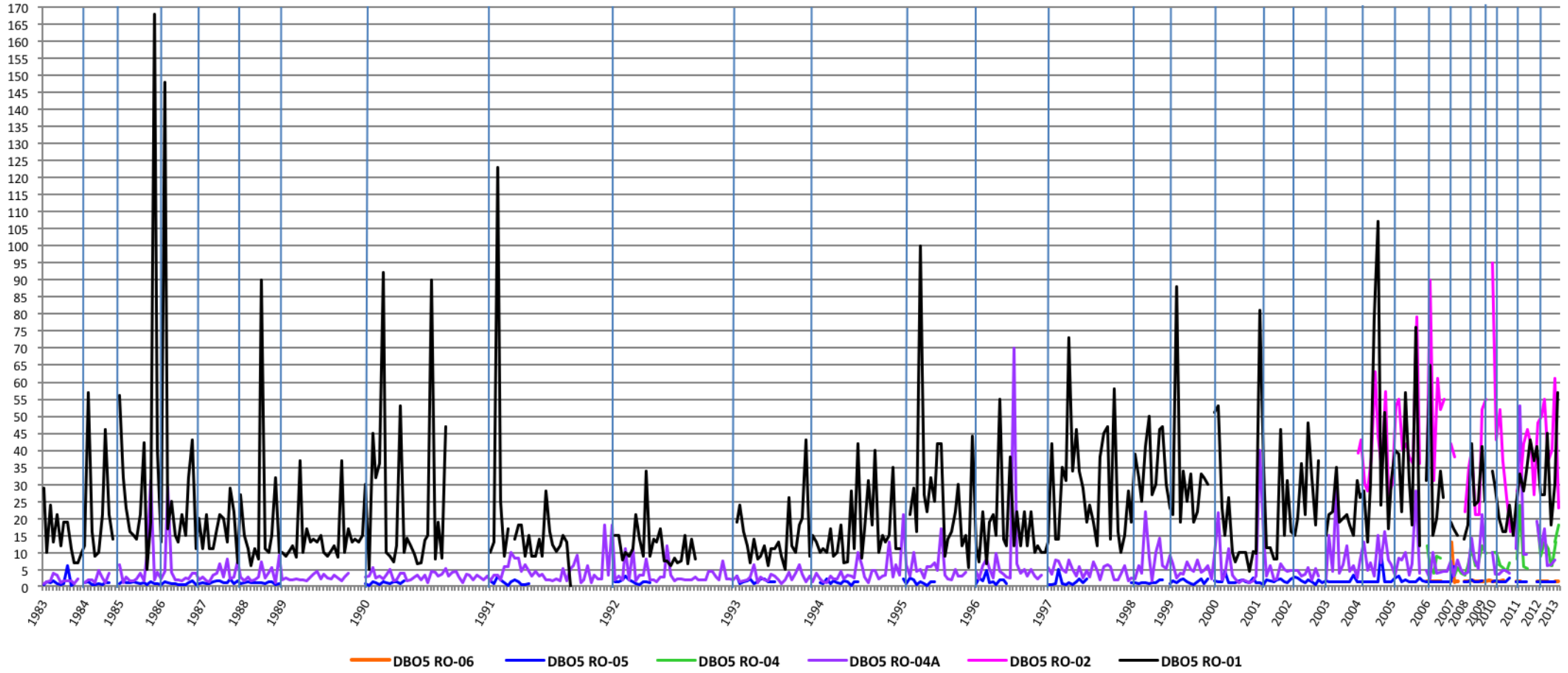
Para los Sólidos suspendidos la gráfica muestra en los puntos RO-06 y RO-05, que el valor oscila entre 0 y 100 mg/l, y presenta este último un máximo de 3470 mg/l en el año 2007, para RO-04 y RO-4A los valores oscilan entre 50 y 2816 mg/l presentando un máximo de 3300 mg/l en el año 2001, para RO-02 y RO-01 en promedio se movieron los valores dentro del rango de 40 y 3512 mg/l, presentando unos valores máximos de 5130 y 8250 mg/l en los años 2000 y 2011, respectivamente, evidenciando la marcada contaminación debida a vertimientos que proliferan en esta zona, así como extracción de arena.

Adicional a los parámetros anteriormente citados se muestra la gráfica de Nitritos a través de los años, para los puntos RO-06 y RO-05 los valores oscilaron entre 0.03 a 0.7 mg/l, en los puntos RO-04 y RO-4A, 0.1 a 2.1 mg/l, y RO-02 y RO-01, 0.08 a 1.6 mg/l, respectivamente. A continuación se exponen las gráficas:

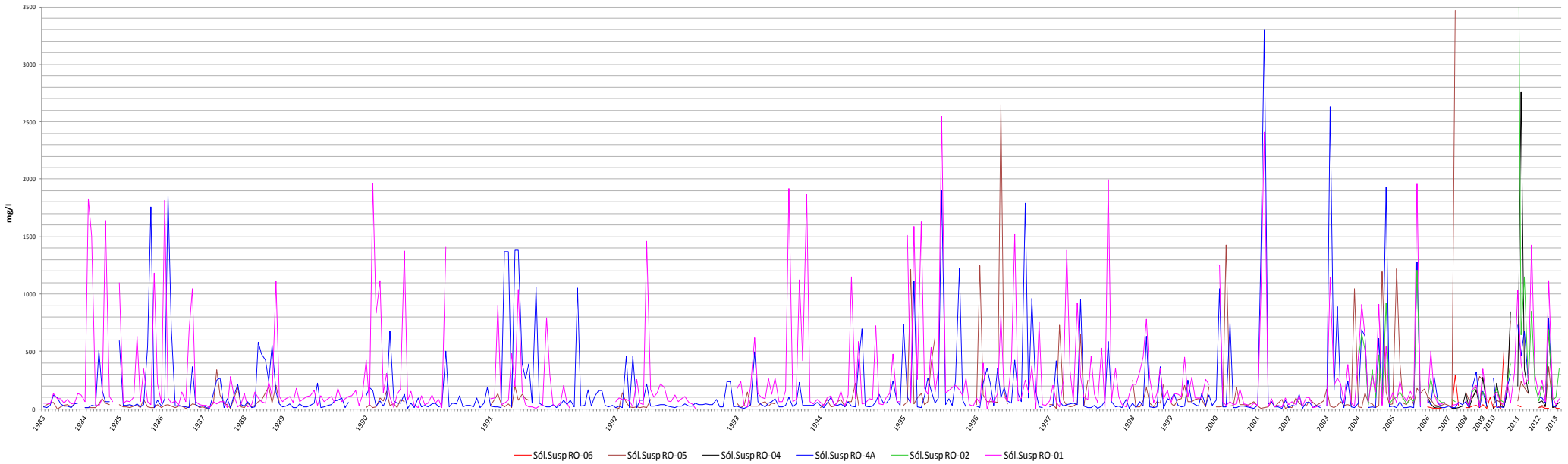
Gráfica 53. Evolución temporal de OD en las estaciones de Río de Oro



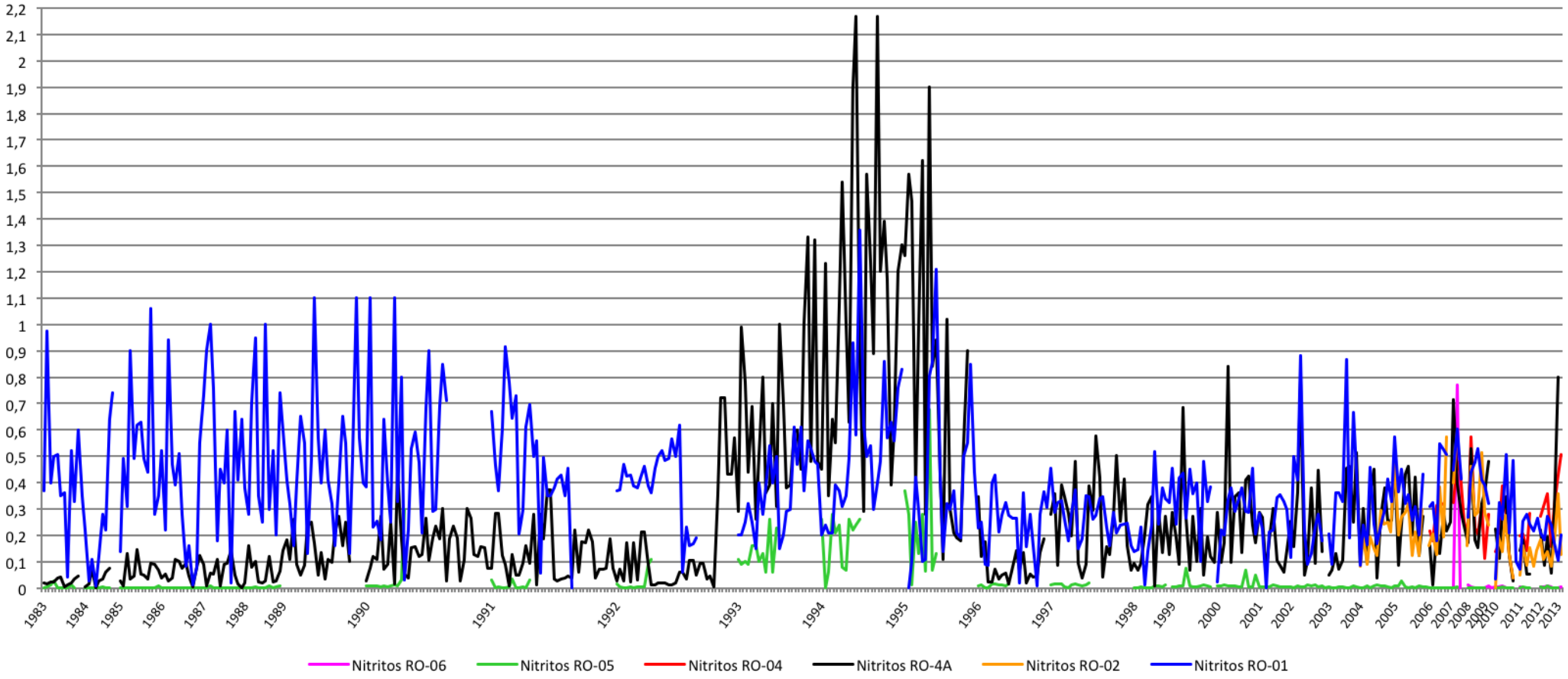
Gráfica 54. Evolución temporal de DBO_5 en las estaciones de Río de Oro.



Gráfica 55. Evolución temporal de Sólidos Suspendidos en las estaciones de Río de Oro

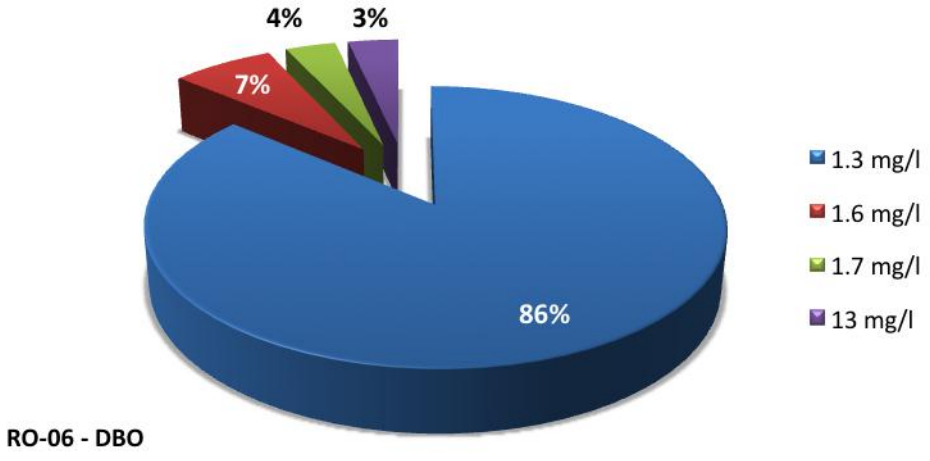


Gráfica 56. Evolución temporal de Nitritos en las estaciones de Río de Oro



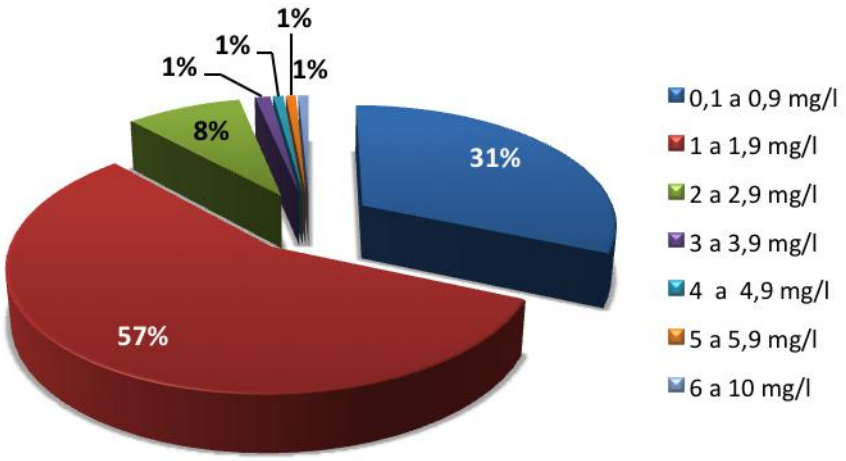
A continuación se presenta el análisis resumen de la información anteriormente graficada:

Gráfica 57. Porcentaje histórico predominante de DBO_5 para RO-06.



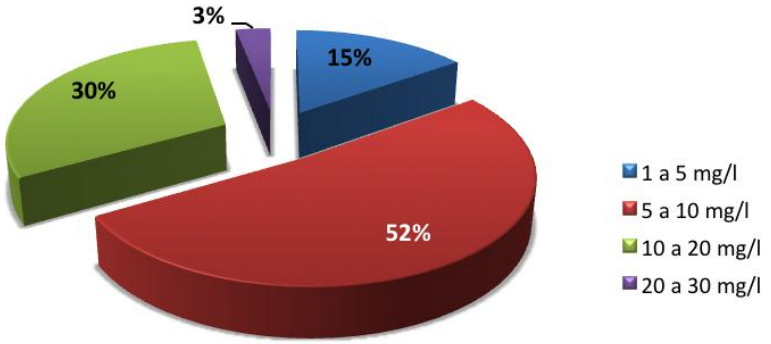
RO-06 - DBO

Gráfica 58. Porcentaje histórico predominante de DBO_5 para RO-05.



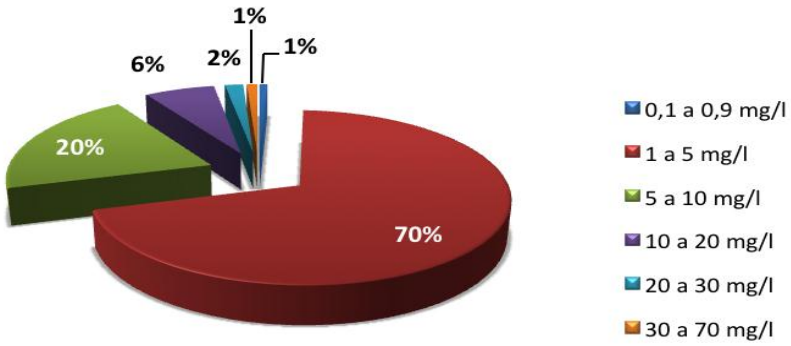
RO-05 - DBO

Gráfica 59. Porcentaje histórico predominante de DBO_5 para RO-04.



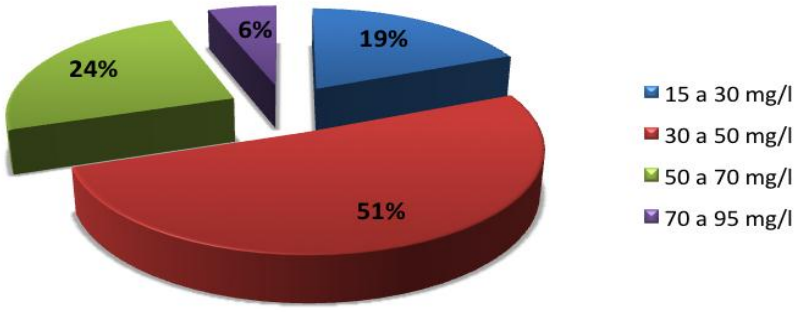
RO-04 - DBO

Gráfica 60. Porcentaje histórico predominante de DBO_5 para RO-4A



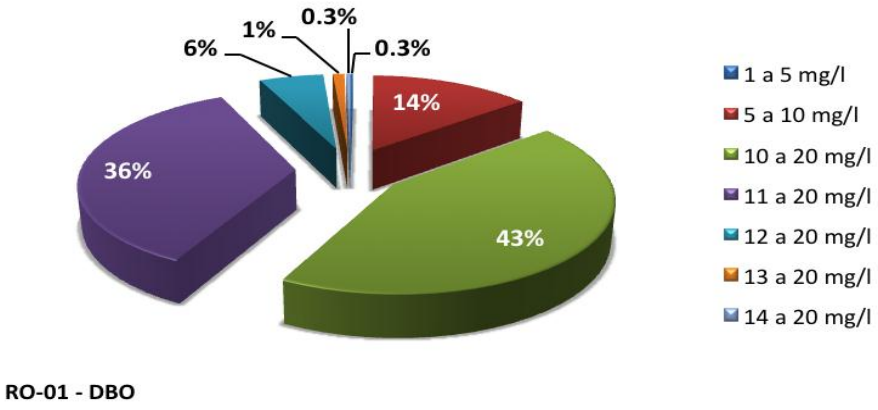
DBO RO-4A

Gráfica 61. Porcentaje histórico predominante de DBO_5 para RO-02



RO-02 - DBO

Gráfica 62. Porcentaje histórico predominante de DBO_5 para RO-01

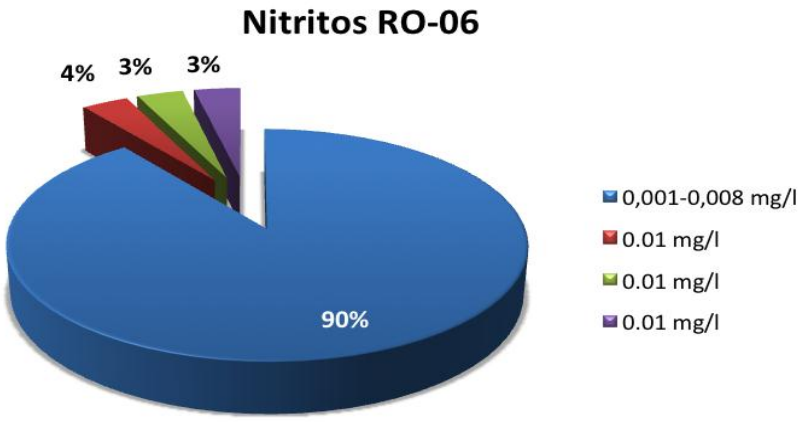


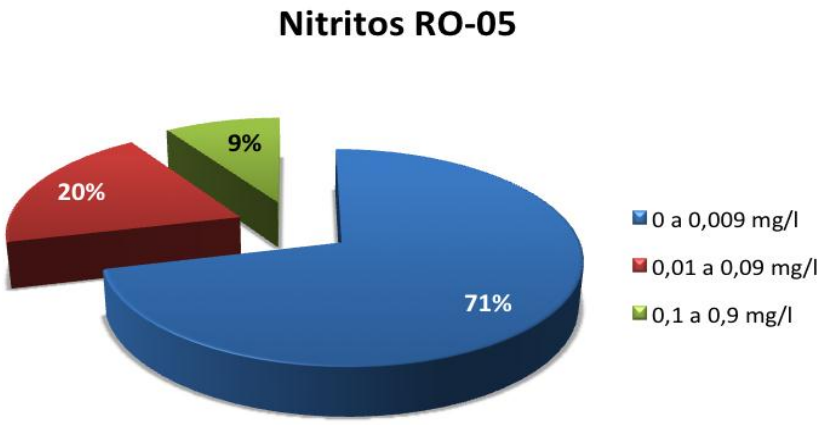
Cuadro 149. Porcentaje histórico predominante de DBO_5 sobre Río de Oro.

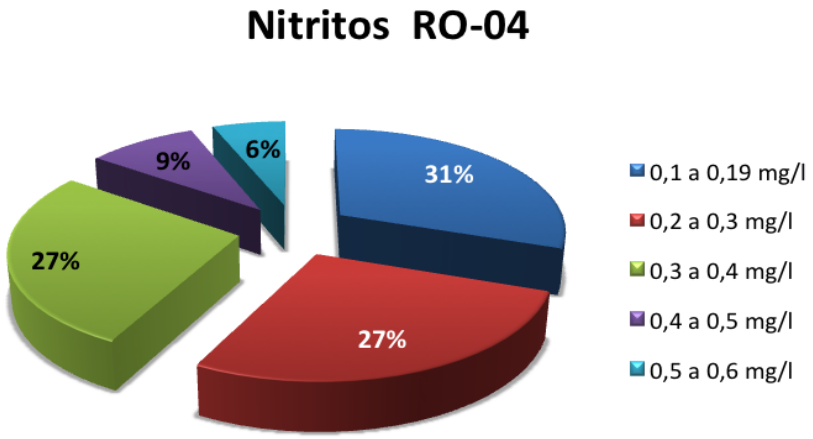
Punto	Rango predominante de DBO_5 (mg/l)	Porcentaje (%)	Años predominantes del rango
RO-06	1.3	86	2001, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013
RO-05	1 a 1.9	57	1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988 y 1990 hasta 2013
RO-04	5 a 10	52	2006, 2007,2008, 2010
RO-4A	1 a 5	70	1983 hasta 2010
RO-02	30 a 50	51	2004 hasta 2012
RO-01	10 a 20	43	1982 hasta 2008 y 2010, 2012

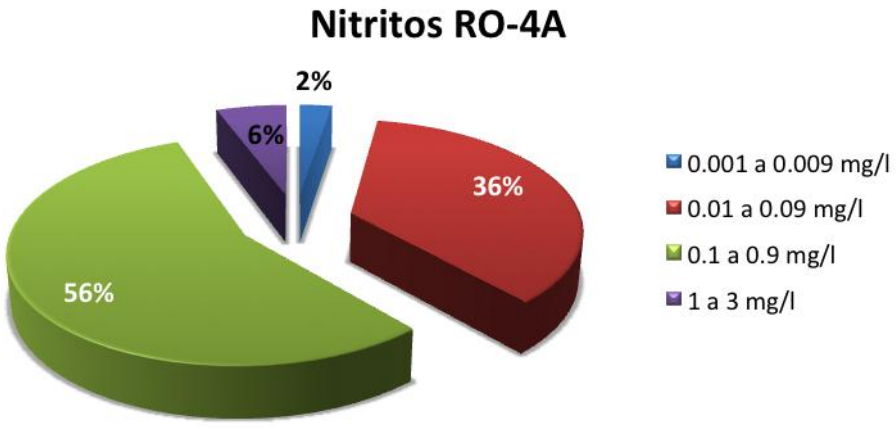
Como se observa en el cuadro y las gráficas anteriores, la prevalencia en concentración de DBO5 es para el punto RO-06 de 1.3 mg/l seguido de 1.6 mg/l, concentraciones que no involucran contaminación alguna, evidenciando el buen estado en el que se encuentra la corriente en este punto. Para RO-05 se ubica en el 1.0 y 1.9 mg/l seguido de 0.1 a 0.9 mg/l, evidenciando que por materia orgánica en este punto no se presenta mayores influencias, en el punto RO-04 se presenta prevalencia de valores de 5 a 10 mg/l seguido de 10 a 20 mg/l, lo que evidencia la influencia marcada de los vertimientos del casco urbano de Piedecuesta el cual ha influido desde el año 2006.

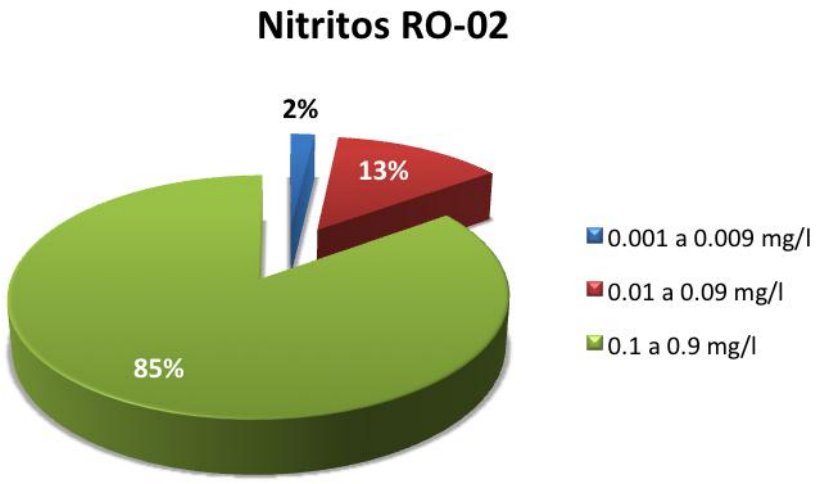
Para RO-4A, el rango oscila entre 1 y 5 mg/l evidenciando, debido al recorrido desde RO-04, la recuperación que tiene en este punto al bajar las concentraciones de DBO5, en RO-02 vuelve a aumentar significativamente las concentraciones debido a las cargas (en donde se involucran aumento de caudales y a su vez concentraciones) que recibe de Río Frío y la Quebrada La Iglesia, sumado a las descargas de los vertimientos de la zona urbana de Girón y Bucaramanga, por último el punto RO-01, se ubica en el rango de 10 a 20 mg/l de DBO5, aunque las concentraciones bajan por el recorrido que tiene desde RO-02, siguen siendo altas por la influencia de las quebradas de la zona de la escarpa de Bucaramanga, que vierten directamente sobre Río de Oro y llevan éstas a su vez las descargas de los colectores de la empresa de alcantarillado, adicionalmente recibe también la influencia de la zona industrial que se sitúa entre estos dos últimos puntos.

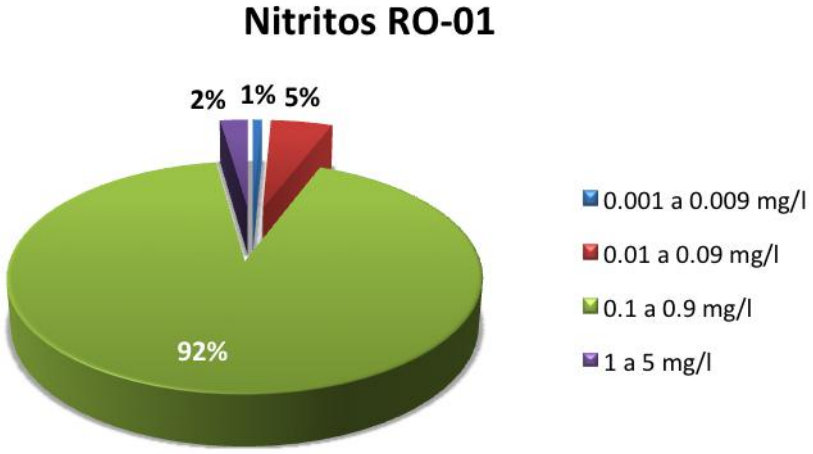

Nitritos RO-06
4%
3%
3%
90%
0,001-0,008 mg/l
0.01 mg/l
0.01 mg/l
0.01 mg/l


Nitritos RO-05
9%
20%
71%
0 a 0,009 mg/l
0,01 a 0,09 mg/l
0,1 a 0,9 mg/l


Nitritos RO-04
9%
6%
31%
27%
27%
0,1 a 0,19 mg/l
0,2 a 0,3 mg/l
0,3 a 0,4 mg/l
0,4 a 0,5 mg/l
0,5 a 0,6 mg/l


Nitritos RO-4A
2%
6%
36%
56%
0.001 a 0.009 mg/l
0.01 a 0.09 mg/l
0.1 a 0.9 mg/l
1 a 3 mg/l

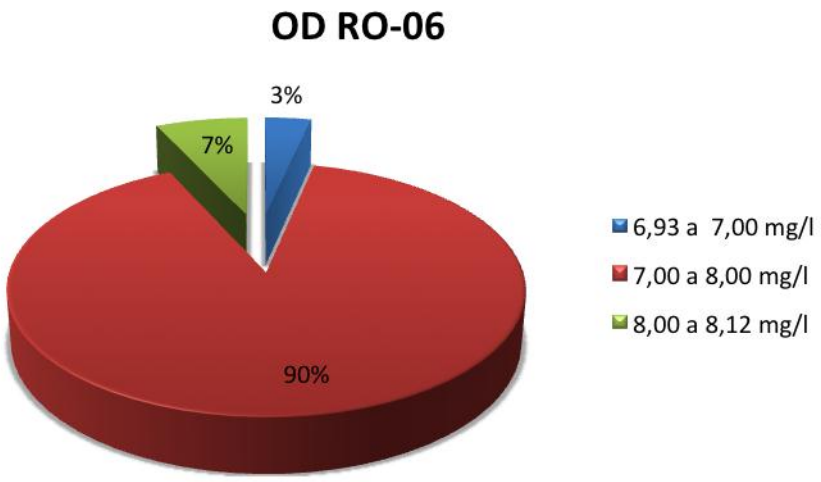

Nitritos RO-02
2%
13%
85%
0.001 a 0.009 mg/l
0.01 a 0.09 mg/l
0.1 a 0.9 mg/l

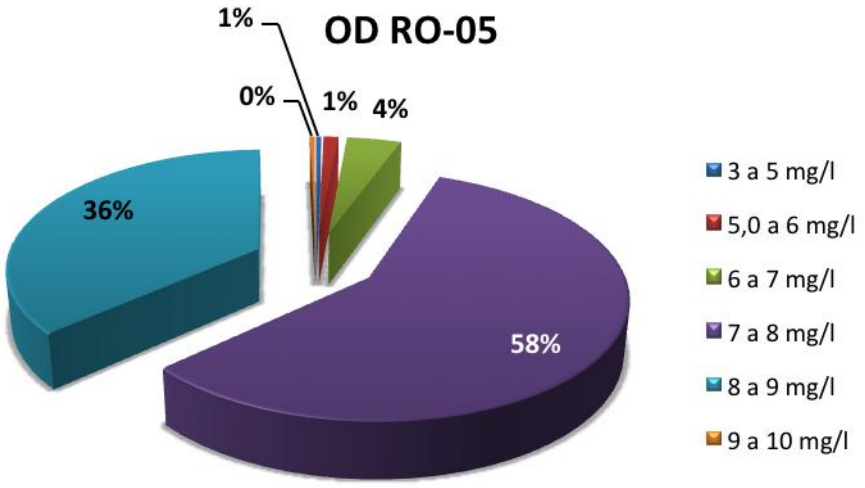

Nitritos RO-01
2%
1%
5%
92%
0.001 a 0.009 mg/l
0.01 a 0.09 mg/l
0.1 a 0.9 mg/l
1 a 5 mg/l

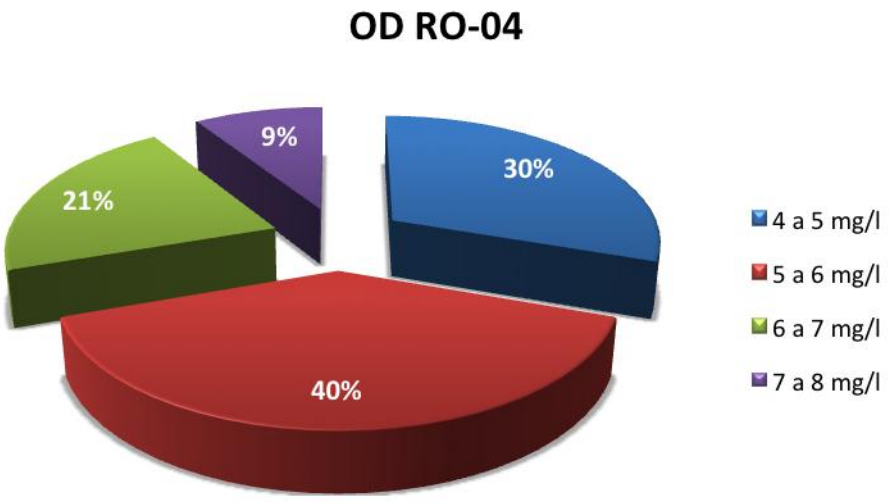
Cuadro 150. Rango predominante de Nitritos.

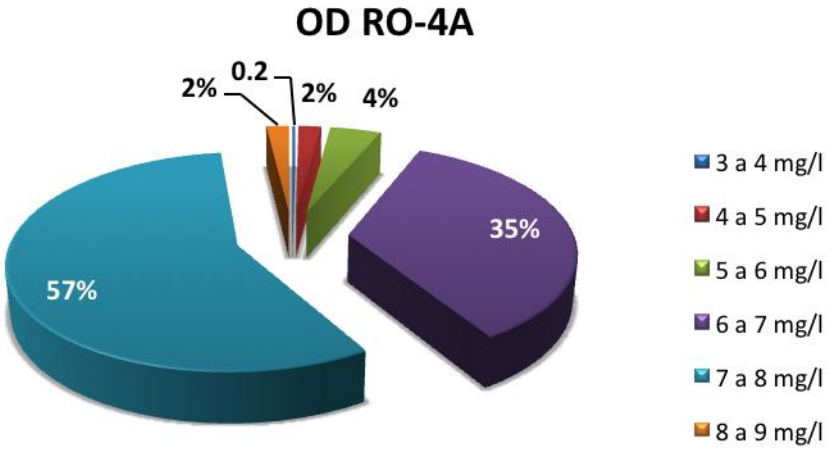
Punto	Rango predominante de Nitritos (mg/l)	Porcentaje (%)	Años predominantes del rango
RO-06	0.001 a 0.008	90	2001, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013
RO-05	0 a 0.009	71	1983 hasta 2002
RO-04	0.1 a 0.2	31	2008, 2010, 2011
RO-4A	0.1 a 0.9	51	1985 hasta 2013
RO-02	0.1 a 0.9	85	2004 hasta 2013
RO-01	0.1 a 0.9	92	1983 hasta 2013

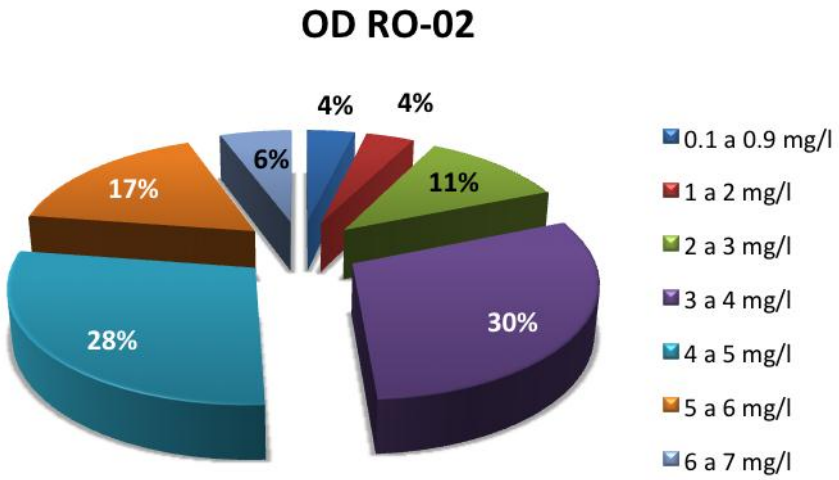
Como se observa en las gráficas los valores con mayor porcentaje, en general, están por debajo de lo admitido por la normatividad, es decir cumplen con el valor máximo que es 1 mg/l, teniendo de base los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico (Decreto 1594 de 1984), sin embargo los puntos RO-4A y RO-01, mostraron valores por encima de 1.0 mg/l aunque en menores porcentajes, de 6 y 2 % respectivamente, estos se deben a la influencia de la zona agrícola en la parte media y la industrial en la parte baja.

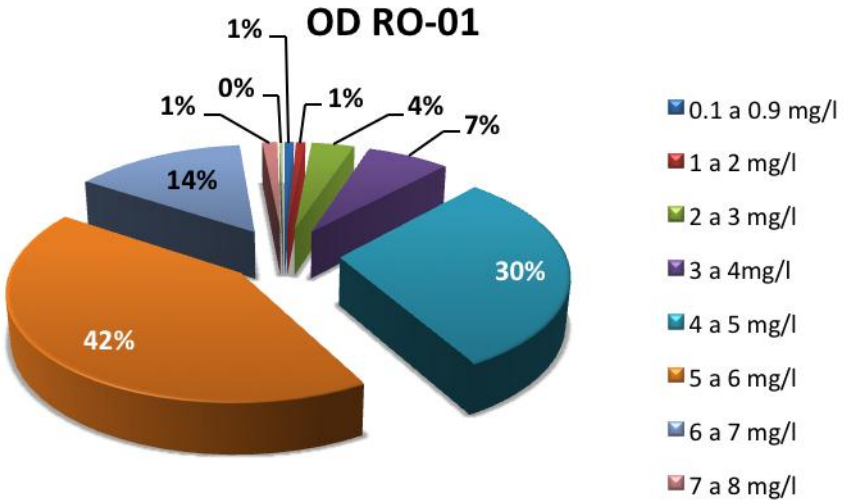



OD RO-05
1%
0%
1%
4%
36%
58%
3 a 5 mg/l
5,0 a 6 mg/l
6 a 7 mg/l
7 a 8 mg/l
8 a 9 mg/l
9 a 10 mg/l


OD RO-04
9%
30%
21%
40%
4 a 5 mg/l
5 a 6 mg/l
6 a 7 mg/l
7 a 8 mg/l


OD RO-4A
2%
0.2
2%
4%
35%
57%
3 a 4 mg/l
4 a 5 mg/l
5 a 6 mg/l
6 a 7 mg/l
7 a 8 mg/l
8 a 9 mg/l





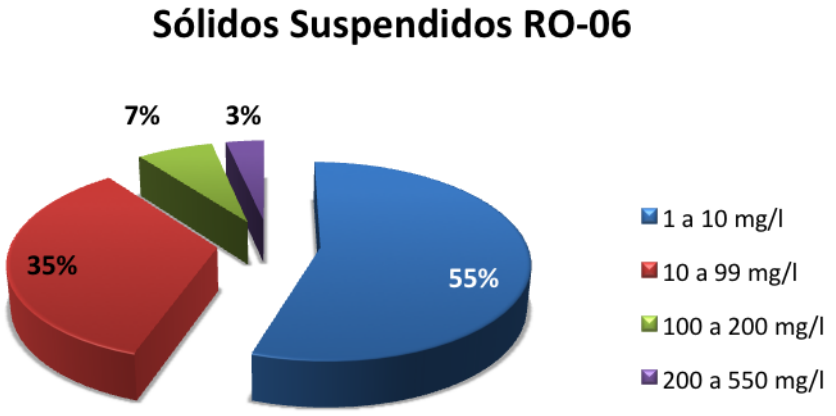
Cuadro 151. Rango predominante de Oxígeno Disuelto.

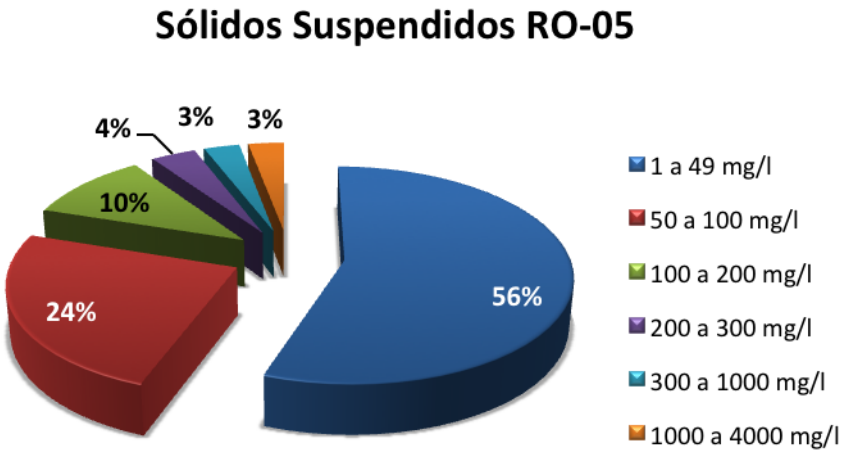
Punto	Rango predominante de O.D. (mg/l)	Porcentaje (%)	Años predominantes del rango
RO-06	7 a 8	90	2001, 2006 hasta 2013
RO-05	7 a 8	58	1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1990 hasta 2006, 2008, 2010, 2011, 2012 y 2013
RO-04	5 a 6	40	2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012
RO-4A	7 a 8	57	1984 hasta 2013
RO-02	3 a 4	30	2004 hasta 2008, 2010, 2012
RO-01	5 a 6	42	1983, 1985 hasta 2005, 2008, 2011, 2012

En las gráficas se evidencia que para los puntos RO-06 y RO-05, los mayores porcentajes se mueven entre 7 y 8 mg/l, aunque para el último punto el porcentaje que le sigue es de 36 % para

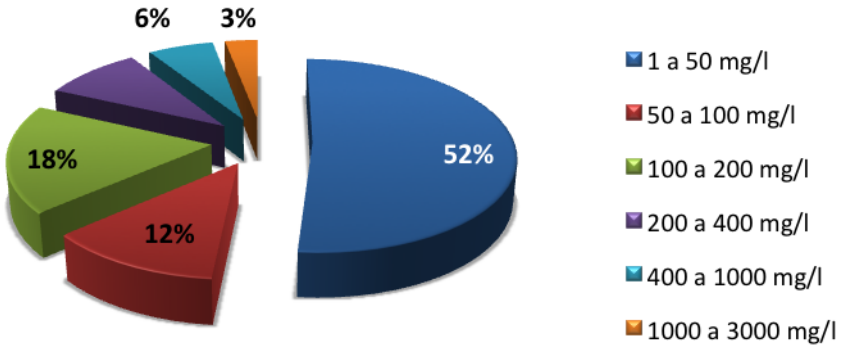
un rango de 3 a 5 mg/l, demostrando que en la parte alta de Río de Oro y debido a la pendiente que presenta esta zona, la oxigenación es constante. Para RO-04, el mayor porcentaje es de 5 a 6 mg/l y el segundo que presenta es de 30% para un rango de 4 a 5 mg/l evidenciando la influencia negativa que ejercen las descargas en este punto que se ubica en la Vereda Palogordo, después de la zona urbana del municipio de Piedecuesta.

Para el punto RO-4A el rango se ubica de 7 a 8 mg/l, y el segundo rango que es del 35% está entre 6 a 7 mg/l, lo que de nuevo evidencia la recuperación natural que el río hace en este punto, debido al gran recorrido que tiene y la poca influencia de descargas significativas que se establecen en este tramo. En RO-02 se evidencia que el mayor rango se ubicó de 3 a 4 mg/l, siendo el mas bajo en comparación a los demás puntos; para RO-01, el mayor porcentaje se ubicó en 5 a 6 mg/l, seguido de 4 a 5 mg/l, lo que evidencia que por naturaleza del río antes de este punto hay una escasa oxigenación que de alguna manera permite mejorar en menor proporción los valores en este punto final en comparación con el anterior, sin embargo no deja de ser preocupante los valores que se han venido presentando a lo largo de estos años, producto de las descargas que han venido deteriorando su condición.

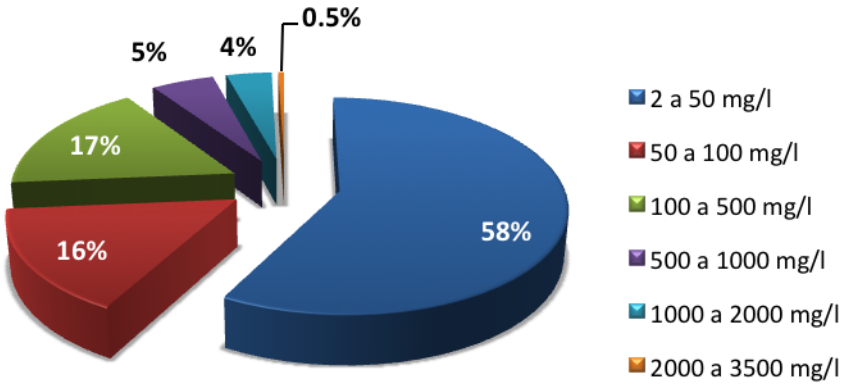




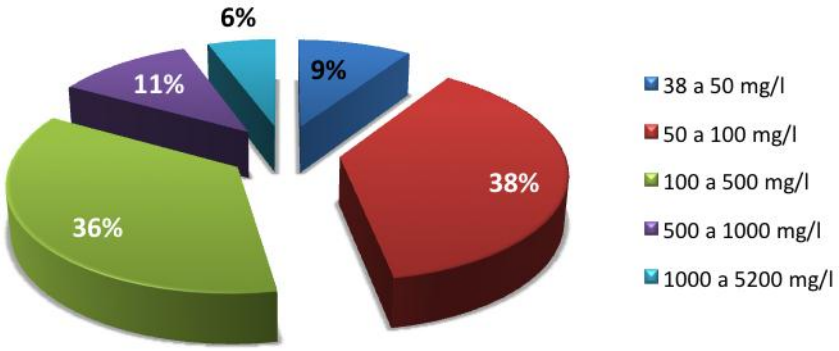
Sólidos Suspendidos RO-04

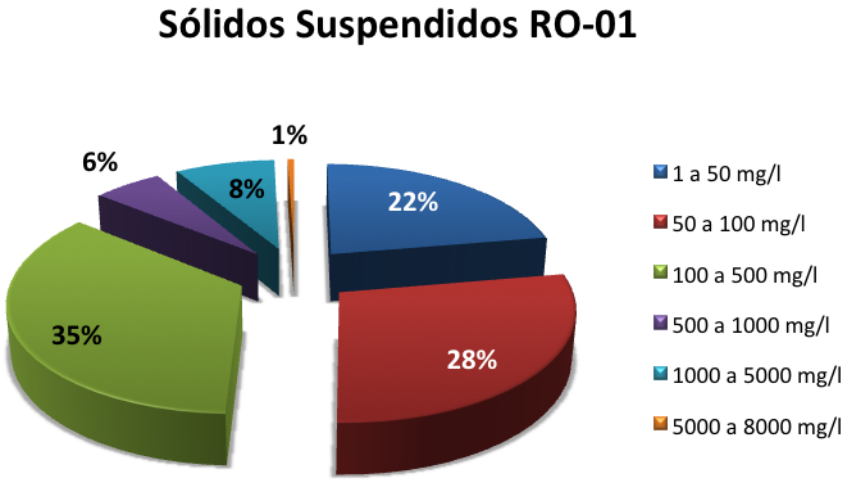


Sólidos Suspendidos RO-4A



Sólidos Suspendidos RO-02





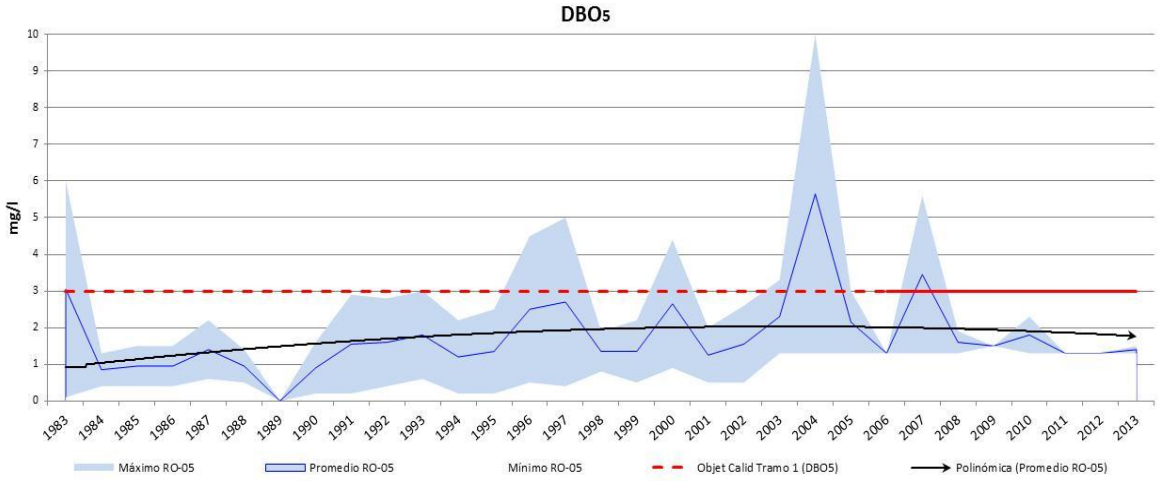
Cuadro 152. Rango predominante de sólidos suspendidos.

Punto	Rango predominante de Sólidos Suspendidos (mg/l)	Porcentaje (%)	Años predominantes del rango
RO-06	1 a 10	55	2001, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013
RO-05	1 a 50	56	1984, 1985, 1986, 1987, 1988, hasta 2001, 2003, 2004, 2006, 2007, 2010, 2012
RO-04	1 a 50	52	2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013
RO-4A	2 a 50	58	1984 hasta 2013
RO-02	50 a 100	38	2004 hasta 2012
RO-01	100 a 500	35	1983 hasta 2012

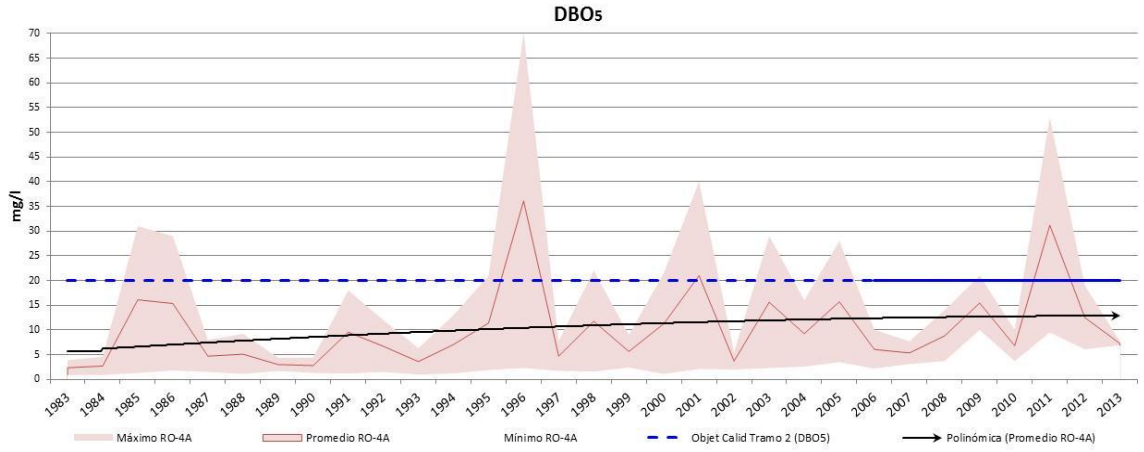
Como se evidencia predomina en los últimos dos puntos la concentración de sólidos suspendidos, sin embargo en los demás puntos aunque existen concentraciones mayores de 100 mg/l, éstas no presentan porcentajes significativos. A continuación se presenta los máximos y mínimos reportados en los últimos años para los parámetros de DBO_5, Nitritos y Nitratos, OD, Colifomes Totales y Fecales y Sólidos suspendidos y se realiza la comparación con los Objetivos de calidad que empezaron a regir desde el año 2006 y el Decreto 1594 de 1984.

A continuación se realiza el comparativo teniendo en cuenta los puntos de cierre de los Tramos establecidos en el Acuerdo 1075 del 2006 (Objetivos de Calidad), los cuales se identifican con RO-05 (Grafica color Azul) para el Tramo 1, RO-4A (Grafica color Marrón) para el Tramo 2 y RO-01 (Grafica color Verde) para el último Tramo sobre Río de Oro.

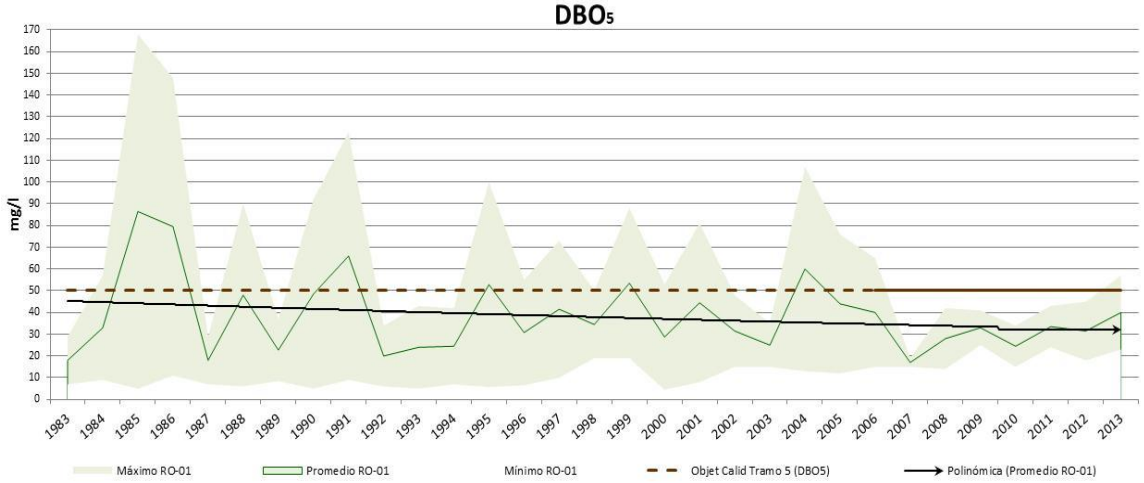
Gráfica 63 Máximos, mínimos y promedio DBO5 punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico)



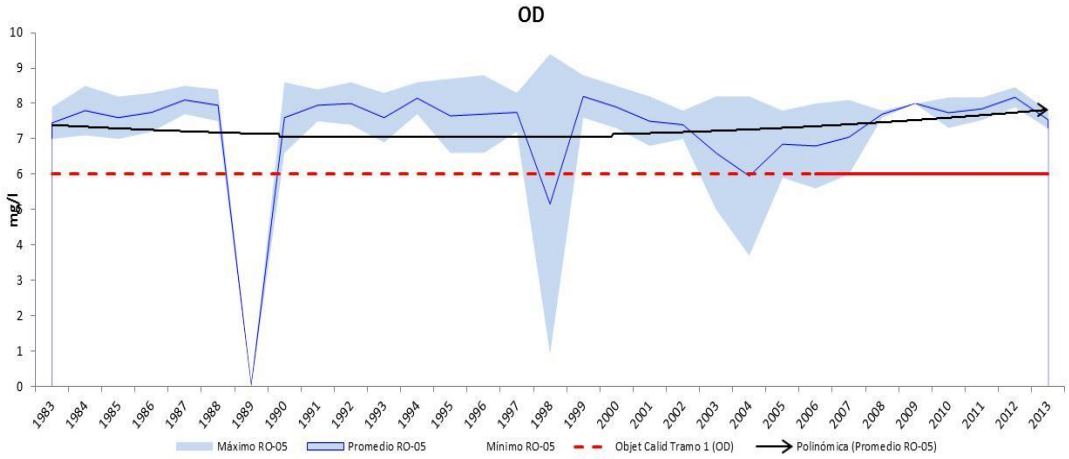
Gráfica 64 Máximos, mínimos y promedio DBO5 punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola)



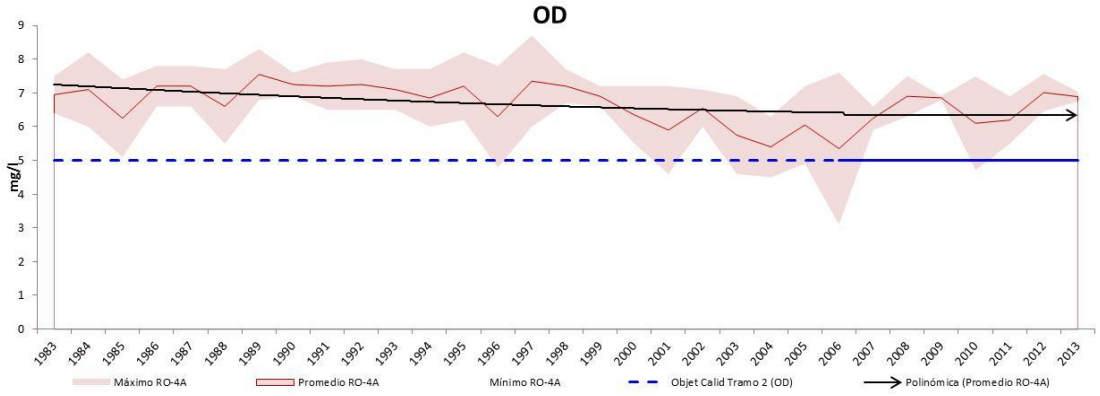
Gráfica 65 Máximos, mínimos y promedio DBO5 punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético)



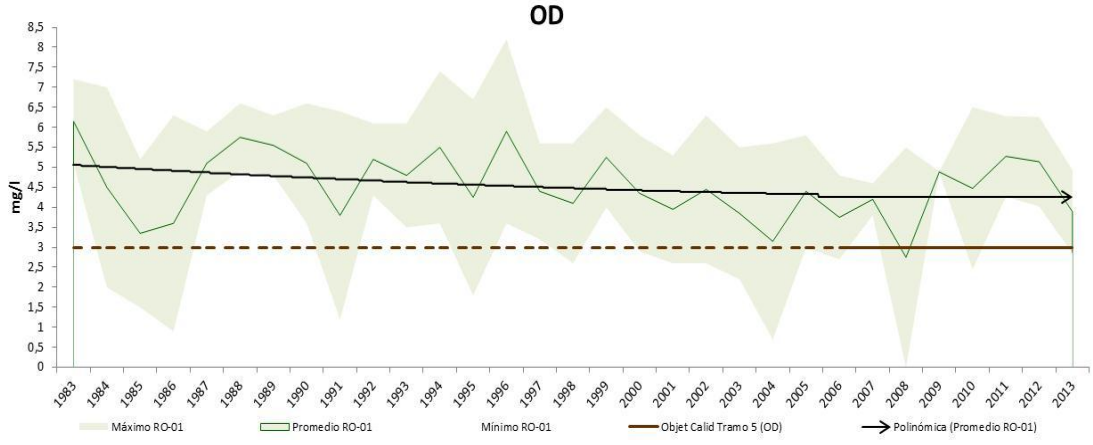
Gráfica 66 Máximos, mínimos y promedio OD punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico)



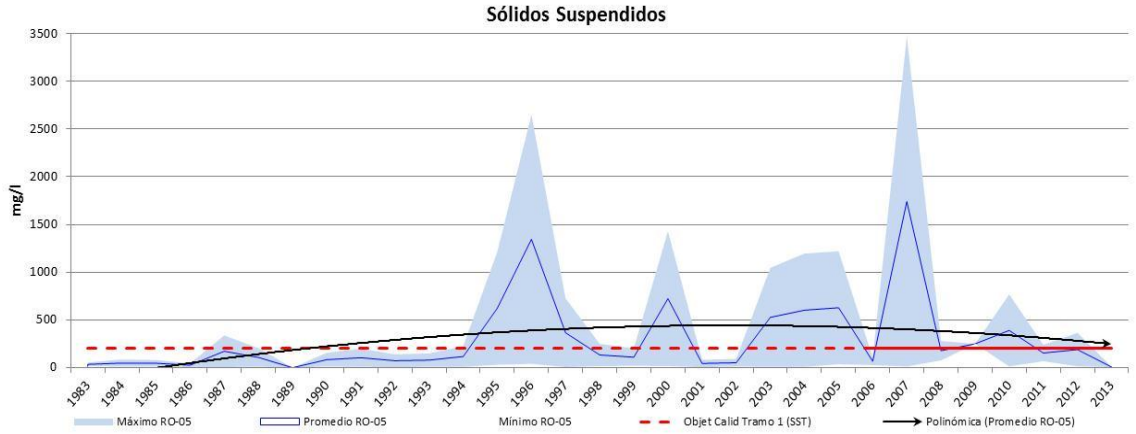
Gráfica 67 Máximos, mínimos y promedio OD punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola)



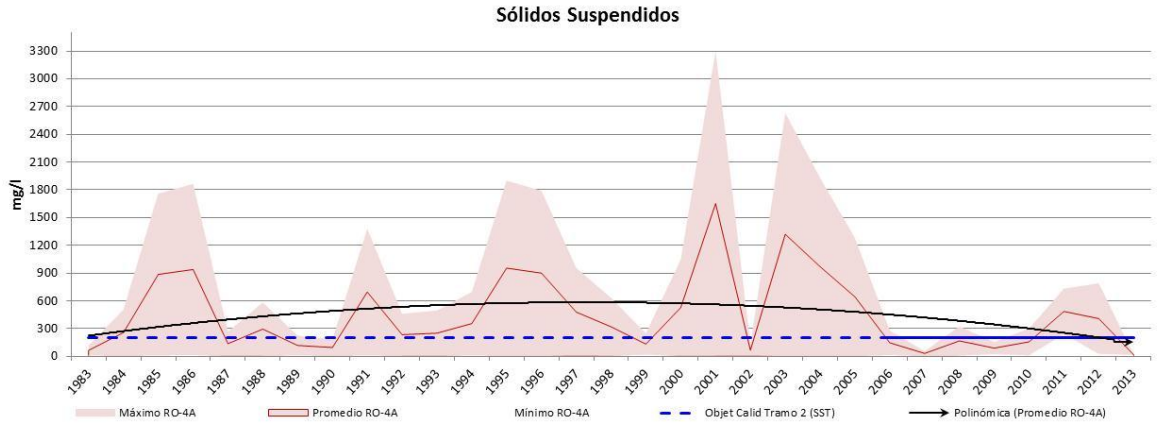
Gráfica 68 Máximos, mínimos y promedio OD punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético)



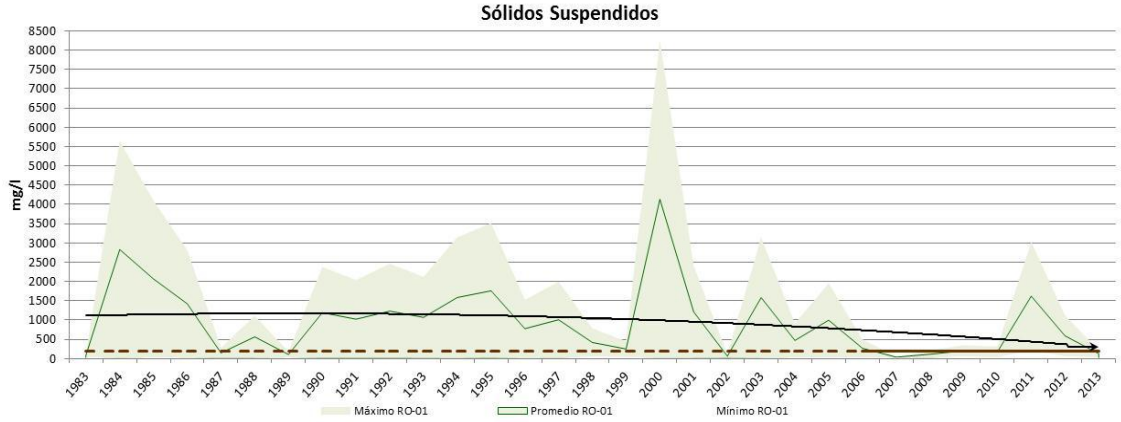
Gráfica 69 Máximos, mínimos y promedio Sólidos suspendidos punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico)



Gráfica 70 Máximos, mínimos y promedio Sólidos suspendidos punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola)



Gráfica 71 Máximos, mínimos y promedio Sólidos suspendidos punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético)



Como se observa en las gráficas comparativas inicialmente de DBO_5, en donde se ilustra también los valores permisibles de los Objetivos de calidad para cada Tramo, 3 mg/l (Tramo 1), 20 mg/l (Tramo 2) y 50 mg/l (Tramo 5), sobre los puntos de Río de Oro, se aprecia que para el primer tramo los valores máximos de los años 1996, 1997, 2000, 2004 y 2007 y los promedios de estos dos últimos, sobrepasan el límite del objetivo de calidad, sin embargo el Acuerdo 1075 que establece dichos objetivos empezó a regir desde el año 2006, es por eso que la línea no se muestra continua sino punteada en los años 1983 al 2005, y solo sirve de patrón para evidenciar el cumplimiento tanto de los objetivos como del Decreto 1594 de 1984 el cual es coincidente con los mismos.

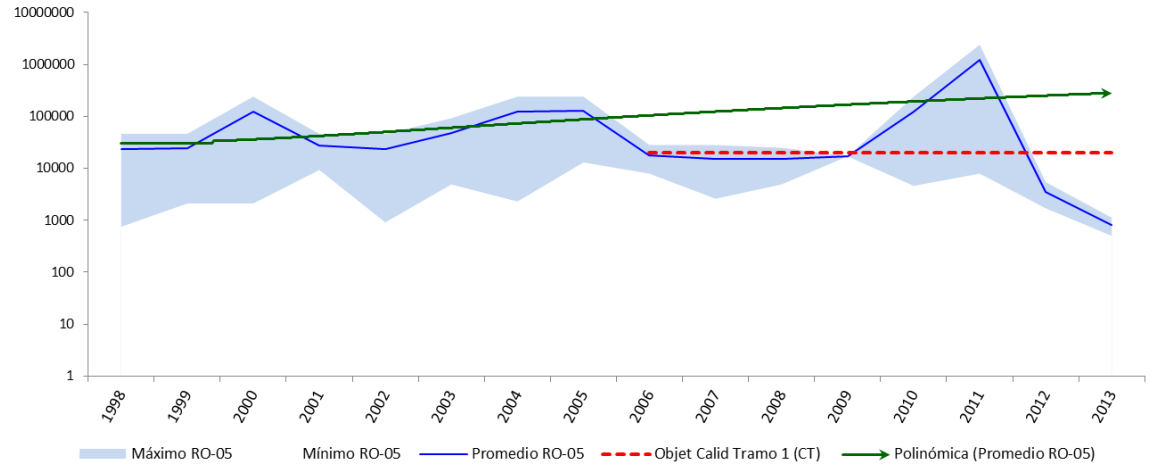
Para el segundo y tercer tramo se hace más evidente los máximos y promedio por encima del valor establecido en los Objetivos de calidad, además de evidenciarse la tendencia que tienen los datos en el tiempo, a reducir en el primer y paradójicamente en el quinto tramo la concentración de DBO_5, lo que no sucede en el segundo tramo en donde su valor en el tiempo va en aumento, debido a la influencia que ejercen las descargas del municipio de Piedecuesta.

Para la gráfica del OD, se observa que todos los valores máximos están por encima del límite dado en el objetivo de calidad y los promedios la mayoría está por encima también de éste, excepto en el primer Tramo (Nacimiento / RO-05) en el año 1998 que se ubicó en 5.12 mg/l y en el último tramo (RO-4A / RO-01) en el año 2008 que se ubicó en 2.71 mg/l. Los mínimos se ubicaron en el primer y segundo tramo en, la mayoría, por encima del límite y el tercer tramo registró, la mayoría, por debajo del límite.

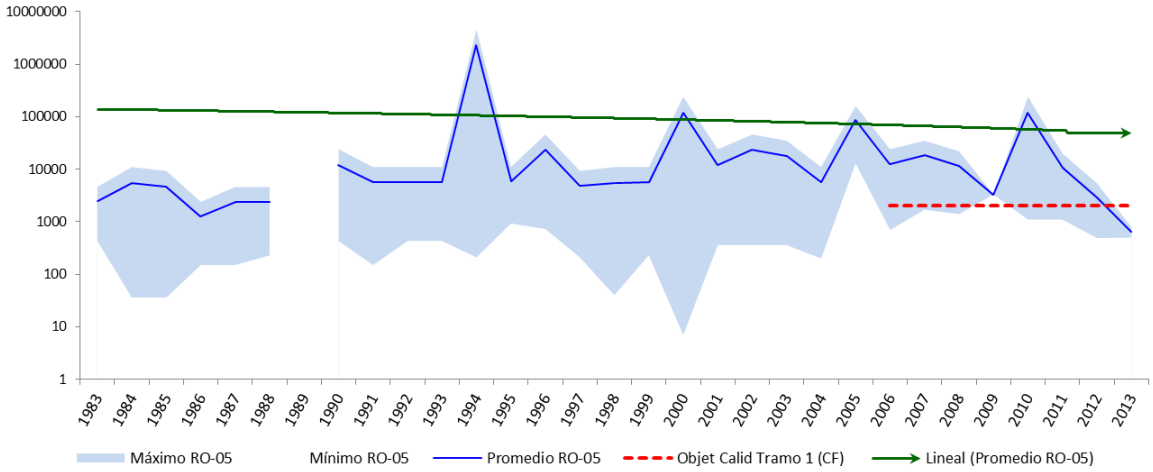
Lo anterior refleja que la influencia de la oxigenación que sufre el río a través de su recorrido es primordial en los resultados de las calidades que se muestran tanto en la parte alta como la parte media de la cuenca de río de Oro, sin embargo aunque estos valores están por encima del objetivo de calidad, su tendencia es a reducir este valor en el tiempo, influenciado en su mayoría, por los vertimientos establecidos en la parte baja del río en donde se muestran los valores mínimos más acentuados.

En cuanto a Sólidos suspendidos en la gráfica los valores máximos y promedios se encuentran, la mayoría, por encima del límite estipulado en el Acuerdo 1075 para estos tramos, evidenciándose un aumento sustancial en los años 1989 a 2006, y disminuyendo gradualmente de este último año hasta la fecha, sin embargo sus valores no dejan de ser inferiores al límite fijado sobretodo en el último tramo (RO-4A / RO-01) en donde el promedio alcanzó 1500 mg/l, influenciado por todas las descargas que recibe en esta zona así como también la explotación de material de pétreo (arena) que es removido del lecho del río, sin embargo la tendencia en el tiempo es a disminuir su concentración primordialmente en el segundo y quinto tramo, en el primer tramo su tendencia es va en aumento, pero este no es tan significativo.

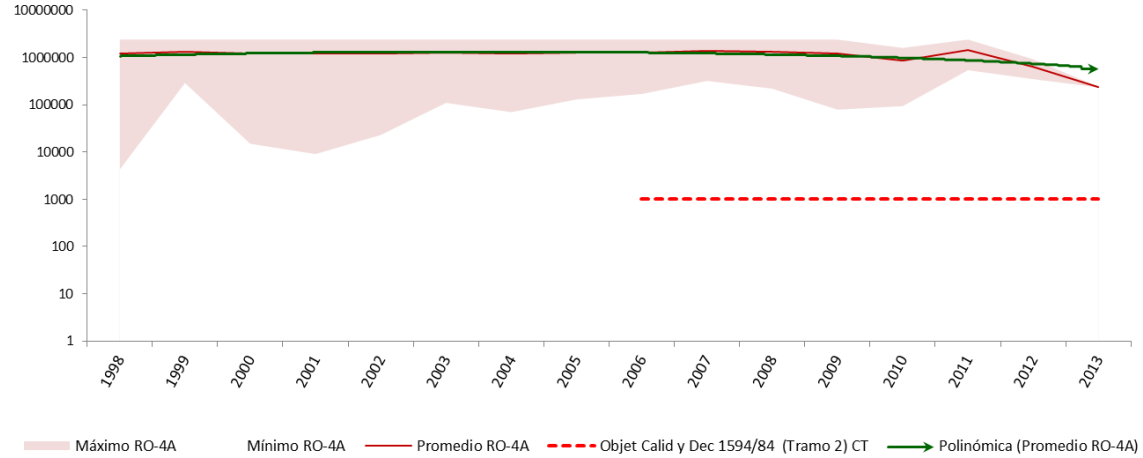
Gráfica 72 Máximos, mínimos y promedio Coliformes Totales punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico)



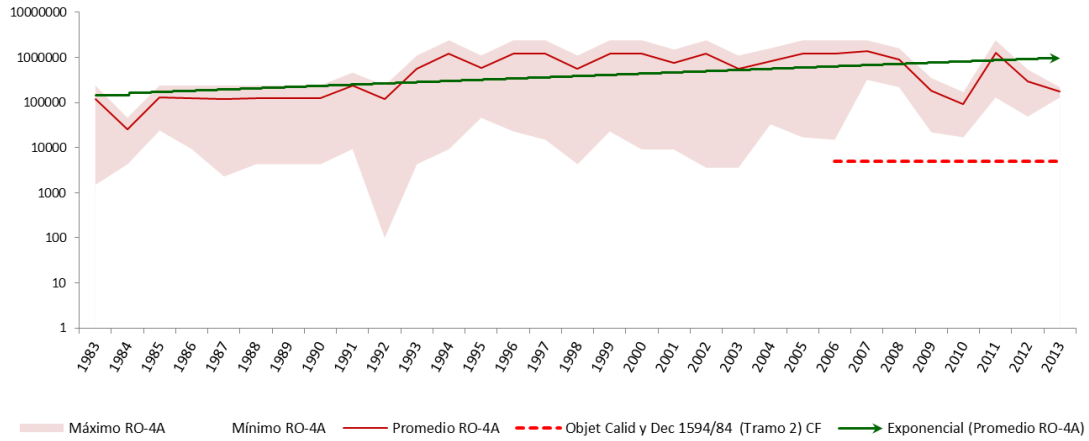
Gráfica 73 Máximos, mínimos y promedio Coliformes Fecales punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico)



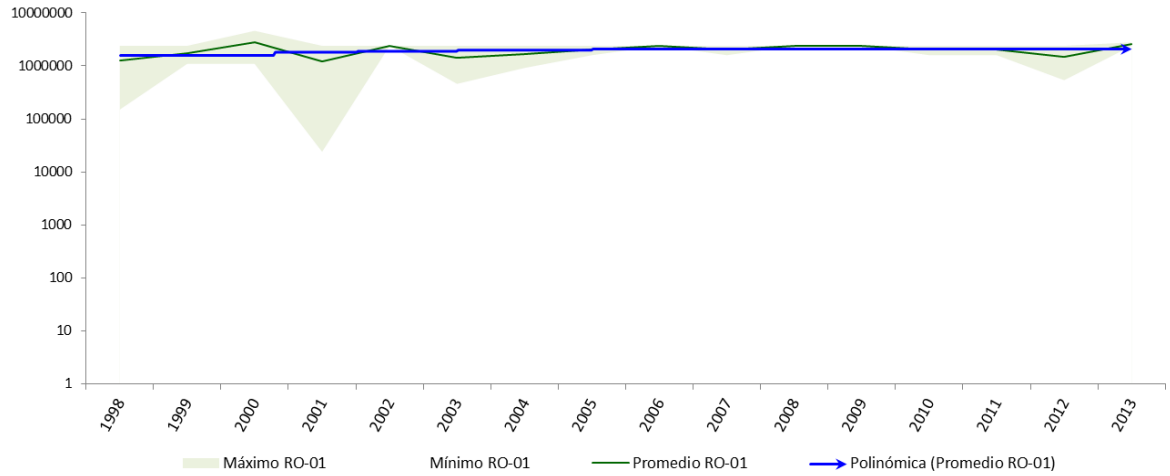
Gráfica 74 Máximos, mínimos y promedio Coliformes Totales punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola)



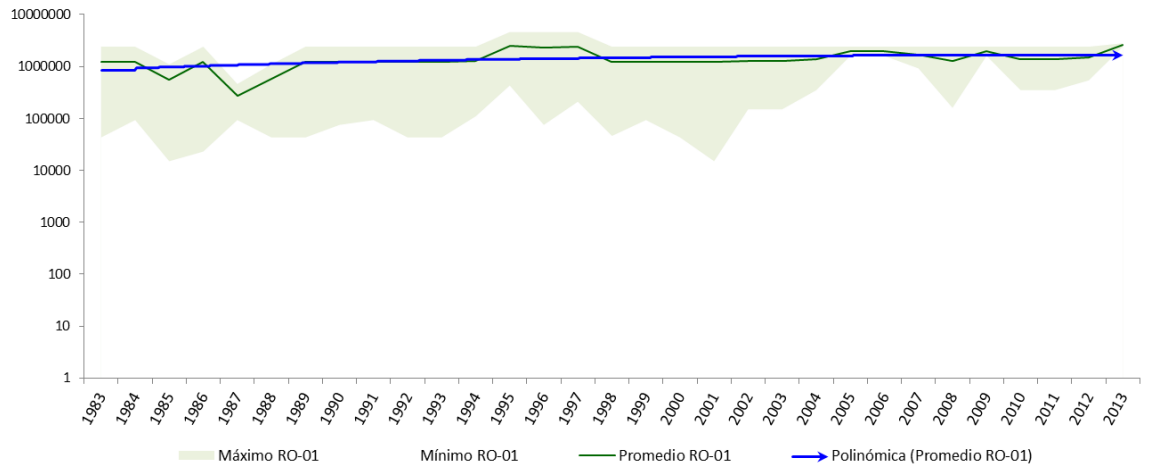
Gráfica 75 Máximos, mínimos y promedio Coliformes Fecales punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola)



Gráfica 76 Máximos, mínimos y promedio Coliformes Totales punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético)



Gráfica 77 Máximos, mínimos y promedio Coliformes Fecales punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético)

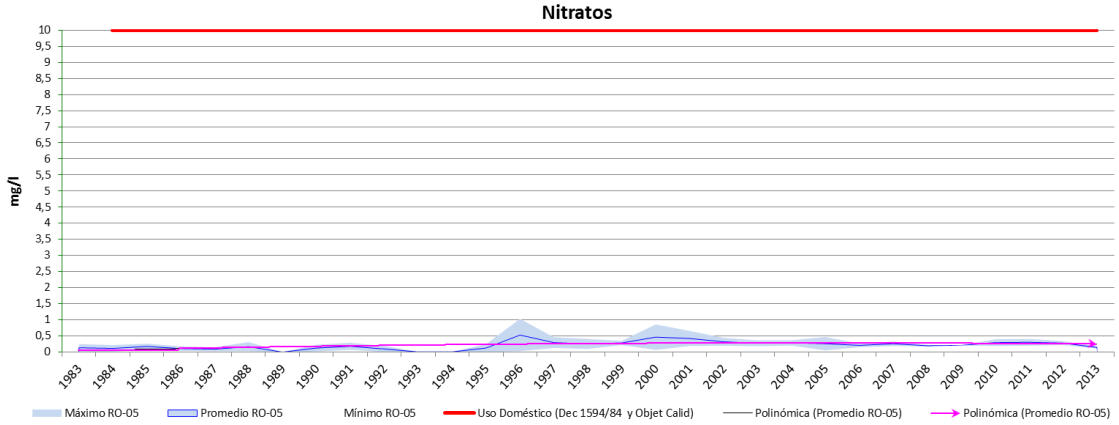


En las anteriores graficas se ilustran los máximos, mínimos y promedios de Coliformes Totales y Fecales de cada tramo, para el primer tramo se observa que inicialmente no se realizaban lecturas de Coliformes Totales pero si para Fecales, y las lecturas se hacian hasta un rango máximo de 4'400.000 mg/ l (lo anterior cambio hasta después del año 1997), valor atípico que se presentó para los Coliformes Fecales en el año 1994, y para los Totales en el año 2011, en general para este tramo todos los valores exceden el lílmite de 2000 mg/l (C. Fecales) y 20000 mg/l (C. Totales), según los objetivos de calidad ubicándose por debajo de 400.000 mg/l.

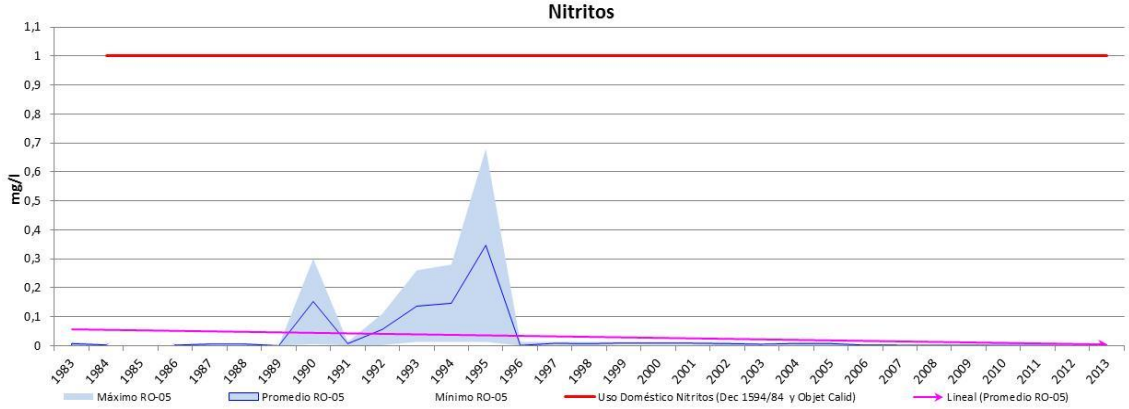
Para el segundo tramo la concentración de los Coliformes se acentua mas a partir del año 1992 para los Fecales y 1998 para los Totales, alcanzando valores de máximo detectable de 2'4000.000 mg/l y manteniéndose hasta el 2012 , para el año 2013 disminuyó notablemente esta concentración registrándose un máximo de 400.000 mg/l para C.Totales y 300.000 mg/l para C. Fecales. Para el último tramo la contaminación por Coliformes se hace mas notoria debido a los valores que se mantuvieron a lo largo de los años entre 4'400.00 y 2'400.000 mg/l, por ser uso Estético no existen para Coliformes límites máximos. En el año 2013 aumento los valores por la influencia directa de los vertimientos de los cascos urbanos de Girón, Floridablanca y Bucaramanga.

Para el primer Tramo la tendencia evidencia el aumento de los Coliformes Totales y la reducción de los Fecales, por las mismas condiciones que presenta esta zona, en donde no hay influencia de cascos urbanos que aporten materia orgánica, contrario a lo reportado enel tramo 2 que por la influencia del casco urbano de Piedecuesta los Coliformes Fecales han venido aumentando considerablemente, para el ultimo tramo la tendencia ha sido estable en el tiempo, no ha presentado mayores cambios.

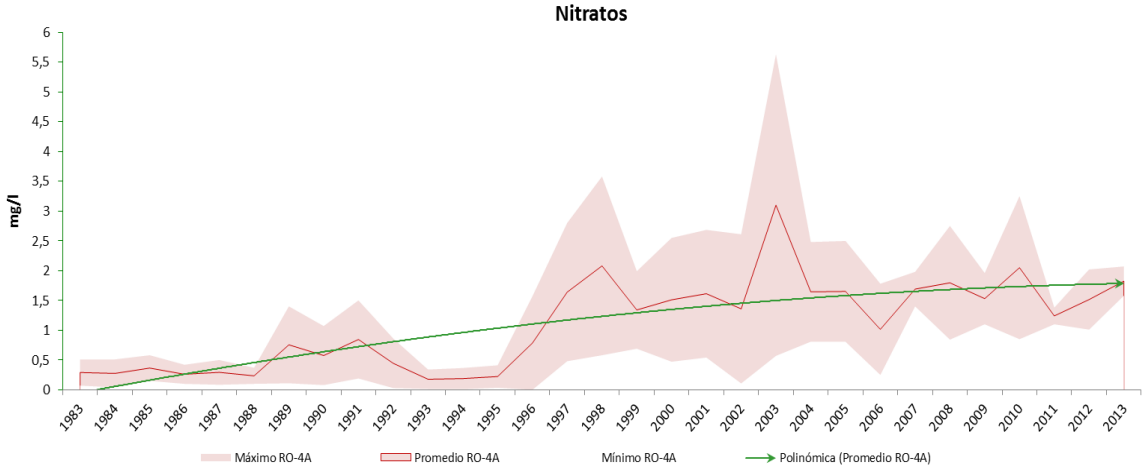
Gráfica 78 Máximos, mínimos y promedio Nitratos punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico)



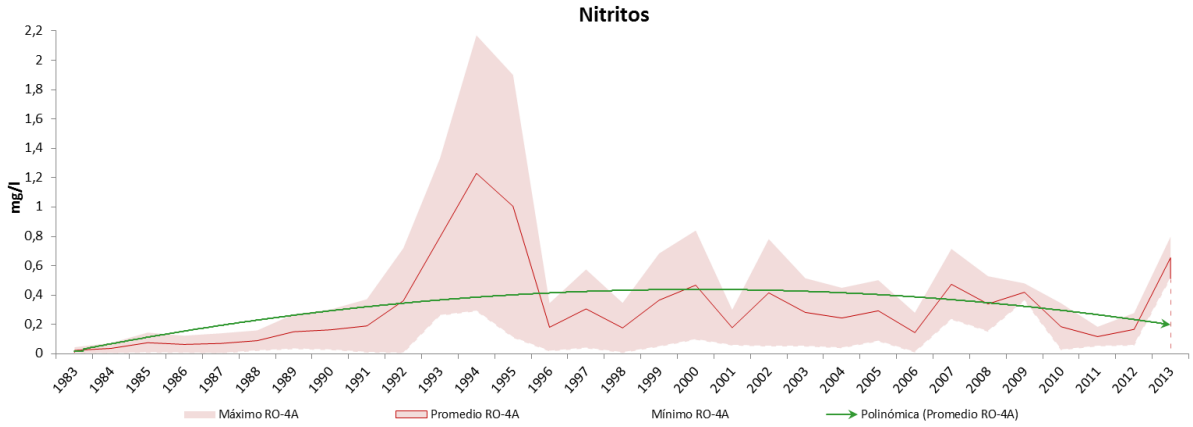
Gráfica 79 Máximos, mínimos y promedio Nitritos punto de cierre Tramo 1 RO-05 (Uso Doméstico)



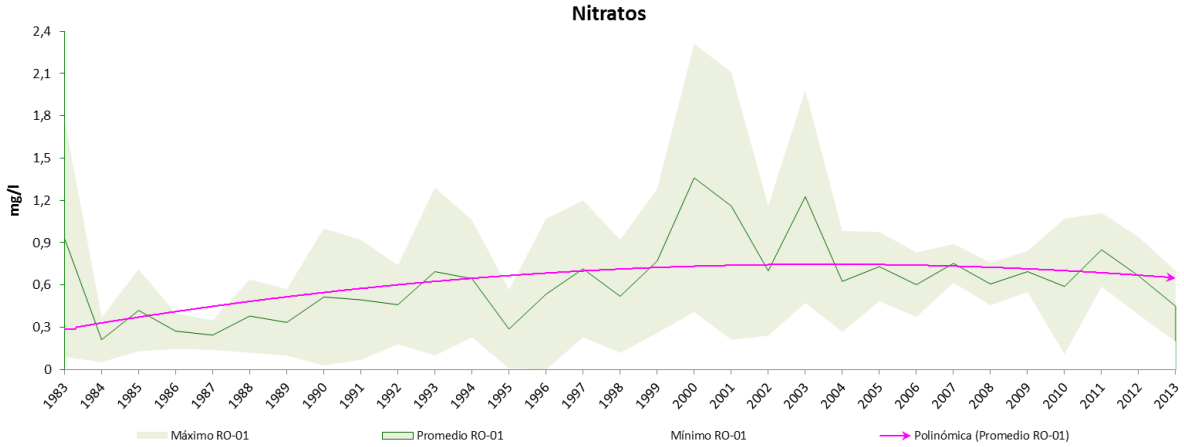
Gráfica 80 Máximos, mínimos y promedio Nitratos punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola)



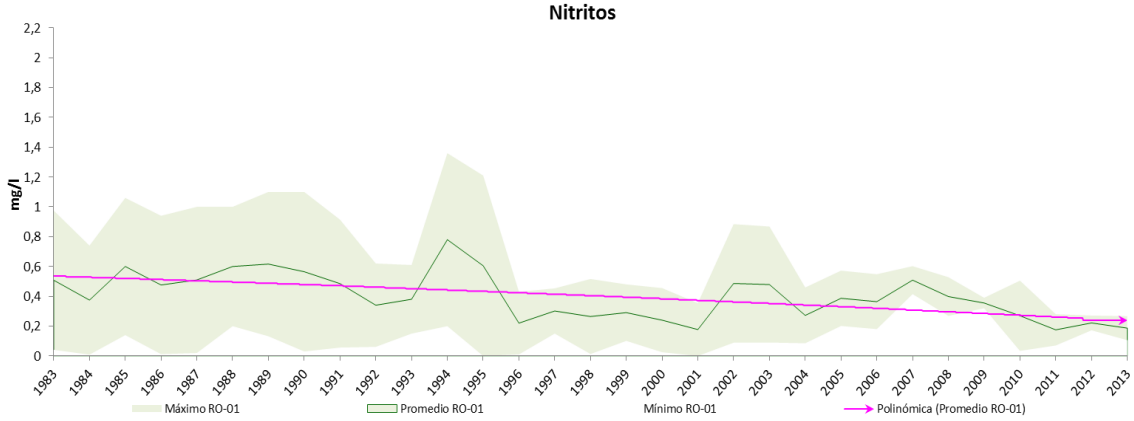
Gráfica 81 Máximos, mínimos y promedio Nitritos punto de cierre Tramo 2 RO-4A (Uso Agrícola)



Gráfica 82 Máximos, mínimos y promedio Nitratos punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético)



Gráfica 83 Máximos, mínimos y promedio Nitritos punto de cierre Tramo 5 RO-01 (Uso Estético)



En las anteriores graficas se evidencia que para el Tramo 1, tanto en Nitritos como en Nitratos lo establecido en los Objetivos de Calidad se cumple aun en los valores máximos, puesto que no existe influencia marcada de aportes de estos nutrientes a gran escala, para el Tramo 2 por ser una zona netamente de cultivos (Cítricos, Tabaco, Pina, etc) se ve reflejado el aporte de nutrientes representado en sustancias como Fertilizantes con altos contenidos de Nitrógeno, alcanzando valores máximos de 5.7 mg/l en Nitratos (de 1996 a 2010) y 2.1 mg/l en Nitritos (del 1992 al 2007), para el último tramo no se presentan valores representativos de nitritos ni nitratos por ser una zona netamente residencial en donde la mayor influencia la ejerce el aporte de materia orgánica, y es la que se refleja en estos valores, sin embargo la tendencia en el tiempo es a disminuir esta concentración en su mayoría para los Nitritos, contrario a los que se puede observar para los Nitratos. Por ser este tramo de uso Estético no presenta valores límites.

Anexo 29 Histórico de Datos Máximos, Mínimos y Promedios 2000 a 2013

3.2.9.2 (q.b) Evaluación multianual de la calidad a lo largo de la corriente

Histórico de Calidad del Agua de la Red de Monitoreo Años 2000 a 2010. En el año 2010 se realizó un informe Histórico de Calidad del agua, solo con los resultados del ICA- CETES-B (Índice de Calidad del Agua, adoptado por la CDMB a partir de un estudio similar realizado por la compañía de Tecnología de Saneamiento Ambiental de Sao Paulo, Brasil) y se hizo un comparativo para establecer la trazabilidad y comportamiento de los afluentes principales de río de Oro, estos datos se establecieron a partir del año 2000 hasta el 2010. Adicionalmente se ilustra también el complemento de los datos de los años 2011 a 2013.

En las siguientes Tablas se muestran el histórico de los Índices de calidad del agua de los puntos de la Red para la Cuenca de Río de Oro de los años 2000 a 2010 y 2011 a 2013. En las siguientes Tablas se aprecian los años 2005 a 2008 sombreados, debido a que en estos años no hubo aforo de caudal en las muestras ejecutadas.

Cuadro 153. Índices de calidad del agua de la Red de monitoreo años 2000 a 2005

Sitio de Muestreo	ICA 2000		Calidad	ICA 2001		Calidad	ICA 2002		Calidad	ICA 2003		Calidad	ICA 2004		Calidad	ICA 2005		Calidad
Río de Oro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RO-05	65	BUENA	RO-05	68	BUENA	RO-05	68	BUENA	RO-05	65	BUENA	RO-05	64	BUENA	RO-05	52	BUENA
	RO-P	45	DUDOSA	RO-P	44	DUDOSA	RO-P	46	DUDOSA	RO-P	49	DUDOSA	RO-P	47	DUDOSA	RO-P	45	DUDOSA
	RO-4B	47	DUDOSA	RO-4B	49	DUDOSA	RO-4B	46	DUDOSA	RO-4B	43	DUDOSA	RO-4B	50	DUDOSA	RO-4B	41	DUDOSA
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RO-4A	49	DUDOSA	RO-4A	47	DUDOSA	RO-4A	53	BUENA	RO-4A	43	DUDOSA	RO-4A	41	DUDOSA	RO-4A	48	DUDOSA
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	RO-02	23	INADECUADA	RO-02	26	INADECUADA
	RO-01	34	INADECUADA	RO-01	33	INADECUADA	RO-01	30	INADECUADA	RO-01	29	INADECUADA	RO-01	24	INADECUADA	RO-01	28	INADECUADA
Río Lato	LT-01	54	BUENA	LT-01	58	BUENA	LT-01	56	BUENA	LT-01	51	DUDOSA	LT-01	53	BUENA	LT-01	45	DUDOSA
Río Frío	RF-03	70	BUENA	RF-03	74	BUENA	RF-03	72	BUENA	RF-03	71	BUENA	RF-03	68	BUENA	RF-03	59	BUENA
	RF-2B	54	BUENA	RF-2B	55	BUENA	RF-2B	56	BUENA	RF-2B	55	BUENA	RF-2B	54	BUENA	RF-2B	48	DUDOSA
	RF-P	45	DUDOSA	RF-P	53	BUENA	RF-P	58	BUENA	RF-P	52	BUENA	RF-P	53	BUENA	RF-P	45	DUDOSA
	RF-B	17	PÉSIMA	RF-B	13	PÉSIMA	RF-B	13	PÉSIMA	RF-B	18	PÉSIMA	RF-B	15	PÉSIMA	RF-B	19	PÉSIMA
	RF-1A	19	PÉSIMA	RF-1A	18	PÉSIMA	RF-1A	16	PÉSIMA	RF-1A	21	INADECUADA	RF-1A	17	PÉSIMA	RF-1A	21	INADECUADA

Fuente. Informe Históricos de Calidad del agua CDMB, 2000-2010

Cuadro 154. Índices de calidad del agua de la Red de monitoreo años 2006 a 2010

Sitio de Muestreo	ICA 2006		Calidad	ICA 2007		Calidad	ICA 2008		Calidad	ICA 2009		Calidad	ICA 2010		Calidad
Río de Oro	RO-06	79	BUENA	RO-06	60	BUENA	RO-06	65	BUENA	RO-06	67	BUENA	RO-06	69	BUENA
	RO-05	65	BUENA	RO-05	59	BUENA	RO-05	60	BUENA	RO-05	59	BUENA	RO-05	58	BUENA
	RO-P	-	-	RO-P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RO-4B	45	DUDOSA	RO-4B	45	DUDOSA	RO-04B	-	-	-	-	-	-	-	-
	RO-04	47	DUDOSA	RO-04	48	DUDOSA	RO-04	45	DUDOSA	RO-04	41	DUDOSA	RO-04	36	INADECUADA
	RO-4A	45	DUDOSA	RO-4A	47	DUDOSA	RO-4A	43	DUDOSA	RO-4A	41	DUDOSA	RO-4A	43	DUDOSA
	RO-02	23	INADECUADA	RO-02	24	INADECUADA	RO-02	29	INADECUADA	RO-02	23	INADECUADA	RO-02	18	PÉSIMA
	RO-01	29	INADECUADA	RO-01	35	INADECUADA	RO-01	32	INADECUADA	RO-01	26	INADECUADA	RO-01	22	INADECUADA
Río Lato	LT-01	48	DUDOSA	LT-01	50	DUDOSA	LT-01	49	DUDOSA	LT-01	46	DUDOSA	LT-01	46	DUDOSA
Río Frío	RF-03	67	BUENA	RF-03	64	BUENA	RF-03	74	BUENA	RF-03	75	BUENA	RF-03	73	BUENA
	RF-2B	-	-	RF-2B	-	-	RF-2B	-	-	RF-2B	-	-	RF-2B	-	-
	RF-P	53	BUENA	RF-P	49	DUDOSA	RF-P	50	DUDOSA	RF-P	38	DUDOSA	RF-P	42	DUDOSA
	RF-B	17	PÉSIMA	RF-B	18	PÉSIMA	RF-B	21	INADECUADA	RF-B	11	PÉSIMA	RF-B	12	PÉSIMA
	RF-1A	22	INADECUADA	RF-1A	23	INADECUADA	RF-1A	21	INADECUADA	RF-1A	13	PÉSIMA	RF-1A	16	PÉSIMA

Fuente. Informe Históricos de Calidad del agua CDMB, 2000-2010

Puntos de Monitoreo Nuevos Puntos de Monitoreo Suprimidos

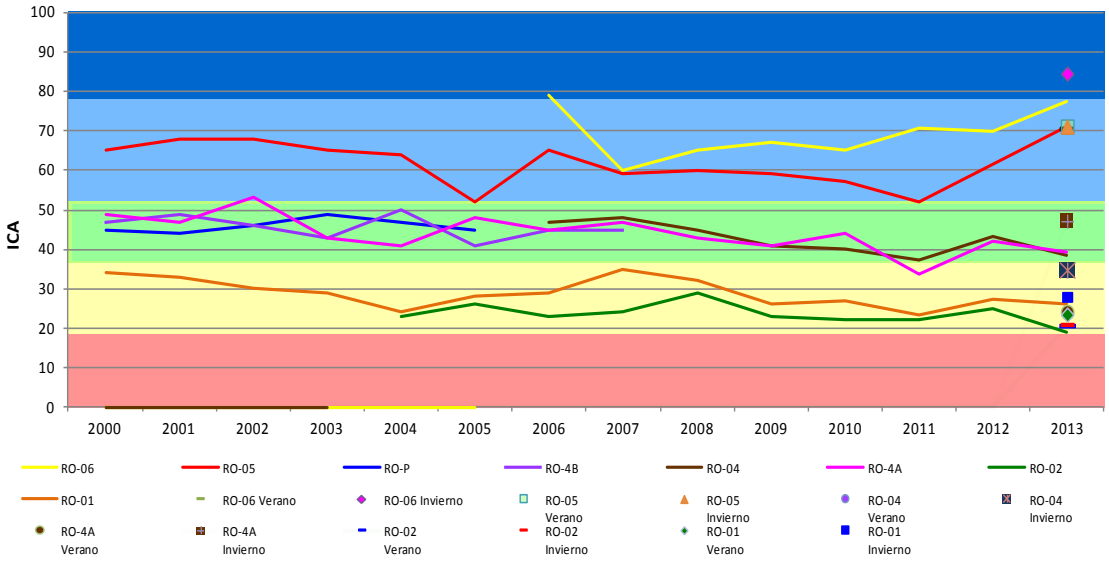
Cuadro 155 Índices de calidad del agua de la Red de monitoreo años 2011 a 2013

Sitio de Muestreo	ICA 2011		Calidad	ICA 2012		Calidad	ICA 2013		Calidad
Río de Oro	RO-06	70,6	BUENA	RO-06	70,1	BUENA	RO-06	77,6	BUENA
	RO-05	52,1	BUENA	RO-05	61,4	BUENA	RO-05	71,3	BUENA
	RO-P	-	-	RO-P	-	-	RO-P	-	-
	RO-4B	-	-	RO-4B	-	-	RO-4B	-	-
	RO-04	37,4	DUDOSA	RO-04	43,4	DUDOSA	RO-04	38,6	DUDOSA
	RO-4A	33,8	INADECUADA	RO-4A	41,9	DUDOSA	RO-4A	39,2	DUDOSA
	RO-02	22,2	INADECUADA	RO-02	25,1	INADECUADA	RO-02	19,0	PESIMA
	RO-01	23,5	INADECUADA	RO-01	27,3	INADECUADA	RO-01	25,9	INADECUADA
Río Lato	LT-01	51,1	DUDOSA	LT-01	46,6	DUDOSA	LT-01	50,1	DUDOSA
Río Frío	RF-03	59,5	BUENA	RF-03	70,2	BUENA	RF-03	70,1	BUENA
	RF-2B	-	-	RF-2B	-	-	RF-2B	-	-
	RF-P	41,4	DUDOSA	RF-P	42	DUDOSA	RF-P	38,4	DUDOSA
	RF-B	19,3	PÉSIMA	RF-B	18,9	PÉSIMA	RF-B	19,56	PESIMA
	RF-1A	20,8	INADECUADA	RF-1A	19,3	PÉSIMA	RF-1A	19,99	PESIMA

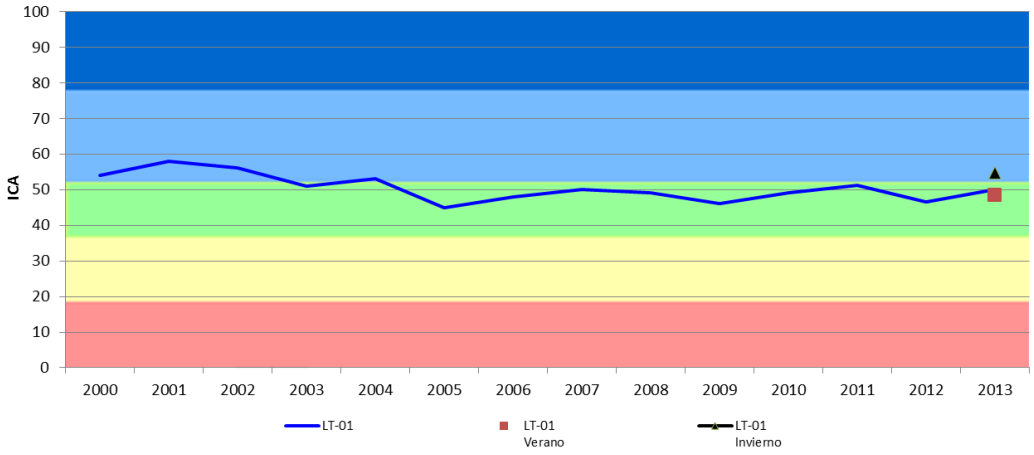
Fuente. Informe de la Red de monitoreo de Calidad del agua 2013, CDMB.

Puntos de Monitoreo Nuevos Puntos de Monitoreo Suprimidos

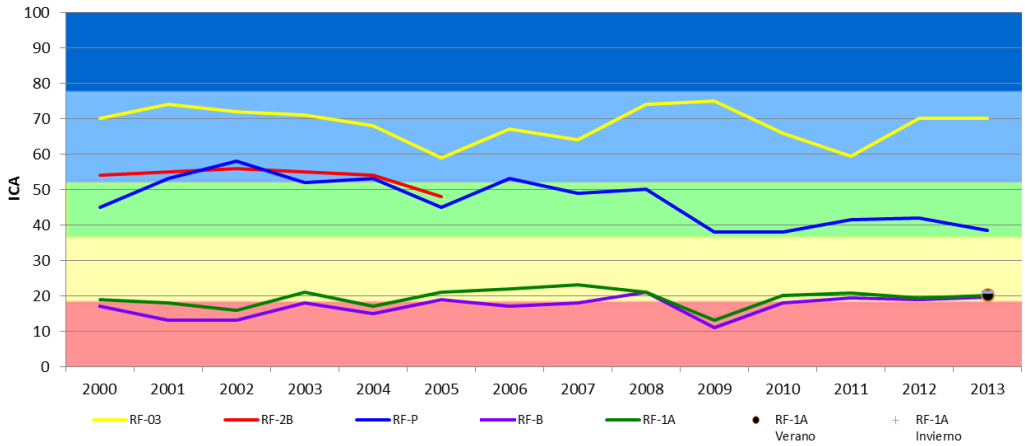
Gráfica 84 ICA histórico 2000 a 2013 puntos de monitoreo Río de Oro



Gráfica 85 ICA histórico 2000 a 2013 puntos de monitoreo Río Lato



Gráfica 86 ICA histórico 2000 a 2013 puntos de monitoreo Río Frío



A través del tiempo se han establecido diferentes puntos de monitoreo en Río de Oro, iniciando en el 2000 con los puntos RO-05, RO-P, RO-4B, RO-4A, RO-01, en el año 2004 se creó un nuevo punto el RO-02, en el 2006 se suprimió el punto RO-P y se crearon RO-06 y RO-04 y en el 2008 se suprimió el punto RO-4B, para conformar hasta el año 2010 los puntos definitivos RO-06, RO-05, RO-04, RO-4A, RO-02 y RO-01.

Las calidades en los puntos RO-06 y RO-05 se siguen conservado en "Buena" durante los años 2006 a 2013, debido a que estos puntos se encuentran en la parte alta de Río de Oro, en donde se evidencia en menor proporción la intervención generada por el hombre, otro aspecto que influye es la diferencia de alturas a las que se encuentran y la distancia que existe entre estos dos puntos lo que permite haya una buena oxigenación y se evidencien estas calidades, lo que es importante pues es allí en donde el Acueducto del municipio de Piedecuesta hace la captación y su posterior tratamiento para surtir de agua potable a su población. Los puntos RO-04 y RO-4A se mantienen en calidad "Dudosa", conservando las mismas condiciones que el periodo de los años 2000 a 2005. Por último los puntos

RO-02 y RO-01 han presentado calidades en su mayoría “Inadecuada”, tanto en el periodo del 2000 al 2005 y del 2006 al 2013 en este último año bajó a Pésima[27].

En comparación con los puntos monitoreados en el marco del Convenio 046, los registrados para RO-06 el primero se ubicó en la máxima calidad que es Óptima (en invierno o temporada de lluvias) y en verano o temporada de escasas lluvias se ubicó en calidad Buena, siendo consecuente con el histórico de datos desde el 2006. Para RO-05, las dos temporadas registraron las misma calidad, Buena, ratificando las buenas condiciones en las que se encuentra este punto, y corroborando el record de datos presentados desde el año 2000, para el punto RO-04, los monitoreos de las dos temporadas se ubicaron en Inadecuada, por la influencia que ejerce las descargas del municipio de Piedecuesta, sin embargo en años anteriores la prevalencia fue de calidad Dudosa, lo que refleja que en el año 2013, la influencia negativa fue mayor.

En el punto RO-4A, en temporada de lluvias, se registró calidad Dudosa y en escasas lluvias, calidad Inadecuada, sin embargo y en general, la prevalencia de este punto en años anteriores es de calidad Dudosa, para los puntos RO-02 y RO-01 tanto los monitoreos desarrollados en al año 2013 como los de años anteriores, todas las calidades han sido Inadecuadas, debido a que este último tramo congrega la influencia de los cuatro cascos urbanos (Piedecuesta, Floridablanca, Girón y Bucaramanga), con sus zonas residenciales e Industriales, principalmente.

Para río Lato el comportamiento desde el año 2000 al 2002 reporta calidad Buena y fluctúa entre Dudosa y Buena en los años 2003 y 2004, para quedarse en Dudosa desde el 2005 hasta la fecha, lo que es provocado por el sector industrial del municipio de Piedecuesta y asentamientos precarios que se han venido albergando en esta zona, virtiendo en esta corriente, lo que ha generado el incremento de materia orgánica y aumento de sólidos suspendidos. En comparación con lo monitoreado en el Convenio, para la temporada más crítica la calidad se ubicó en Dudosa y en temporada de lluvias en Calidad Buena, lo que refleja que a mayor caudal mayor disolución de los contaminantes, mejorando la calidad.

Para río Frío existieron hasta el 2005 cinco puntos de monitoreo RF-03, RF-2B, RF-P, RF-B, RF-1A, después de este año solo quedan cuatro puntos entre los que están RF-03 (Estación La Esperanza) él ha reportado calidades Buenas debido a que se ubica en la zona alta de Río Frío en donde no existe mayores influencias antrópicas, el siguiente punto es RF-P (Estación el Pórtico) ubicado antes de la Planta de tratamiento de aguas residuales Río Frío de la empresa de alcantarillado municipal EMPAS, el cual ha presentado calidad Dudosa desde el año 2000 hasta el 2013, y solo presento calidad Buena en el 2002. El punto RF-B (Estación los Cauchos), ubicada después de la PTAR de río Frío, presenta calidades que fluctúan entre Inadecuada y Pésima al igual que el siguiente punto RF-1A (Estación Caneyes), puesto que son puntos que reciben influencia de las quebradas Zapamanga y Aranzoque, que están a su vez influenciadas por el municipio de Floridablanca. En comparación con los resultados del monitoreo en el marco del Convenio 046, el punto RF-1A, registró en las dos temporadas calidades Inadecuadas, siendo consecuente con el histórico de datos repostados desde el año 2000.

Anexo 30. Análisis de correlación de variables con datos históricos por punto de monitoreo de la red de calidad del agua de la CDMB, Río de Oro.

[27] CDMB, Informe Históricos ICA 2000 a 2010. 2010.

3.2.9.3 Resultado análisis físico químico subcuenca río de Oro. A continuación se realiza una breve descripción de la ubicación de los puntos de monitoreo y posteriormente se presentan a continuación los perfiles de calidad actual de la primera y segunda fase de monitoreo, realizando la comparación de los diferentes parámetros analizados y la trazabilidad de los mismos en los puntos de monitoreo sobre Río de Oro y sus principales afluentes:

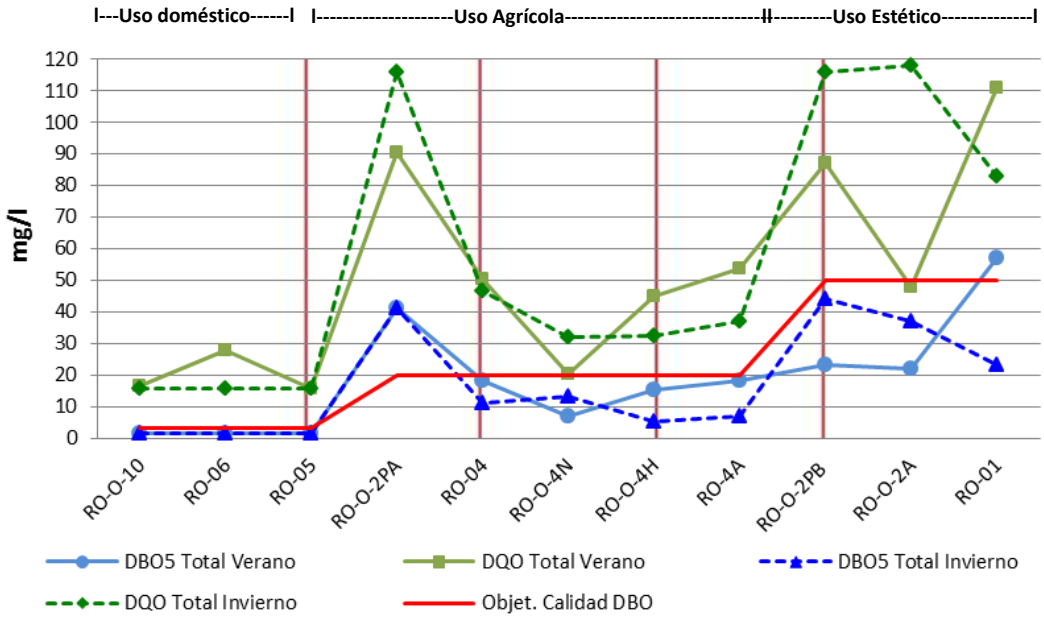
Cuadro 156 Localización puntos de monitoreo Proyecto PORH Río de Oro

Tramo	*Código*	*Nombre Corriente*	*Nombre Estación*	*Localización*	*Municipio*	*Altura*	*Coordenadas*
TRAMO A: RO-O-10 / RO-05	RO-O-10	Río de Oro	-	Vereda Santa Rita -Cristales (Entrada pasos adelante de la Escuela Santa Rita, KM 41 Vía Cúcuta)	Piedecuesta	2366	E: 1119708 N: 1273808
	RO-06 (Punto intermedio del tramo)	Río de Oro	Estación Rasgón	Vereda El Rasgón (Entrada Truchera, lado derecho vía secundaria)	Piedecuesta	2141	E: 1119068 N: 1270321
	QRG-O-01	Quebrada El Rasgón	-	Vereda El Rasgón (Pasos abajo del punto RO-06)	Piedecuesta	2139	E: 1119092 N: 1270294
	RO-05	Río de Oro	Estación El Conquistador	Casco Urbano Piedecuesta (Entrada Barrio Cabecera de Piedecuesta - zona Planta de Tratamiento de Agua Potable Piedecuestana de Serv. Públicos)	Piedecuesta	1230	E: 1114989 N: 1265365
TRAMO B: RO-05 / RO-04	QG-01	Quebrada Grande	Estación Pajonal	Vereda Pajonal (Entrada principal por PTAR Santuario)	Piedecuesta	870	E: 1111243 N: 1262720
	SO-01	Quebrada Soratoque	Estación Villa Paulina	Vereda Guatiguara (Pasos antes entrada PTAR Santuario)	Piedecuesta	900	E: 1119738 N: 1263024
	RO-O-2PA (Punto intermedio del tramo)	Río de Oro	-	Vereda Malpaso (Pasos antes confluencia Rio Lato)	Piedecuesta	913	E: 1108911 N: 1262767
	LT-01	Río Lato	Estación La Batea	Vereda Malpaso (Entrada Finca Piedecuestana de Servicios)	Piedecuesta	847	E: 1108900 N:1262831
	RO-04	Río de Oro	Estación Palogordo	Palogordo (Pasos antes Centro Penitenciario Palogordo y antes de confluencia Qda Las Palmas)	Girón	834	E: 1103358 N:1262978
TRAMO C: RO-04 / RO-O-4H	RO-O-4N (Punto intermedio del tramo)	Río de Oro	-	Vereda Chocoa (Después del desvío para el municipio de Zapatoca)	Girón	834	N: 1264542 E: 1100242
	RO-O-4H	Río de Oro	-	Vereda Barbosa (Frente a Iglesia de la Vereda)	Girón	751	N: 1'268.447 E: 1'101.238
TRAMO D: RO-O-4H / RO-2PB	RO-4A (Punto intermedio del tramo)	Río de Oro	Estación Bahondo	Sector Bahondo (Aguas arriba del puente vehicular Bahondo)	Girón	716	E: 1100274 N: 1271637

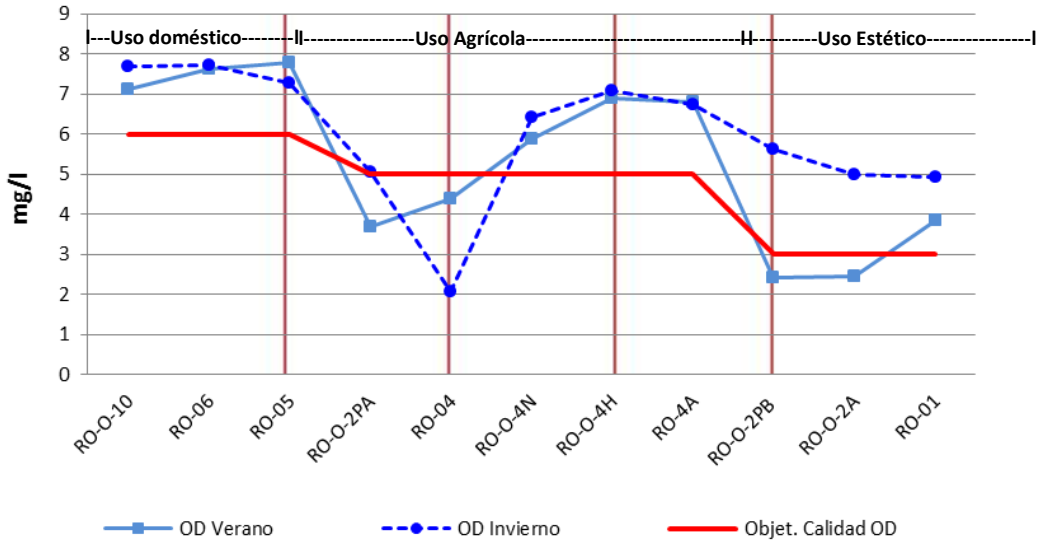
Tramo	Código	Nombre Corriente	Nombre Estación	Localización	Municipio	Altura	Coordenadas
	RF-1A	Río Frío	Estación Caneyes	Sector Caneyes (Debajo Puente Caneyes)	Girón	698	E: 1100822 N: 1273097
	LI-01	Quebrada La Iglesia	Estación Puente Sena	Sector Palenque (Debajo Puente Sena)	Girón	856	E: 1105854 N: 1276256
	RO-O-2PB	Río de Oro	Estación Carrizal	Sector Carrizal (Debajo puente Antonia Santos)	Girón	694	E:1100077 N: 1274889
TRAMO E: RO-2PB / RO-01	RO-O-2A (Punto intermedio del tramo)	Río de Oro	-	Sector Chimitá (Entrada Trituradora Cemex)	Girón	661	E:1101573 N: 1278700
	RO-01	Río de Oro	Puente Nariño	Sector Café Madrid (Entrada Barrio Café Madrid, puente el Túnel, antes de la confluencia con el Río Surata)	Bucaramanga	628	E:1102526 N:1282675

Fuente.: CDMB, 2013

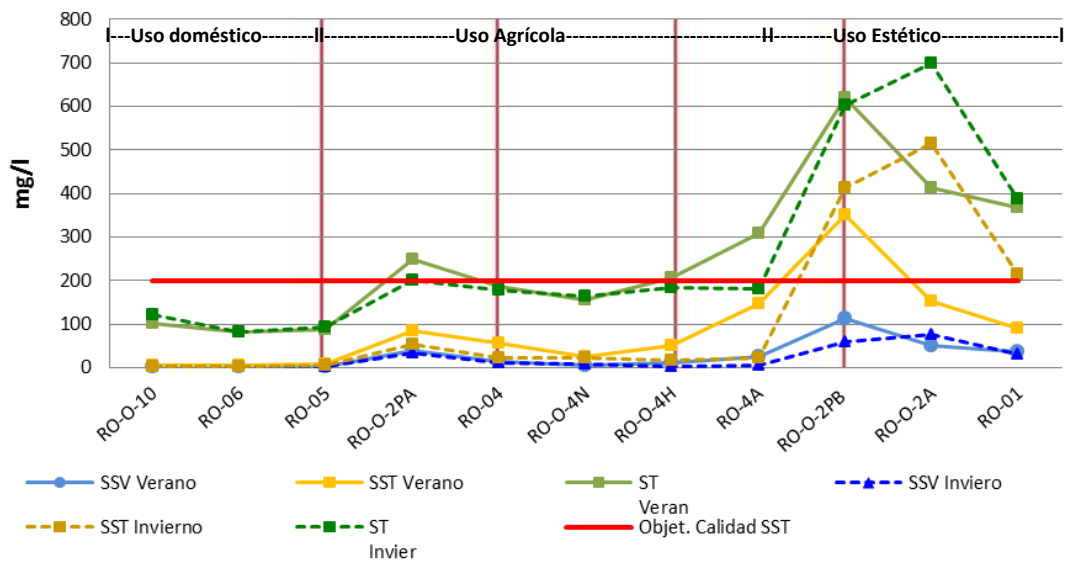
Gráfica 87. Variación del DBO_5 y DQO Total Río de Oro



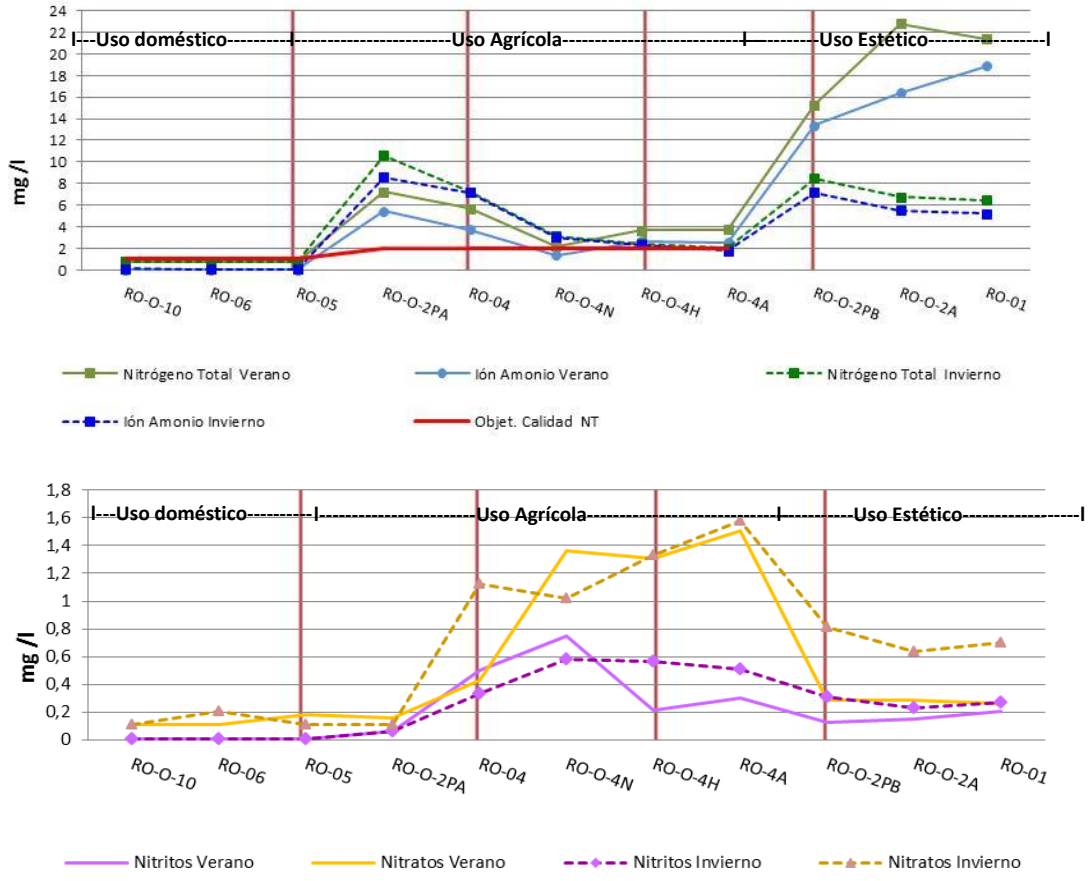
Gráfica 88 Variación OD Río de Oro



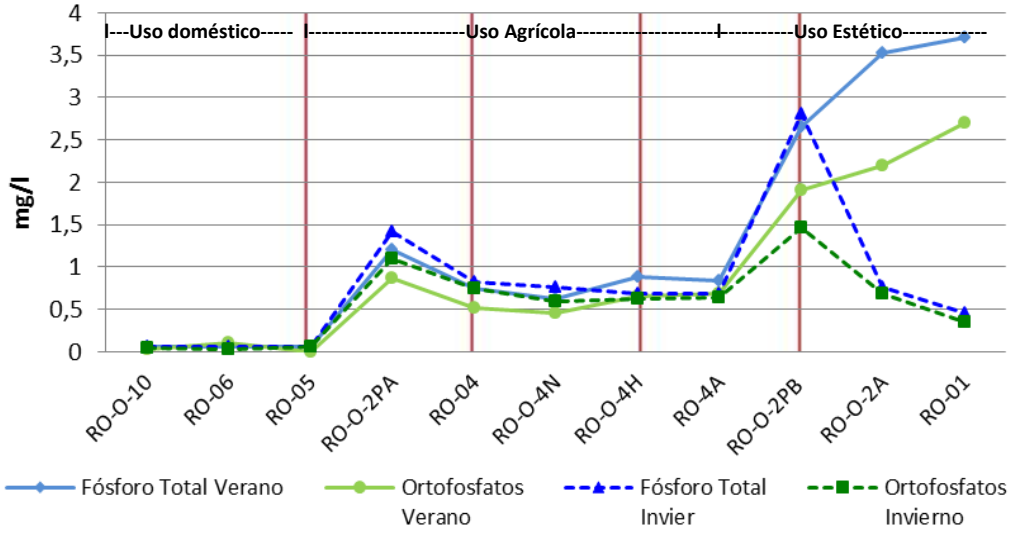
Gráfica 89. Variación de SSV, SST, ST en Río de Oro



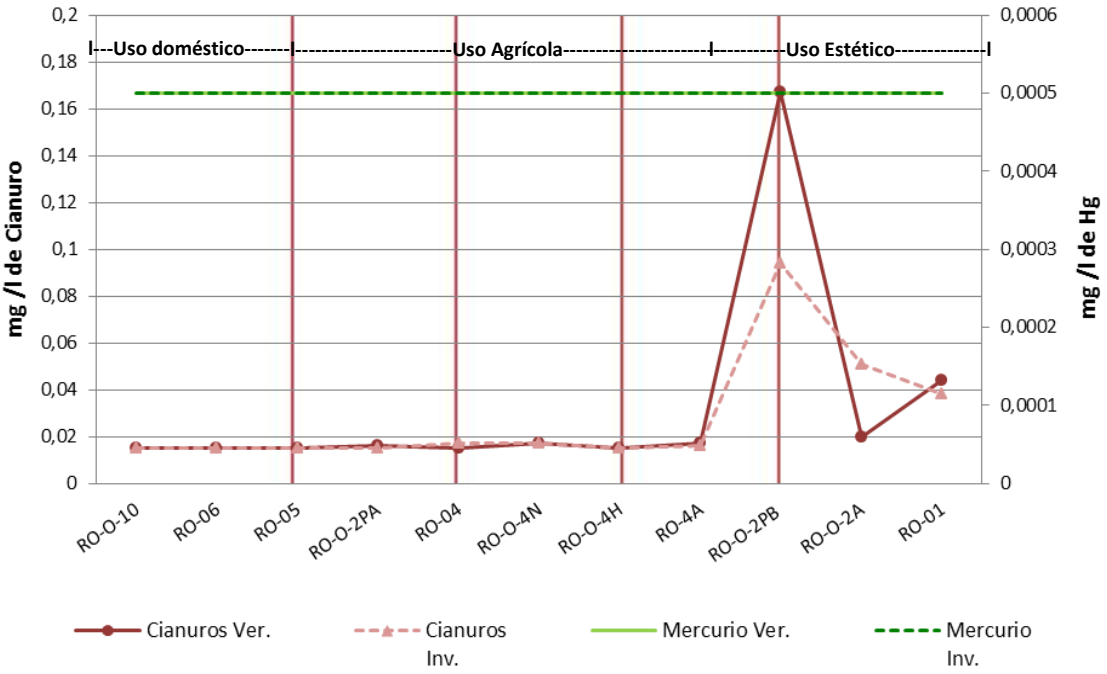
Gráfica 90. Variación de Nitrógenos NTK, NH_4, NO_2 y NO_3 en Río de Oro

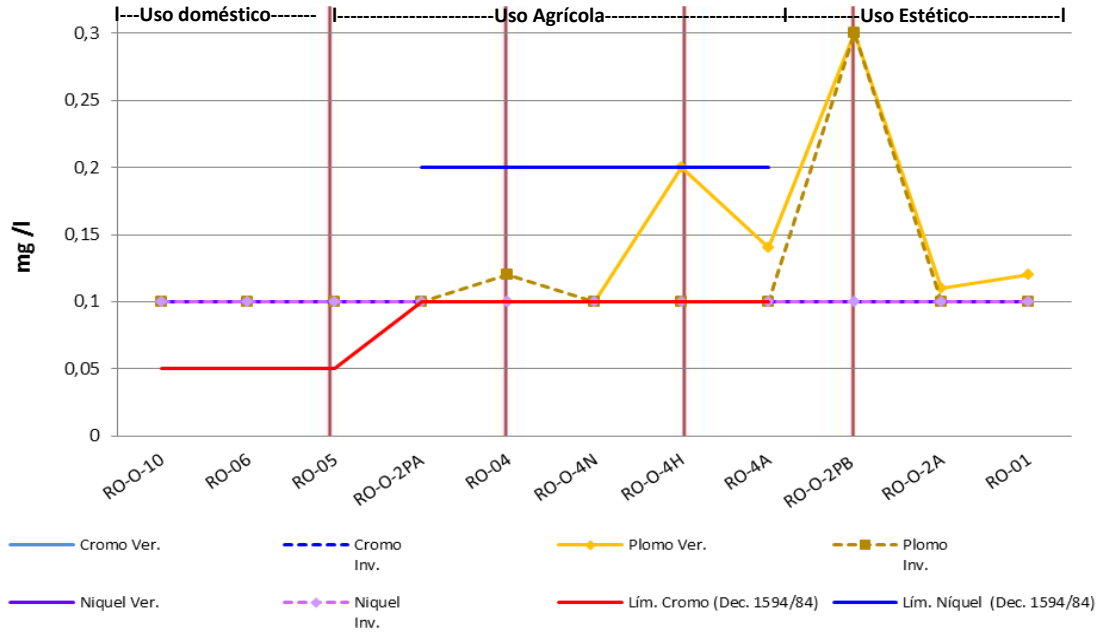


Gráfica 91. Variación de Fósforo Total y Soluble en Río de Oro

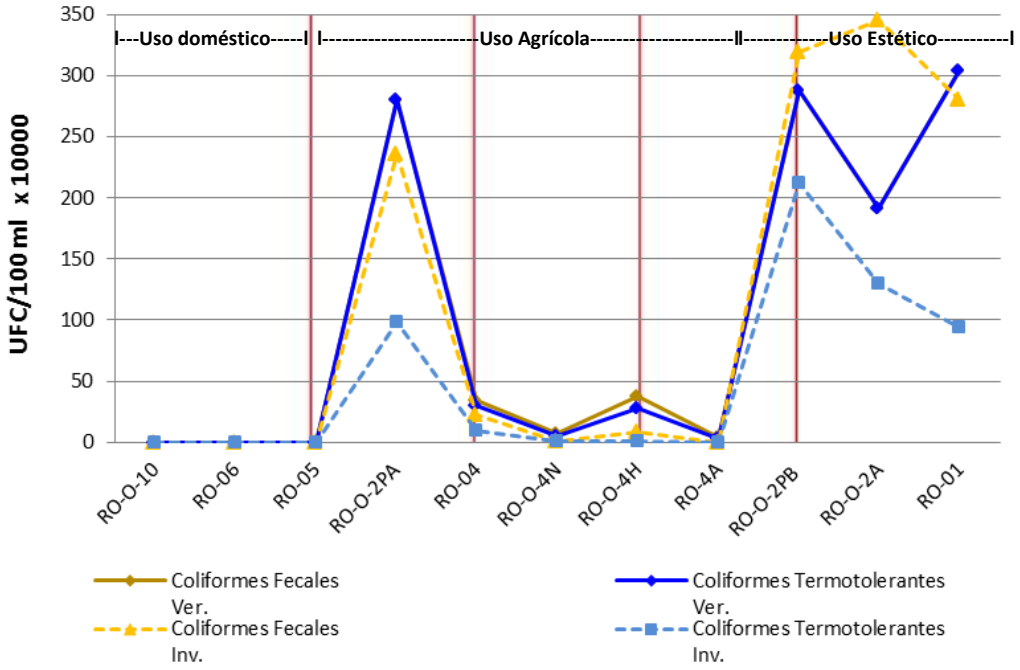


Gráfica 92. Variación de Metales en Río de Oro





Gráfica 93. Variación de Coliformes Termotolerantes y Fecales en Río de Oro



Como se evidencia en las anteriores graficas las zonas más afectadas por contaminación son los puntos RO-O-2PA, RO-O-2PB, RO-2A y RO-01, por el aporte principalmente de la quebrada Soratoque, en donde son depositadas en mayor proporción las aguas residuales del municipio de Piedecuesta, y en la parte baja de río de Oro, en Rio Frío que concentra los vertimientos del municipio de Floridablanca; y La Quebrada La Iglesia afectada a su vez por la Quebrada El Carrasco que recoge las aguas de lixiviado del sitio de disposición final de Relleno Sanitario el Carrasco, al igual que el aporte de las quebradas que se ubican en la escarpa de Bucaramanga que traen consigo la carga contaminante de los vertimientos de los barrios asentados en las riberas de estas quebradas.

Estos aportes generan el incremento de los parámetros como DBO, disminución de OD, aumento de la DQO, así como del grupo de Sólidos, Nitrógenos, Fósforo y Coliformes, en el grupo de los metales el incremento de su concentración se ve muy marcada en los dos últimos tramos de Río de Oro, para Plomo y Cianuros únicamente, aunque su aumento no es significativo según los valores máximos permisibles estipulados en el Decreto 1594 de 1984, para uso Agrícola, sin embargo según las calidades reportadas en este tramo el uso que aplicaría sería el Estético.

Según lo anterior se deduce que la contaminación significativa de Rio de Oro se presenta en el Tramo E, por la influencia marcada de aportes tanto industrial como doméstico, de las quebradas y Ríos afluentes. En el Tramo B aunque se evidencia una contaminación significativa, principalmente por Materia Orgánica, logra oxigenarse la corriente en el siguiente tramo (C), lo que se debe a la distancia de recorrido que tiene desde el municipio de Piedecuesta hasta Girón; recuperándose como se evidencia en los puntos RO-04, RO-O-4N, RO-O-4H y RO-4A, sin embargo vuelve a aumentar de manera más significativa que en el Tramo B por lo anteriormente descrito.

- **Relación DQO/DBO**

Un método para establecer la biodegradabilidad, es la comparación entre la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), la más simple, consiste en establecer la relación DQO/DBO_5. Cuando la DBO5 tiene un valor cercano a la de la DQO, los procesos biológicos son eficientes en la degradación de la materia orgánica. En caso contrario, si la DQO es mucho mayor que la DBO_5, la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica no es eficiente y el agua residual no sería degradable por medios biológicos. Como base de referencia, utilizamos las aguas residuales de origen doméstico. Estas son degradables en más de 90% cuando se someten a procesos de aireación natural o forzada. La relación DQO/DBO_5 para ellas varía entre 1,8 y 2,5. En consecuencia, como se muestra en el siguiente Cuadro, cuando la relación DQO/DBO5 es mayor que 5,0 son difícilmente tratables por medios biológicos y se consideran no degradables. Para valores entre 3,0 y 5,0 es necesario realizar estudios adicionales para establecer su degradabilidad, mientras que cuando esta relación es inferior a 3,0 las aguas son tratables por medios biológicos y se consideran degradables[28].

Cuadro 157 Relación DQO/DBO_5

Relación DQO/DBO	Concepto	Métodos de tratamiento aplicables
Mayor que 5,0	No degradable	Fisicoquímicos
Entre 3.0 y 5,0	Realizar estudios adicionales	Fisicoquímicos - Biológicos dependiendo de estudios adicionales
Menor que 3,0	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos

Fuente. Guía Ambiental para la formulación de planes de pretratamiento de efluentes industriales, 2002

Cuadro 158 Relación DQO/DBO_5 puntos de monitoreo Río de Oro

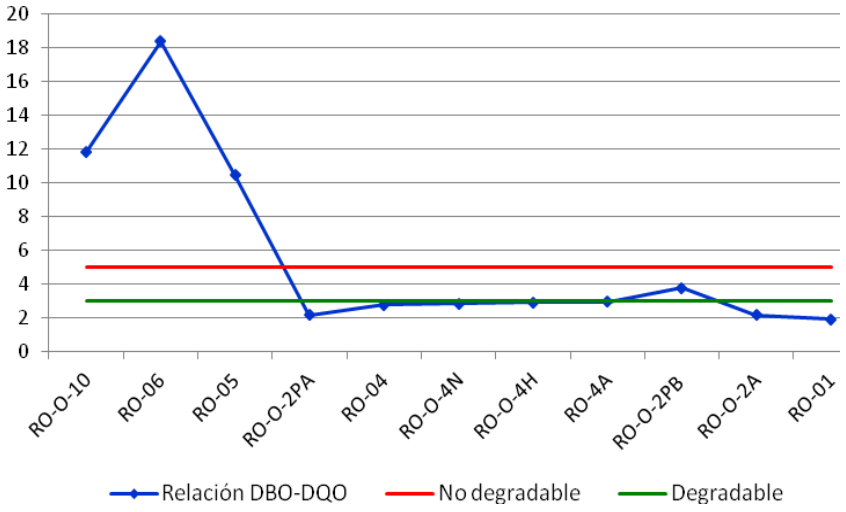
Temporada de Escasas Lluvias (Verano) Septiembre

Tramos	Puntos Monitoreo	DBO5 Total (mg DBO5/l)	DQO Total Verano	Relación DBO-DQO	Concepto	Métodos de Tratamiento Aplicables
TRAMO A: RO-O-10 / RO-05	RO-O-10	1.4	16.6	11.9	No degradable	Fisicoquímicos
	RO-06	1.5	27.6	18.4	No degradable	Fisicoquímicos
	RO-05	1.5	15.7	10.5	No degradable	Fisicoquímicos
TRAMO B: RO-05 / RO-04	RO-O-2PA	41	90.3	2.2	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos

[28] Ministerio del Medio Ambiente. Guía Ambiental para la formulación de planes de pretratamiento de efluentes industriales, 2002

	RO-04	18	50.3	2.8	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos
TRAMO C: RO-04 / RO-O-4H	RO-O-4N	7	20.1	2.9	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos
	RO-O-4H	15.3	44.7	2.9	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos
TRAMO D: RO-O-4H / RO-2PB	RO-4A	18	53.6	3.0	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos
	RO-O-2PB	23	87	3.8	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos
TRAMO E: RO-2PB / RO-01	RO-O-2A	22	47.9	2.2	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos
	RO-01	57	111	1.9	Degradable	Fisicoquímicos o biológicos

Gráfica 94. Relación DQO/DBO$_5$ puntos de monitoreo Río de Oro

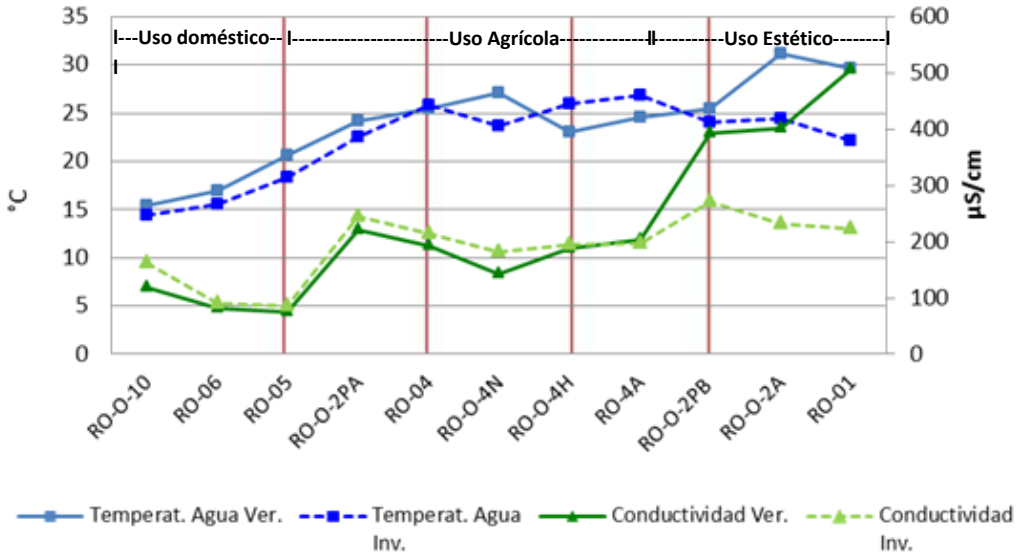


Como se muestra en el anterior cuadro y la gráfica, de acuerdo a la relación DQO/DBO$_5$, la mayoría de puntos se ubican en el rango menor que 3, lo que indica que para el saneamiento de esta corriente el tratamiento a implementar en una futura PTAR, debe ser primordialmente biológico, complementado con Fisicoquímico, debido a que la mayor afectación o descargas son de tipo doméstico, a partir del punto RO-O-2PA (después del municipio de Piedecuesta), incrementando su carga orgánica a lo largo de su recorrido haciéndose ésta más compleja después del punto RO-O-2A, una vez ha recibido las descargas de los municipios de Floridablanca, Girón y Bucaramanga.

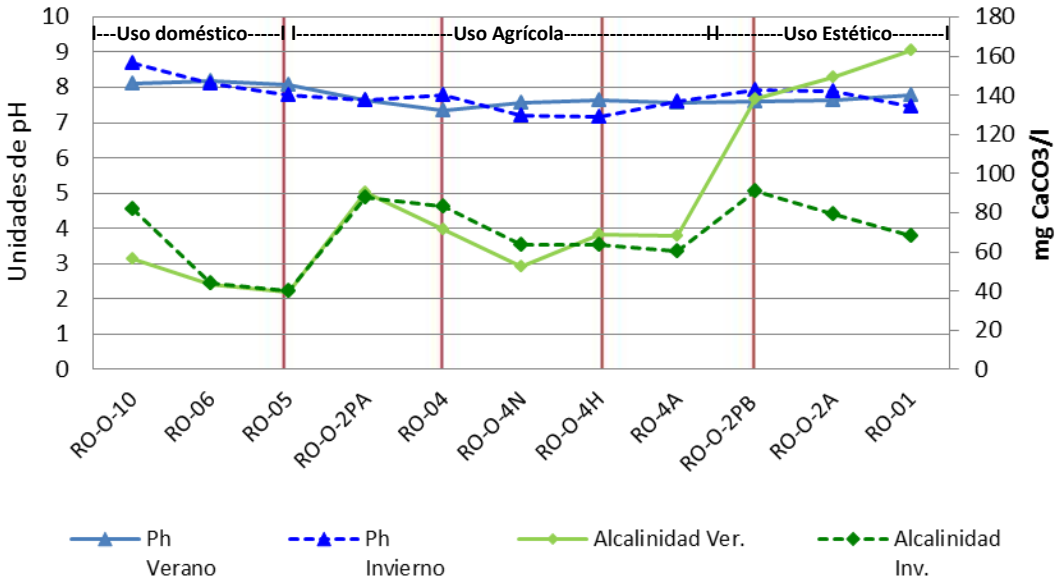
Los valores que se muestran para los tres primeros puntos aunque son mayores de 5 (11.9, 18.4 y 10.5), no evidencian vertimientos industriales sino la nula existencia de vertimientos de tipo doméstico o su menor aporte.

A continuación se presentan las relaciones entre los diferentes parámetros y su interrelación directa según los datos reportados:

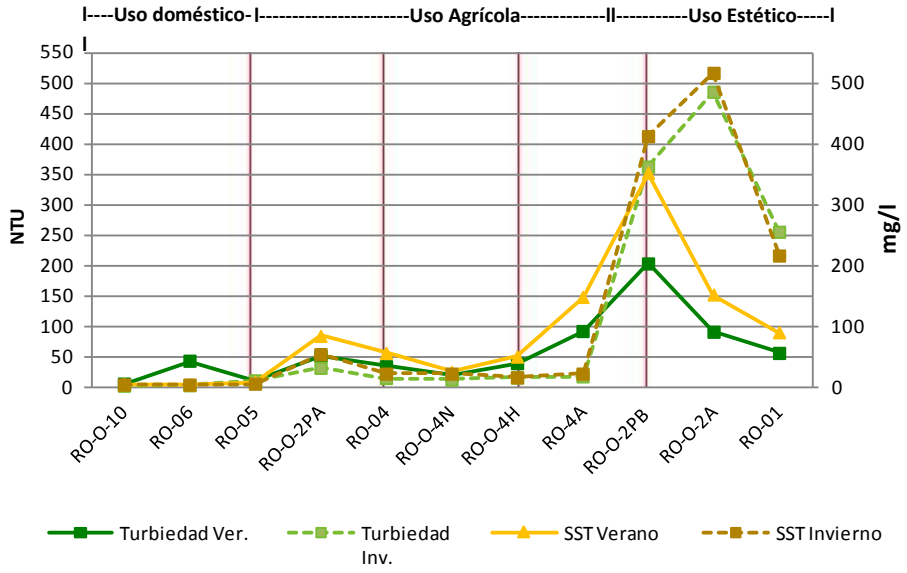
Gráfica 95. Relación Temperatura y Conductividad



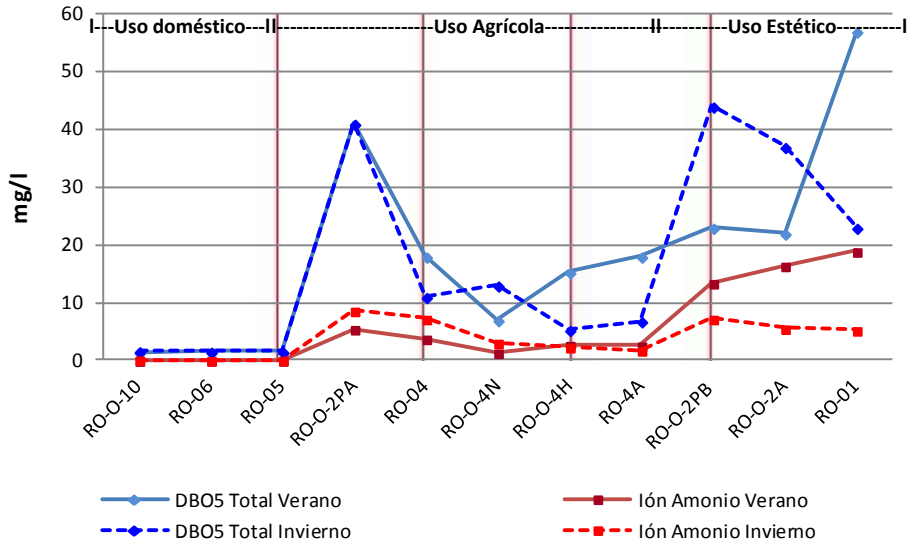
Gráfica 96 Relación Alcalinidad – pH



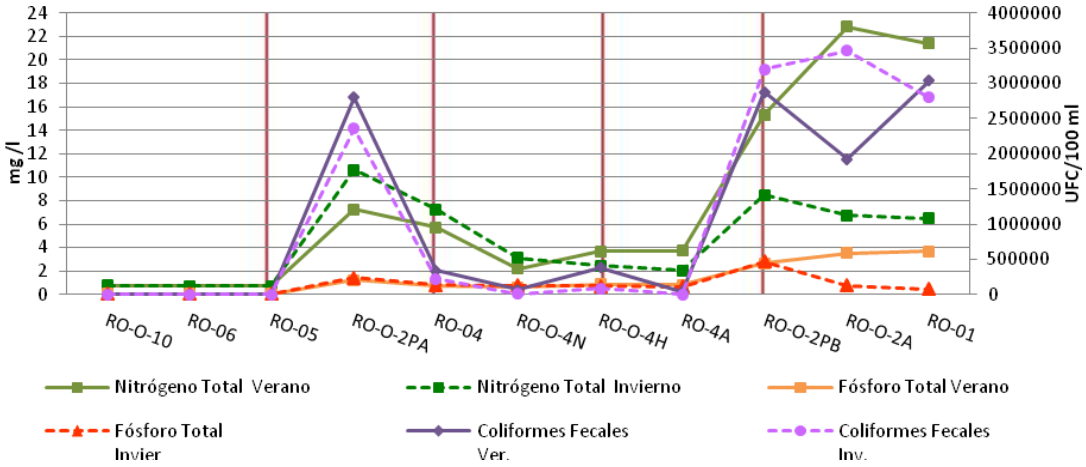
Gráfica 97 Relación Turbiedad y Sólidos Suspendidos Totales



Gráfica 98 Relación DBO5 – Ión Amonio



Gráfica 99 . Relación Nitrógeno – Fósforo –Coliformes Fecales



En la gráfica de relación Conductividad – Temperatura, la conductividad del agua está relacionada con la concentración de las sales en disolución, cuya disociación genera iones capaces de transportar la energía eléctrica. Como la solubilidad de las sales en el agua depende de la temperatura, evidentemente la conductividad varía con la temperatura del agua, en general, aumenta conforme aumenta la temperatura del agua, como en este caso, en donde aumenta la conductividad principalmente en verano conforme aumenta la temperatura en la misma temporada.

En la gráfica la relación pH-Alcalinidad, está sustentada por el hecho de que esta última mide la capacidad del agua para aceptar iones hidrógeno, lo cual se hace determinando principalmente la cantidad de iones bicarbonato, carbonato e hidróxilo, que para este caso es evidente su concentración que es proporcional a las unidades de pH, y que se incrementa en el último tramo, por la influencia antrópica.

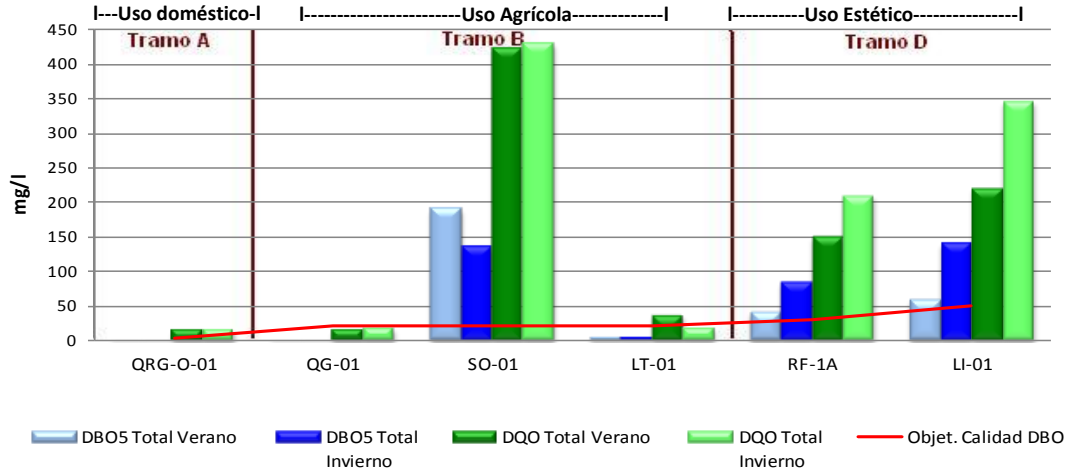
Con relación a los Sólidos Suspendidos Totales y la Turbiedad, esta última variable es otra forma de expresión de la primera, su principal causa la constituyen los procesos erosivos y extractivos como los evidenciados en los dos últimos tramos (D y E) en cuanto a material pétreo extraído del lecho del río, afectando los ecosistemas acuáticos por medio de la reducción de la penetración de la luz y con ello impidiendo el proceso natural de fotosíntesis.

En la última grafica se aprecia la relación DBO5-Ión amonio, la cual se traduce en aumento de contaminación orgánica, la que es evidente en los puntos RO-O-2PA, RO-O-2PB, RO-O-2A y RO-01, por las constantes descargas que se presentan en esta zona, primordialmente de tipo doméstico.

Para la relación Nitrógeno – Fósforo – Coliformes Fecales se aprecia nuevamente la influencia de cascos urbanos de Piedecuesta (en el punto RO-O-2PA), Girón, Floridablanca y Bucaramanga, específicamente por descargas domésticas en su mayoría, ratificando la afectación que tiene río de Oro por la alta carga orgánica que es vertida diariamente, aunque el río trata de recuperarse entre el recorrido de los puntos RO-04 y RO-4A, aumenta en casi el doble su contaminación desde el punto RO-O-2PB en adelante.

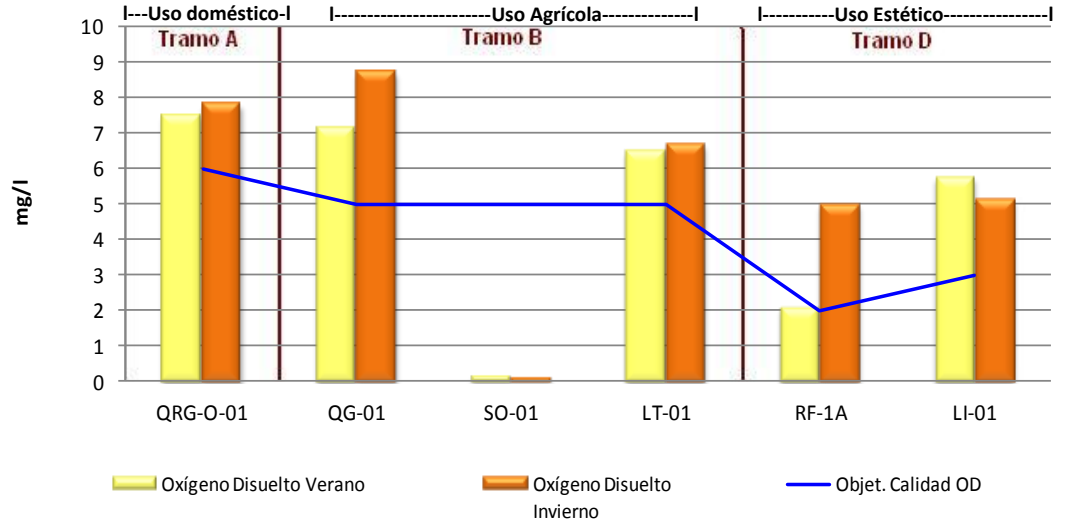
A continuación se presenta los resultados gráficos de los principales afluentes de Río de Oro:

Gráfica 100. Variación de DBO_5 – DQO en los afluentes principales de Río de Oro

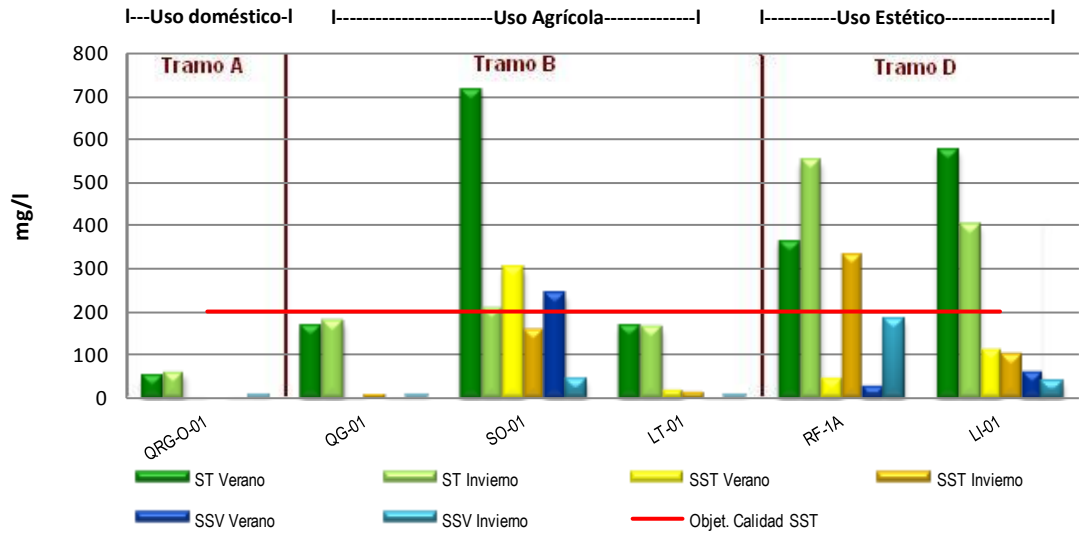


En la gráfica anterior se evidencia en el Tramo A, una nula afectación por materia orgánica en los puntos QRG-O-01 y QG-01, además de encontrarse por debajo de lo estipulado en el Acuerdo 1075 de 2006 (3 mg/l para uso Doméstico y 20 mg/l para uso Agrícola) los niveles de DBO5, caso contrario registran los puntos SO-01 (Quebrada Soratoque), RF-1A (Río Frío) y LI-01 (Q. La Iglesia), que se encuentran por encima del rango de los objetivos de calidad (20 mg/l para uso Agrícola y 50 mg/l para uso Estético), por las descargas permanentes de los municipios del área metropolitana de Bucaramanga. Para río Lato, se presentan niveles medios en DQO, los que superan el rango de 20 mg/l en temporada de verano (la más crítica), debido a la presencia de industrias que se albergan en esta zona.

Gráfica 101 Variación de OD en los afluentes principales de Río de Oro

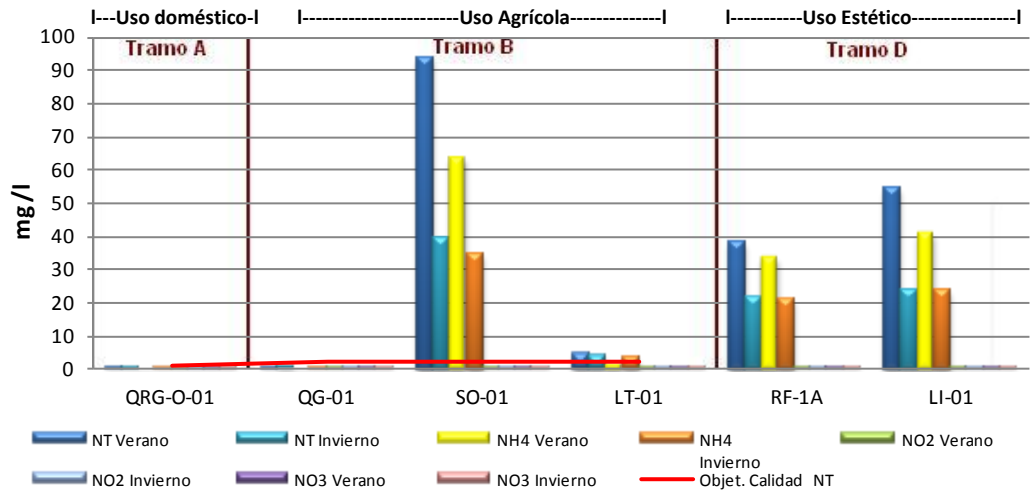


Gráfica 102. Variación de SSV – SST – ST en los afluentes principales de Río de Oro

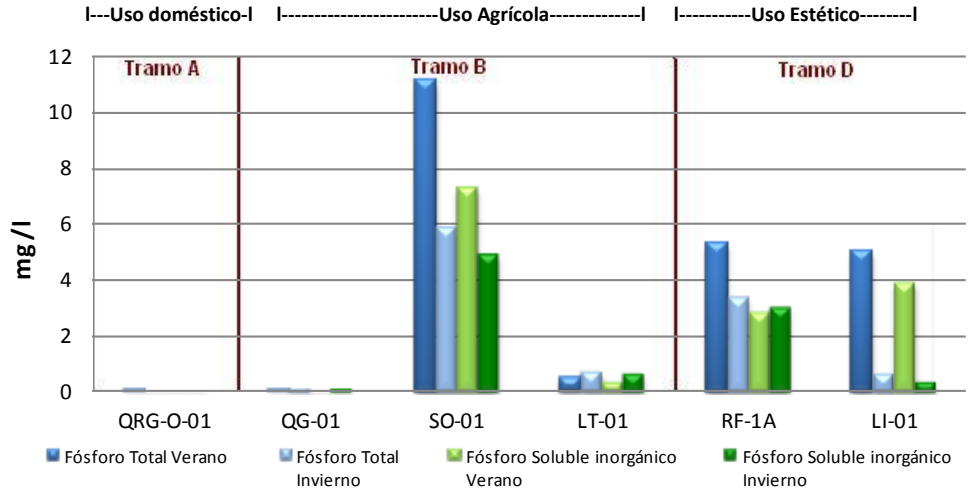


Como se observa en las gráfica de OD, la mayoría de los puntos cumple con los establecido en los Objetivos de Calidad excepto los puntos SO-01 y RF-01 en temporada de Verano, igualmente sucede en la siguiente grafica en donde se muestran los Solidos Volátiles, Suspendidos y Totales, estos dos últimos con mayor prevalencia, superando el rango límite para los Sólidos suspendidos en los puntos SO-01 y RF-1A. Sin embargo los que marcan la pauta son los Sólidos Totales en los puntos SO-01, RF-1A y LI-01, lo que evidencia una influencia también de los Sólidos disueltos, aunque este no fue una parámetro que se midió se asume su incidencia por su relación estrecha con los sólidos Totales.

Gráfica 103. Variación de Nitrógenos en los afluentes principales de Río de Oro

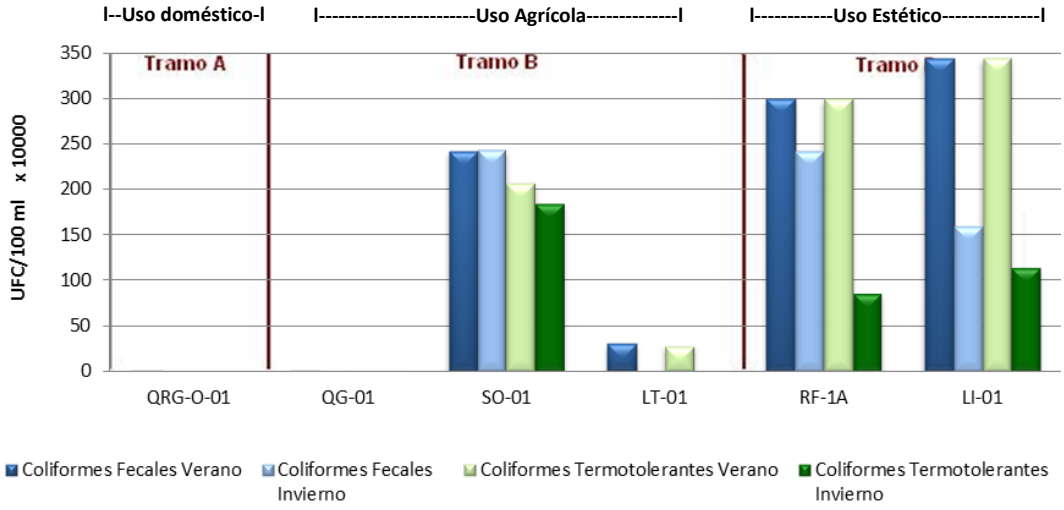


Gráfica 104. Variación de Fósforo en los afluentes principales de Río de Oro



En el grupo de nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) al igual que los parámetros anteriores presentan sus mayores valores en los puntos SO-01, RF-1A y LI-01, puesto que son puntos que presentan una influencia marcada de los municipios de Piedecuesta (SO-01), Floridablanca (RF-1A), Girón y Bucaramanga (LI-01), principalmente de zonas agrícolas, industriales y domésticas, como es el caso del punto RF-1A que recoge toda la influencia del río desde su nacimiento hasta la desembocadura en Río de Oro.

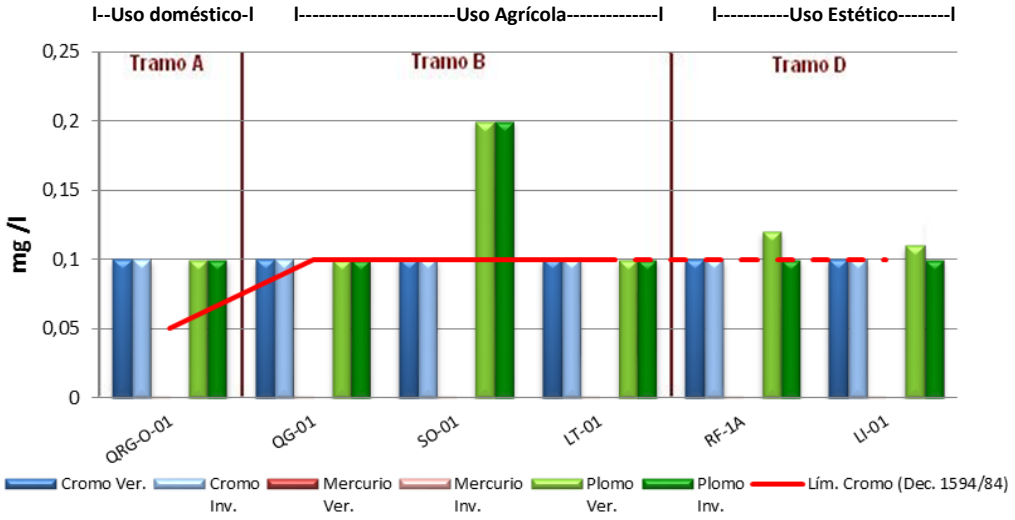
Gráfica 105. Variación de Coliformes en los afluentes principales de Río de Oro



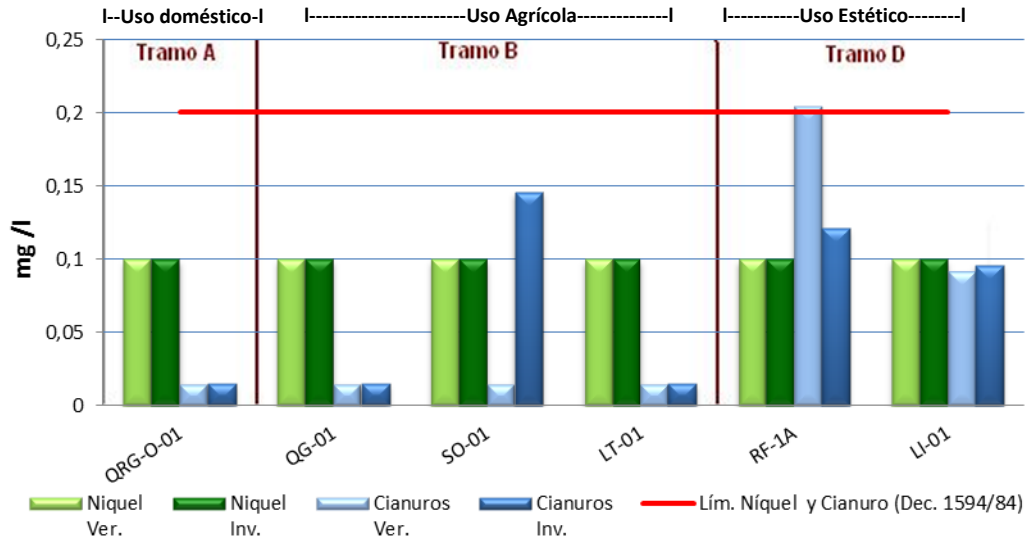
Como se evidencia en las gráficas los mayores aportantes para Río de Oro en Materia Orgánica son las Quebradas Soratoque y La Iglesia al igual que Río Frío, por las descargas principales de los colectores de las empresas de alcantarillado a estas fuentes y por la falta de tratamientos óptimos que

minimice su impacto. Como en las presentes campañas de monitoreo se midieron los Coliformes en UFC/100mL (unidades formadoras de colonias), no se puede hacer una comparación de los mismos debido a que los valores tanto en los Objetivos de calidad así como en el Decreto 1594 de 1984, se presentan en NMP (número más probable) .A continuación se evidencia en la siguientes graficas el comportamiento de los metales:

Gráfica 106. Variación de Cromo, Mercurio y Plomo en los afluentes principales Río de Oro Temporada Verano e invierno



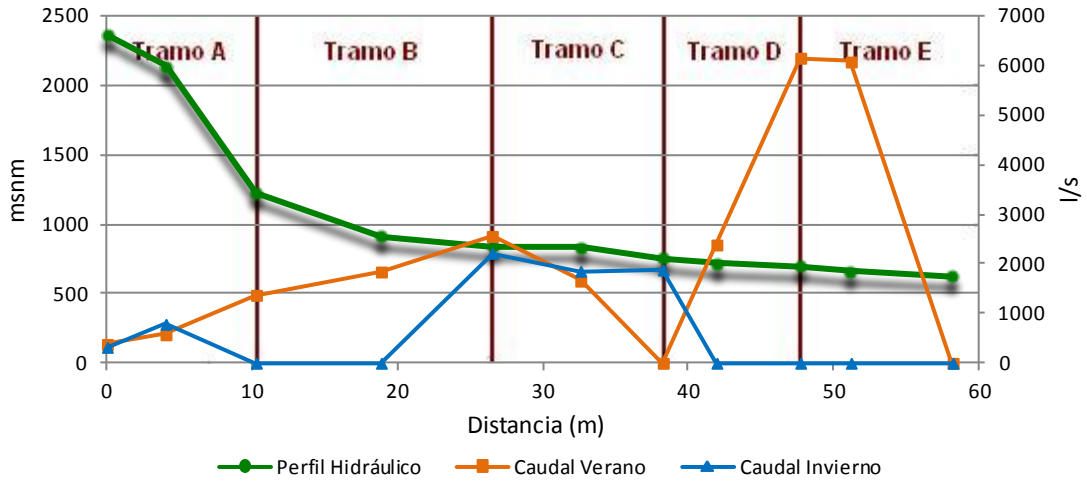
Gráfica 107. Variación de Níquel y Cianuro en los afluentes principales Río de Oro Temporada Verano e Invierno



Como se aprecia en las anteriores graficas los valores más representativos los tiene el Plomo superando el límite establecido en el Decreto 1594 de 1984 (0.05 mg/l para uso doméstico y 0.1 mg/l para Uso Agrícola), en los puntos QRG-O-01, SO-01 y RF-1A , para este último punto se asume el mismo valor como referencia (línea punteada), para establecer dicha afectación, sin embargo para este tramo el uso que aplica es el Estético y para éste no existe rangos permisibles dentro del Decreto.

A continuación se expone la variación del caudal con respecto al perfil hidráulico en los puntos de monitoreo de Río de Oro:

Gráfica 108 Perfil Hidráulico y caudal aforado en Río de Oro

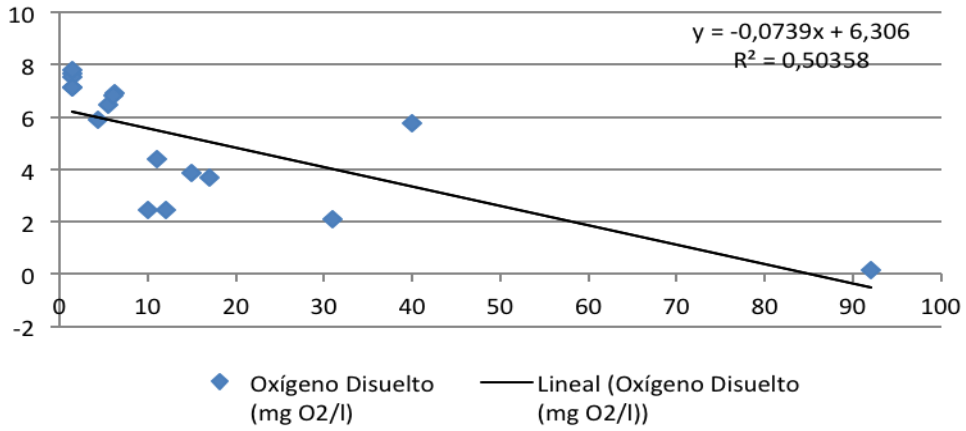


Como se observa en la gráfica a medida que el Río avanza en su recorrido, se van uniendo a él quebradas y fuentes innominadas que van aumentando su caudal así como los afluentes de mayor relevancia como son Río Frío y Lato, sin embargo esta no es la única causa, también se suman los vertimientos ubicados en su mayoría en el Tramo B (RO-05 a RO-04), D (RO-O-4H a RO-2PB) y E (RO-2PB a RO-01), que corresponden a los aportes de las empresas de alcantarillado tanto de Piedecuesta como de Bucaramanga , que son los mayores aportantes y en menor proporción la zona industrial de Chimita, ubicada en el tramo E. En la parte media de río de Oro o en el Tramo C, el caudal se mantiene constante puesto que allí no hay aportes significativos, y los puntos que registran cero, son puntos que debido a las condiciones climáticas y de acceso al río no se pudieron aforar.

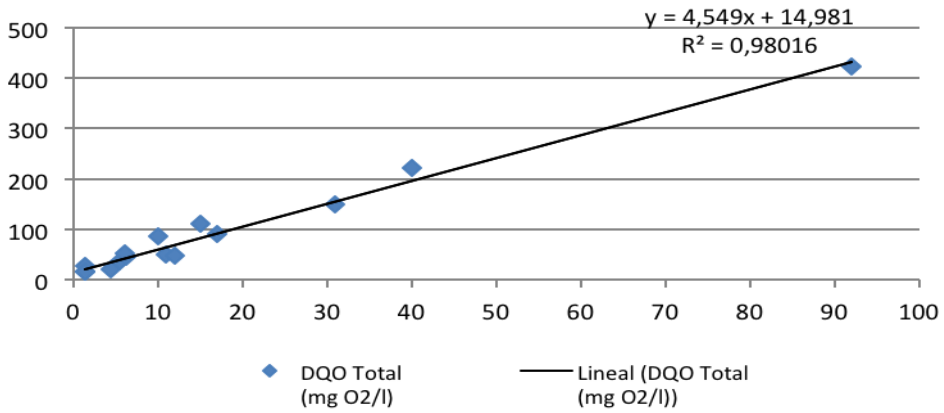
CORRELACIÒN DE VARIABLES

Se realizó la correlación existente entre los 31 parámetros monitoreados los cuales se evidencian a continuación en las siguientes graficas:

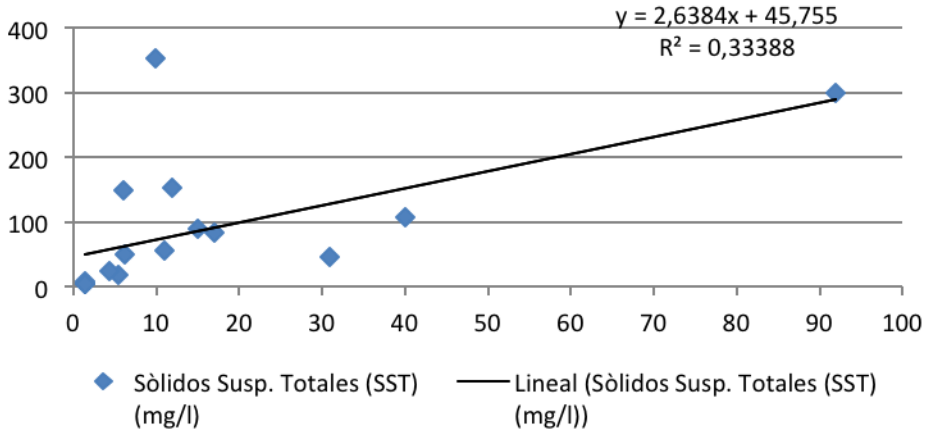
Gráfica 109. Correlación OD-DBO



Gráfica 110. Correlación DBO-DQO



Gráfica 111. Correlación Sólidos Suspendidos Totales-DBO



Como se evidencia la relación que existe entre la DBO y el Oxígeno Disuelto es una correlación lineal Buena, debido a que se hace necesaria la presencia de Oxígeno para la degradación de la materia orgánica. Para la relación de la DBO con la DQO, por el proceso paralelo que las dos variables ejecutan de degradación, la correlación lineal es Perfecta. Para la relación de la DBO y los Sólidos Suspendidos la correlación lineal es Pobre, a continuación se muestra la gráfica general de las diferentes correlaciones existentes entre los 31 parámetros monitoreados, los que sobresalen en rojo son los valores que mostraron una correlación buena y perfecta.

Cuadro 159. Correlaciones entre los diferentes parámetros monitoreados.

Parámetros	Temperat. Amb	Temperat. Agua	Conductividad	Ph	DBO5 Total	DBO5 Filtrada	Oxígeno Disuelto	DQO Total	Sólidos Sus Totales	Sólidos Susp. Volátiles	Sólidos Totales	Dureza Total	Turbiedad	Nitrógeno Total	Ión Amonio NH4	Nitritos NO2	Nitratos NO3	Fósforo Total	Fósforo Soluble inorgánico	Alcalinidad	SAAM	Cromo	Plomo	Niquel	Cianuros	Grasas y Aceites Totales	Fenoles	Sulfatos	Coliformes Termotolerantes	Coliformes Fecales
Temperat. Amb	1																													
Temperat. Agua	0,55	1																												
Conductividad	0,29	0,56	1,00																											
Ph	-0,08	-0,12	0,20	1,00																										
DBO5 Total	0,39	0,36	**0,78**	0,03	1																									
DBO5 Filtrada	0,34	0,33	**0,83**	0,07	**0,97**	1,00																								
Oxígeno Disuelto	-0,48	-0,62	-0,70	0,23	**-0,72**	**-0,71**	1,00																							
DQO Total	0,30	0,33	**0,86**	0,10	**0,97**	**0,99**	-0,70	1,00																						
Sólidos Susp. Totales (SST)	0,13	0,43	0,58	-0,18	0,62	0,58	**-0,73**	0,62	1,00																					
Sólidos Susp. Volátiles (SST)	0,26	0,34	**0,70**	-0,02	**0,91**	**0,88**	**-0,76**	**0,89**	**0,85**	1,00																				
Sólidos Totales	0,24	0,59	**0,89**	0,02	**0,76**	**0,77**	**-0,79**	**0,82**	**0,88**	**0,86**	1,00																			
Dureza Total	0,18	0,38	**0,79**	0,14	0,50	0,54	-0,48	0,60	0,46	0,43	**0,71**	1,00																		
Turbiedad	0,10	0,39	0,56	-0,11	0,60	0,55	-0,68	0,60	**0,99**	**0,83**	**0,87**	0,48	1,00																	
Nitrógeno Total (NTK)	0,30	0,39	**0,91**	0,13	**0,93**	**0,97**	**-0,72**	**0,98**	0,60	**0,86**	**0,83**	0,63	0,58	1,00																
Ión Amonio NH4	0,29	0,42	**0,94**	0,13	**0,91**	**0,95**	**-0,74**	**0,96**	0,59	**0,82**	**0,85**	0,67	0,57	**0,99**	1,00															
Nitritos NO2	0,38	0,35	-0,22	-0,50	-0,18	-0,22	0,00	-0,24	-0,03	-0,19	-0,13	-0,02	-0,04	-0,26	-0,26	1,00														

Parámetros	Temperat. Amb	Temperat. Agua	Conductividad	Ph	DBO5 Total	DBO5 Filtrada	Oxigeno Disuelto	DQO Total	Sólidos Sus Totales	Sólidos Susp. Volátiles	Sólidos Totales	Dureza Total	Turbiedad	Nitrógeno Total	Ión Amonio NH4	Nitritos NO2	Nitratos NO3	Fósforo Total	Fósforo Soluble inorgánico	Alcalinidad	SAAM	Cromo	Plomo	Níquel	Cianuros	Grasas y Aceites Totales	Fenoles	Sulfatos	Coliformes Termotolerantes	Coliformes Fecales
Nitratos NO3	-0,22	0,03	-0,11	-0,16	-0,07	-0,11	0,18	-0,08	0,15	-0,05	0,03	0,07	0,17	-0,13	-0,14	0,20	1,00													
Fósforo Total	0,33	0,47	**0,90**	0,05	**0,94**	**0,96**	**-0,81**	**0,96**	0,65	**0,88**	**0,86**	0,62	0,63	**0,98**	**0,98**	-0,22	-0,12	1,00												
Fósforo Soluble inorgánico	0,34	0,47	**0,92**	0,07	**0,95**	0,96	-0,78	**0,97**	0,68	**0,89**	**0,88**	0,66	0,65	**0,98**	**0,98**	-0,20	-0,10	**0,99**	1,00											
Alcalinidad	0,29	0,46	**0,98**	0,14	**0,83**	**0,88**	**-0,73**	**0,91**	0,60	**0,76**	**0,88**	**0,81**	0,59	**0,95**	**0,97**	-0,23	-0,12	**0,93**	**0,95**	1,00										
SAAM	0,20	0,21	**0,84**	0,22	**0,87**	**0,95**	-0,53	**0,95**	0,45	**0,77**	**0,71**	0,56	0,44	**0,96**	**0,94**	-0,29	-0,11	**0,89**	**0,90**	**0,88**	1,00									
Cromo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00								
Plomo	-0,25	0,18	0,30	-0,17	0,34	0,30	-0,45	0,36	**0,82**	0,62	0,63	0,26	**0,82**	0,31	0,31	-0,03	0,05	0,38	0,39	0,32	0,21	0,00	1,00							
Níquel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00						
Cianuros	-0,20	0,21	0,50	0,04	0,10	0,20	-0,46	0,25	0,37	0,19	0,50	0,43	0,35	0,31	0,40	-0,18	-0,11	0,35	0,31	0,47	0,24	0,00	0,44	0,00	1,00					
Grasas y Aceites Totales	0,31	0,35	**0,84**	0,09	**0,93**	**0,94**	**-0,78**	**0,96**	**0,76**	**0,95**	**0,89**	0,56	**0,74**	**0,94**	**0,93**	-0,29	-0,16	**0,94**	**0,95**	**0,89**	**0,87**	0,00	0,50	0,00	0,36	1,00				
Fenoles	-0,15	-0,41	-0,23	0,36	-0,16	-0,16	0,27	-0,14	-0,20	-0,15	-0,26	-0,15	-0,05	-0,16	-0,17	-0,17	-0,06	-0,18	-0,18	-0,19	-0,11	0,00	-0,14	0,00	-0,12	-0,16	1,00			
Sulfatos	0,30	0,27	**0,71**	0,06	**0,97**	**0,96**	-0,68	**0,95**	0,66	**0,95**	**0,74**	0,40	0,63	**0,91**	**0,88**	-0,23	-0,04	**0,91**	**0,91**	**0,77**	**0,88**	0,00	0,39	0,00	0,08	**0,93**	-0,12	1,00		
Coliformes Termotolerantes	0,38	0,52	**0,81**	0,04	0,53	0,54	-0,74	0,60	0,55	0,51	**0,77**	**0,71**	0,54	0,63	0,69	-0,24	-0,22	0,66	0,68	0,79	0,48	0,00	0,33	0,00	0,65	0,69	-0,22	0,42	1,00	
Coliformes Fecales	0,39	0,53	**0,83**	0,04	0,58	0,58	**-0,76**	0,64	0,58	0,56	**0,80**	**0,71**	0,56	0,66	**0,72**	-0,24	-0,22	**0,70**	**0,72**	**0,81**	0,52	0,00	0,35	0,00	0,63	0,73	-0,22	0,47	**1,00**	1

En el siguiente cuadro se hace un resumen de las correlaciones más importantes que se catalogan como perfectas:

Cuadro 160. Resumen de las correlaciones Perfectas de los parámetros monitoreados

Relación de parámetros		Coeficiente de correlación
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100 ml)	0,998
Ión Amonio	Nitrógeno Total (NTK)	0,993
Fósforo Soluble	Fósforo Total	0,992
DQO Total	DBO5 Filtrada	0,990
Turbiedad	Sólidos Susp. Totales (SST)	0,985
Fósforo Soluble inorgánico	Nitrógeno Total (NTK)	0,984
Fósforo Soluble inorgánico	Ión Amonio	0,982
Fósforo Total	Ión Amonio	0,982
Fósforo Total	Nitrógeno Total (NTK)	0,981
Alcalinidad	Conductividad	0,979
Sulfatos	DBO5 Total	0,973
Nitrógeno Total (NTK)	DBO5 Filtrada	0,973
DBO5 Filtrada	DBO5 Total	0,973
DQO Total	DBO5 Total	0,972
Alcalinidad	Ión Amonio	0,971
Sulfatos	DBO5 Filtrada	0,962
Fósforo Total	DBO5 Filtrada	0,956
SAAM	Nitrógeno Total (NTK)	0,956
Fósforo Soluble inorgánico	DBO5 Filtrada	0,955
Ión Amonio	DBO5 Filtrada	0,951
Alcalinidad	Nitrógeno Total (NTK)	0,950
SAAM	DBO5 Filtrada	0,949
Grasas y Aceites Totales	Sólidos Susp. Volátiles (SST)	0,947
Fósforo Soluble inorgánico	DBO5 Total	0,945
Sulfatos	Sólidos Susp. Volátiles (SST)	0,945
Ión Amonio	Conductividad	0,942
Fósforo Total	DBO5 Total	0,939
Grasas y Aceites Totales	DBO5 Filtrada	0,939
SAAM	Ión Amonio	0,938
Grasas y Aceites Totales	Fósforo Total	0,938
Grasas y Aceites Totales	Nitrógeno Total (NTK)	0,938
Alcalinidad	Fósforo Total	0,934
Nitrógeno Total (NTK)	DBO5 Total	0,931
Sulfatos	Grasas y Aceites Totales	0,931
Grasas y Aceites Totales	Ión Amonio	0,929
Grasas y Aceites Totales	DBO5 Total	0,929
Fósforo Soluble inorgánico	Conductividad	0,917
Sulfatos	Nitrógeno Total (NTK)	0,914
Sulfatos	Fósforo Total	0,913
Nitrógeno Total (NTK)	Conductividad	0,912
Sólidos Susp. Volátiles (SST)	DBO5 Total	0,911
Ión Amonio	DBO5 Total	0,905

A continuación se muestra la tabla con los parámetros de mayores correlaciones directas existentes y lineales perfectas:

Cuadro 161. Parámetros monitoreados con mayores correlaciones

Parámetros con mayor	
Grasas y Aceites Totales	Sólidos
	DBO5
	Fósforo Total
	Nitrógeno
	Ión Amonio
	DBO5 Total
Sulfatos	DBO5 Total
	DBO5
	Sólidos
	Grasas y
	Nitrógeno
	Fósforo Total

La anterior tabla muestra las relaciones directas y de mayor influencia entre los diferentes parámetros, entre las que se destacan las relaciones de Grasas y aceites y Sulfatos porque son los parámetros que mayor número de correlaciones tienen, lo que se corrobora por la presencia de espumas de manera sustancial en la parte baja de Río de Oro acompañado de los procesos de descomposición elevada de materia orgánica, lo que puede estar influenciado por el aporte de la quebrada La Iglesia.

3.2.10 (r) Construir el índice de calidad de agua a partir de información físico químicas.

3.2.10.1 Análisis índice de calidad del agua ICACOSU.

Para establecer un patrón de comparación a nivel nacional de las calidades del agua presentadas en este proyecto, a continuación se expone la metodología utilizada por el IDEAM a través de la implementación del ICACOSU, metodología que se exhibe ampliamente en el Informe Nacional del Agua 2010 y se explica en el Anexo 2 del presente proyecto, este índice se retoma para los 17 puntos de monitoreo de Río de Oro y sus principales afluentes.

El índice de calidad del agua ICACOSU reduce grandes volúmenes de datos de campo a un simple valor numérico de cero (0) a uno (1) y se clasifica según la calidad del agua en orden ascendente en una de las cinco categorías siguientes: Muy Malo, Malo, Regular, Aceptable y Bueno como se expone en el siguiente cuadro.

Cuadro 162. Categoría de clasificación ICACOSU-IDEAM

Categoría	Rango	Escala de Color
Muy Malo	0 – 0.25	
Malo	0.26 – 0.50	
Regular	0.51 – 0.70	
Aceptable	0.71 – 0.90	
Bueno	0.91 – 1.00	

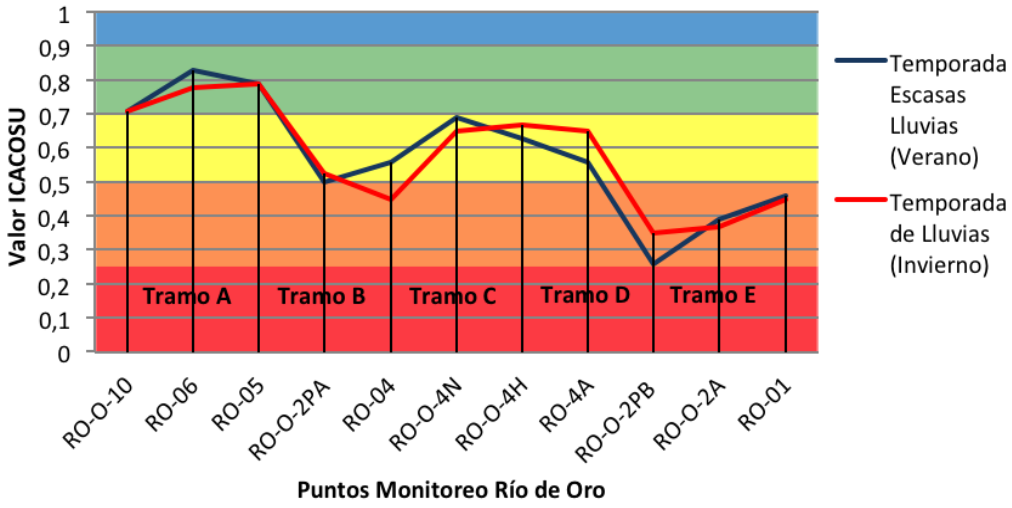
A continuación se evidencia por tramos, según los puntos asociados al mismo, los resultados del ICACOSU de cinco variables sin caudal, y los caudales de los 17 puntos monitoreados durante la temporada escasas lluvias (Verano) y de lluvias (Invierno) con sus respectivas gráficas.

Cuadro 163. Resultados ICACOSU en las temporadas de monitoreo

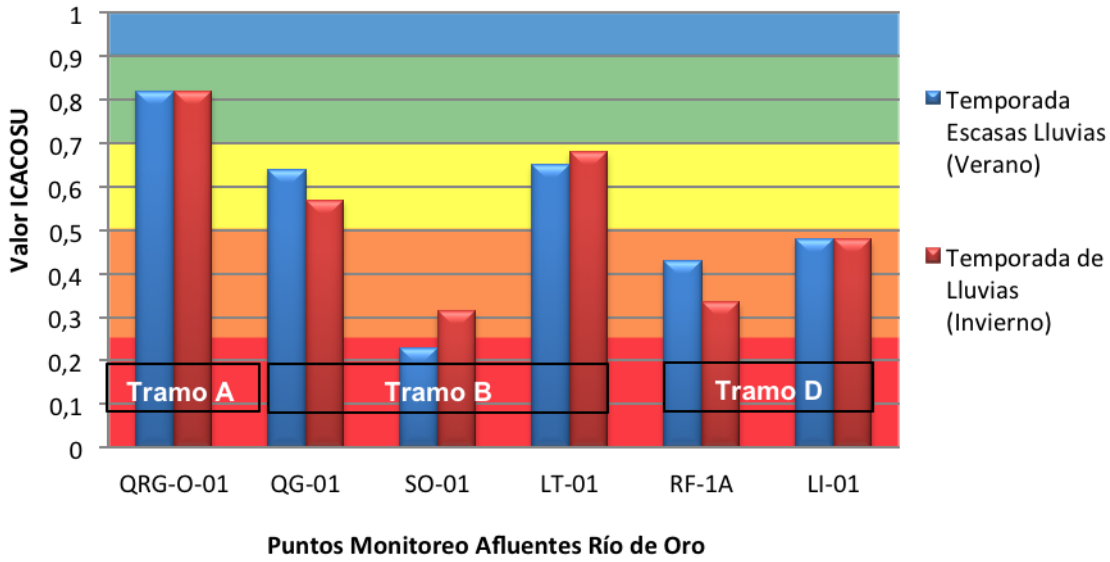
RÍO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES							
Código	***Nombre de la Corriente***	***Temporada Escasas Lluvias (Verano)***			***Temporada de Lluvias (Invierno)***		
		Caudal (m^3/s)	***Valor ICACOSU***	***Clasificación***	***Caudal (m^3/s)***	***Valor ICACOSU***	***Clasificación***
TRAMO A: RO-O-10/ RO-05							
RO-O-10	Río de Oro	0,40	0,71	ACEPTABLE	0,3211	0,71	ACEPTABLE
RO-06	Río de Oro	0,22	0,83	ACEPTABLE	0,7871	0,78	ACEPTABLE
QRG-O-01	Quebrada El Rasgón	0,48	0,82	ACEPTABLE	0,4803	0,82	ACEPTABLE
RO-05	Río de Oro	1,37	0,79	ACEPTABLE	-	0,79	ACEPTABLE
***TRAMO B:* RO-05/ RO-04**							
QG-01	Quebrada Grande	0,12	0,64	REGULAR	0,1361	0,57	REGULAR
SO-01	Quebrada Soratoque	0,29	0,23	MUY MALO	0,1824	0,314	MALO
RO-O-2PA	Río de Oro	3,31	0,5	MALO	-	0,525	REGULAR
LT-01	Río Lato	0,33	0,65	REGULAR	-	0,68	REGULAR
RO-04	Río de Oro	2,61	0,56	REGULAR	2,2197	0,4502	MALO
***TRAMO C:* RO-04 / RO-O-4H**							
RO-O-4N	Río de Oro	1,66	0,69	REGULAR	1,8587	0,65	REGULAR
RO-O-4H	Río de Oro	-	0,63	REGULAR	1,8816	0,67	REGULAR
***TRAMO D:* RO-O-4H / RO-2PB**							

RÍO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES							
Código	***Nombre de la Corriente***	***Temporada Escasas Lluvias (Verano)***			***Temporada de Lluvias (Invierno)***		
		Caudal (m^3/s)	***Valor ICACOSU***	***Clasificación***	***Caudal (m^3/s)***	***Valor ICACOSU***	***Clasificación***
RO-4A	Río de Oro	2,39	0,56	REGULAR	-	0,651	REGULAR
RF-1A	Río Frío	1,22	0,43	MALO	1,7424	0,335	MALO
LI-01	Quebrada La Iglesia	0,50	0,48	MALO	0,6051	0,48	MALO
RO-O-2PB	Río de Oro	6,16	0,26	MALO	-	0,35	MALO
TRAMO E: **RO-2PB / RO-01**							
RO-O-2A	Río de Oro	6,08	0,39	MALO	-	0,37	MALO
RO-01	Río de Oro	-	0,46	MALO	-	0,45	MALO

Gráfica 112. Comportamiento ICACOSU Río de Oro Temporada Invierno y Verano



Gráfica 113. Comportamiento ICACOSU Afluentes Río de Oro Temporada Invierno y Verano.



La clasificación del ICACOSU en los puntos de monitoreo presentó en general para el Tramo A (RO-O-10, RO-06, RO-05) calidades Aceptables, en comparación con los demás Tramos que reportaron calidades desde Buena a Pésima, los Tramos más afectados fueron el B, D y E, tramos que por recibir la carga contaminante de la quebrada Soratoque (Tramo B) se ve seriamente afectado después de la confluencia con Río de Oro, igualmente pasa con el Tramo D, que recibe las cargas contaminantes de Rio Frio; afectado a su vez por las descargas del municipio de Floridablanca; y la Quebrada La iglesia.

El tramo E por ser el último se encuentra afectado por todas las descargas tanto de tipo Industrial como Doméstico, de los municipios de Piedecuesta, Floridablanca, Girón y Bucaramanga, adicional a las quebradas afluentes a Río de Oro como son las Quebradas Chimitá, Cuyamita, La Argelia, Las Navas, Chapinero y La Picha, todas con calidad Inadecuada ubicándose en el ICACOSU en las clasificaciones de Medio y Malo; y toda la zona industrial de Chimitá, que se ubica allí.

Las quebradas afluentes que mayor repercusión tienen sobre la calidad del agua en Rio de Oro son la Soratoque y La Iglesia, porque a lo largo de su recorrido reciben los principales colectores de las empresas de alcantarillado de los municipios de Piedecuesta y Bucaramanga respectivamente. En una misma proporción se encuentra Río Frío que se clasificó en Malo su calidad, por los vertimientos que recibe del municipio de Floridablanca.

3.2.10.2 Perfil de calidad estudios hidrobiológicos. Con la información hidrobiológica generada y la información secundaria disponible, se deberán calcular los siguientes indicadores biológicos:

Para el caso de los índices definidos se hará el análisis estructural y ecológico de dos comunidades bénticas los macroinvertebrados bénticos y las algas perifíticas, siguiendo las siguientes directrices metodológicas y de análisis para ambas comunidades.

3.2.10.2.1 Índice BMWP. Adaptado para Colombia por Roldan, 1997. Para determinar la calidad del agua será considerado el índice cualitativo BMWP (Roldán y Ruiz, 2001). Este índice aplica puntajes asignados para las diferentes familias de macroinvertebrados registrados en Antioquia y el significado ambiental es representado por los valores de este índice

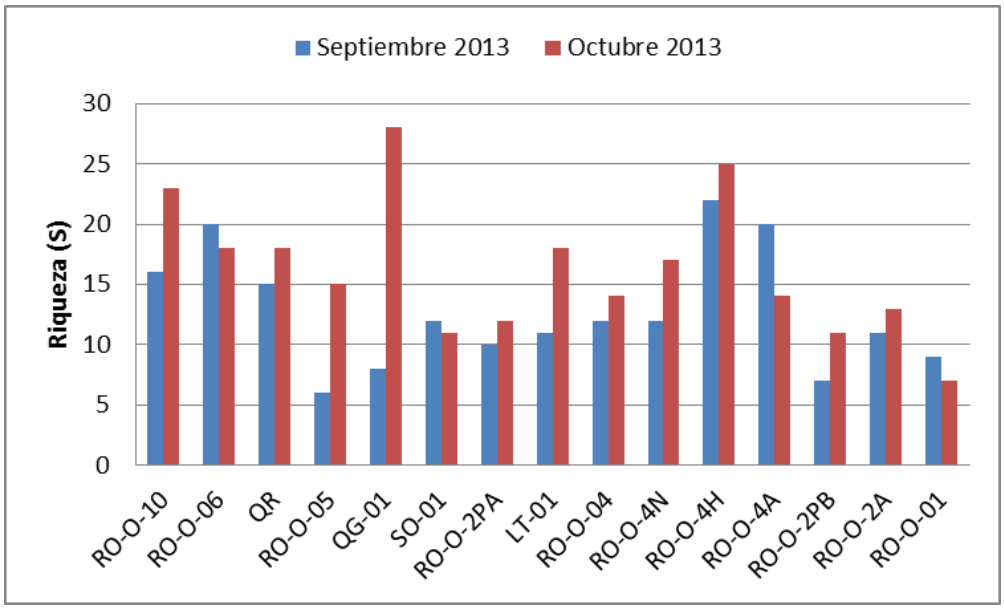
El índice BMWP demuestra los cambios en la calidad del agua del Río de Oro desde la parte alta, hasta la confluencia con el Río Suratá.

Cuadro 164. Resultados índices BWMP.

Punto de Muestreo	Septiembre 2013			Octubre 2013		
	Riqueza (S) No. Familias	BMWP	Calidad	Riqueza (S) No. Familias	BMWP	Calidad
RO-O-10	16	101	Buena	23	137	Buena
RO-O-06	19	108	Buena	18	116	Buena
QR	14	88	Aceptable	18	101	Buena
RO-O-05	6	34	Crítica	15	102	Buena
QG-01	8	49	Dudosa	26	143	Buena
SO-01	17	45	Dudosa	11	44	Dudosa
RO-O-2PA	10	37	Dudosa	12	65	Aceptable
LT-01	11	57	Dudosa	18	87	Aceptable
RO-O-04	12	59	Dudosa	13	73	Aceptable
RO-O-04N	12	61	Aceptable	17	96	Aceptable
RO-O-4H	22	112	Buena	24	134	Buena
RO-O-4A	20	89	Aceptable	14	79	Aceptable
RO-O-2PB	7	39	Dudosa	10	35	Crítica
RO-O-2A	11	46	Dudosa	13	61	Aceptable
RO-O-01	9	34	Crítica	7	28	Crítica

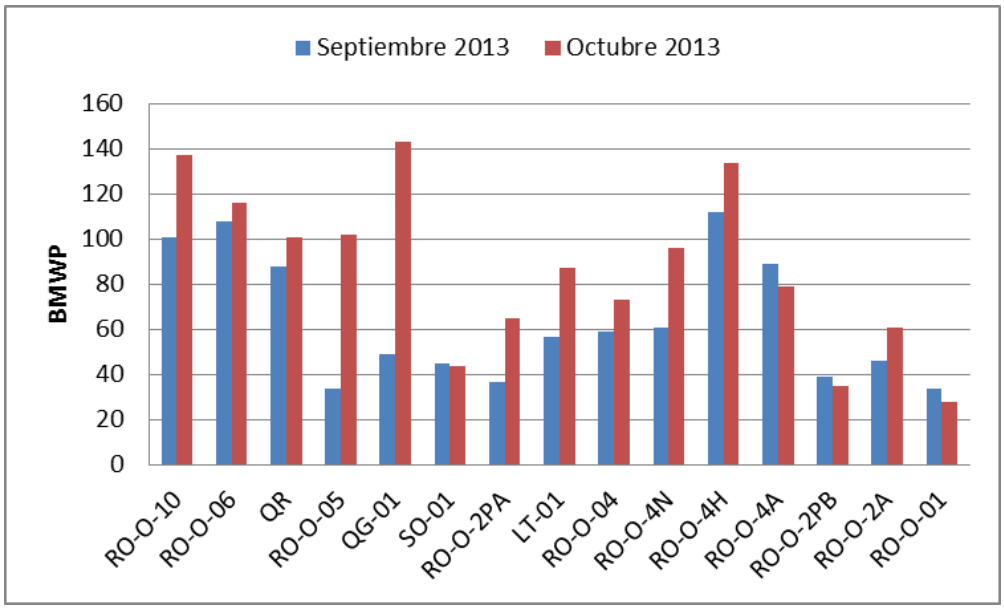
El Gráfico 114 muestra el número de familias registradas en cada punto de muestreo, para ambas épocas de monitoreo. En el primer muestreo se registraron 55 familias y en el segundo 58 familias (Anexo 26). Es importante destacar que entre monitoreos la representatividad de taxa fue variable, debido a que algunas familias registradas en el primero no se identificaron en el segundo (Anexo 26). Posiblemente este resultado se relaciona con condiciones favorables en el río y mayor captura en el segundo monitoreo que favorecieron la presencia de otras familias.

Gráfica 114 Comparativo de las familias de macroinvertebrados registradas



El número de familias está directamente relacionado con los valores del BMWP por punto y jornada de muestreo (Gráfica 114 y 115). A medida que disminuye el número de familias en cada punto de muestreo, también disminuye el valor del BMWP.

Gráfica 115 Comparativo del índice BMWP



Al comparar los valores del BMWP por estación a lo largo de la subcuenca, se observó una notable mejora en la calidad del agua para el segundo muestreo, debido al inicio de la época de lluvias, que posiblemente renueva y reincorpora nuevos elementos fisicoquímicos al sistema, permitiendo a las comunidades acuáticas aprovechar una bonanza de nutrientes, alimento y refugio, estimulando y activando los ciclos de vida de muchas comunidades. Las Figuras 36 y 37 presentan los esquemas de calidad según el índice BMWP para la época de sequía y lluvias a lo largo de la subcuenca.

Figura 36. Esquema de calidad hídrica del Río de Oro según BMWP (Septiembre 2013)

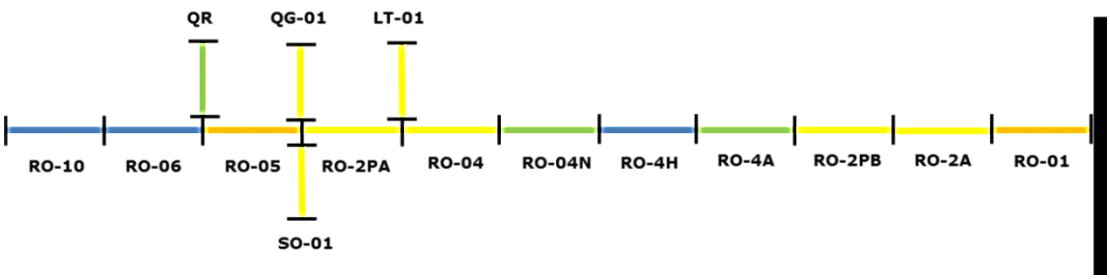
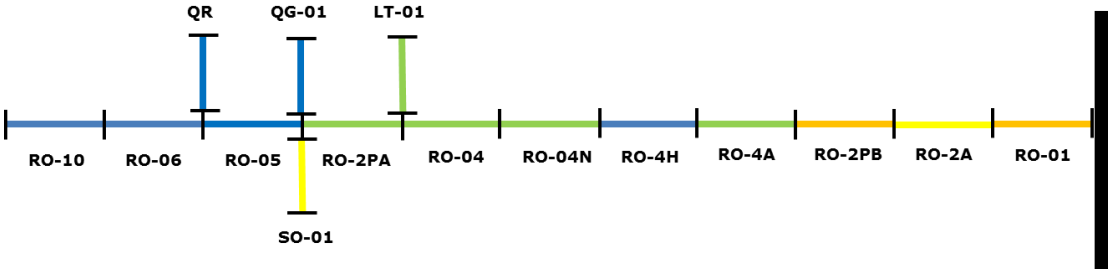


Figura 37. Esquema de calidad hídrica del Río de Oro según BMWP (Septiembre 2013



En los puntos aguas arriba (RO-O-10 y RO-O-06), la actividad agrícola y piscícola no afectó los valores del índice, asignando una calidad Buena a estas estaciones (fotografía 47, fotografía 48, Anexo 31). En este tramo del río, la Quebrada Rasgón aporta un caudal con calidad de agua Aceptable constituyéndose en un tributario que permite mantener buenas condiciones en este cuerpo lótico.

Anexo 31. Análisis macroinvertebrados capturados en el muestreo subcuenca Río de Oro

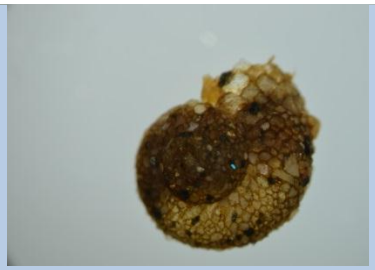
Fotografía 47. Sector Oro Alto.



Fotografía 48. Familias representativas de macroinvertebrados (Microcuenca Oro Alto)



Familia: Batidae



Familia: Helicopsichidae



Familia: Lampiridae



Familia: Leptoceridae



Familia: Perlidae



Familia: Philopotamidae



Familia: Planariidae



Familia: Psephenidae



Familia: Ptilodactilidae



Familia: Simulidae

En el punto RO-O-05 la calidad del río disminuye a nivel Crítico, posiblemente debido al incremento de la actividad agrícola, piscícola y doméstica que genera un aumento en las cargas contaminantes. Es importante aclarar que tradicionalmente los cultivos de peces no utilizan Sistemas de Tratamiento de Agua Residual, aludiendo que no hay aportes significativos. Sin embargo, en este caso es evidente el impacto generado por los cultivos piscícolas sobre el río a este nivel de la subcuenca (Fotografía 49). El último punto considerado de la microcuenca alta (RO-O-2PA), pasa a calificación Dudosa, debido a que recibe los vertimientos de la actividad agropecuaria y doméstica asociados a la comunidad (Quebrada Soratoque y Quebrada Grande).

Fotografía 49. Sector Oro Medio.



Al analizar el comportamiento del Río de Oro en la zona correspondiente a la microcuenca media (Fotografía 49, Anexo 31), a partir del punto RO-O-04, la calidad del agua continua siendo Dudosa, como consecuencia de la afluencia del Río Lato (LT-01), el cual atraviesa la zona de Guatiguará, en donde se destacan actividades agropecuarias, industriales y domésticas. A lo largo del cauce en los puntos RO-O-04N, RO-O-4H y RO-O-4A, el río presentó cambios que evidencian su capacidad de resilencia llegando a calificación Buena en el punto RO-O-4H. En esta zona se presentó actividad pecuaria extensiva, sin asentamientos humanos que evidencien incrementos marcados por vertimientos puntuales, permitiendo una posible recuperación de la fuente hídrica (Fotografía 50, Anexo 31).

Fotografía 50. Familias representativas de macroinvertebrados (Microcuenca Oro Medio)



Familia: Calopterigidae



Familia: Chrysomelidae



Familia: Coenagrioniidae



Familia: Corydalidae



Familia: Ditiscidae



Familia: Dryopidae



Familia: Elmidae



Familia: Guerridae



Familia: Hidracarinidae



Familia: Hydropsychidae



Familia: Isotomidae



Familia: Leptohyphidae



Familia: Staphyliniidae



Familia: Veliidae

El último tramo del río, en su microcuenca baja (fotografía 51, Anexo 31), recibe los vertimientos domésticos e industriales del casco urbano y rural de los municipios de Girón, Floridablanca y Bucaramanga, registrando calidad crítica antes de su afluencia al Río Suratá (RO-O-01) (fotografía 52, Anexo 31).

Fotografía 51. Sector Oro Bajo



Fotografía 52. Familias representativas de macroinvertebrados (Microcuenca Oro Medio)



Familia: Certopogonidae



Familia: Chironomidae



Familia: Culicidae



Familia: Dolichopodidae



Familia: Glosiifonidae



Familia: Lymneidae



Familia: Muscidae



Familia: Physidae



Familia: Psichodidae



Familia: Syrphidae



Familia: Tipulidae



Familia: Tubificidae

3.2.10.2.2 Índice de Diversidad. Aplicación para macroinvertebrados y algas perifíticas. Para explorar la estructura de la comunidad se analizará la composición y riqueza de especies, identificando densidad y distribución de abundancias por estación de muestreo, para ello se aplicarán los índices de diversidad de Shannon – Weaver (1949), Equidad de Pielou (1984), dominancia de Simpson (1949) y riqueza numérica a partir de los números de taxa encontrados.

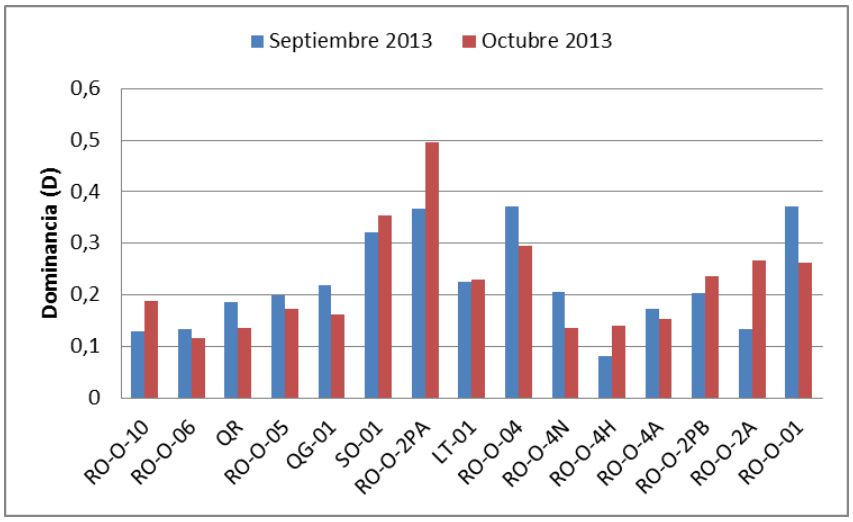
Los índices deber ser comparados entre estaciones, analizados por separado y luego en conjunto para su interpretación, la finalidad de su aplicación es analizar la distribución de las especies en diferentes estaciones, se debe recordar que estas especies fueron colectadas con una misma metodología y por tanto el índice numérico representa el elemento de identidad general de toda la comunidad.

3.2.10.2.2.1 Macroinvertebrados Bénticos. Se calcularon los índices de Dominancia de Simpson (D), Diversidad de Shannon-Wiener (H') y Equidad (J') para cada punto de muestreo, en las dos jornadas de monitoreo (Septiembre 2013 y Octubre 2013).

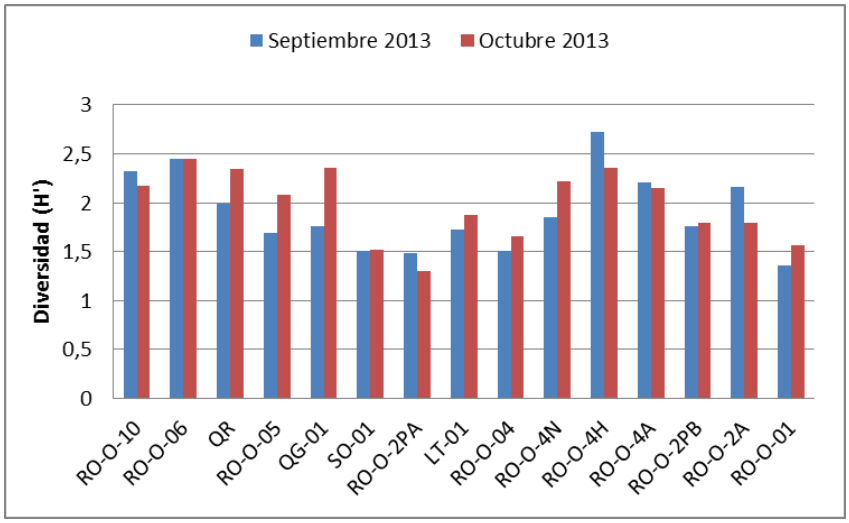
El índice de dominancia establece el alcance del predominio de una especie o taxón determinado en una comunidad y su influencia en otras especies o taxones. Este parámetro es inverso a la diversidad, es decir, valores bajos de dominancia indican valores de diversidad alta o representativa. La gráfica 116 muestra los valores de dominancia calculados para los diferentes puntos de muestreo en ambas épocas climáticas. Se observó que la tendencia en los valores de dominancia se mantiene en ambas épocas, por ejemplo, el punto RO-O-2PA mantuvo su dominancia en ambas épocas de muestreo, mientras que los puntos RO-O-10, RO-O-06 y RO-O-4H registraron los valores más bajos de dominancia, es decir que estos puntos fueron más diversos.

En contraste a la dominancia, el índice de diversidad define la riqueza de especies (o familias) y su representatividad en cada una de las estaciones de monitoreo. Los puntos RO-O-2PA, SO-01 y RO-O-01, fueron los menos diversos y los puntos RO-O-10, RO-O-06 y RO-O4H presentaron valores altos de diversidad (Gráfico 117). Se observó también una tendencia a mantener valores similares de este índice, en cada punto de muestreo, para ambas jornadas de monitoreo.

Gráfica 116 Comparativo de los índices de dominancia calculados.



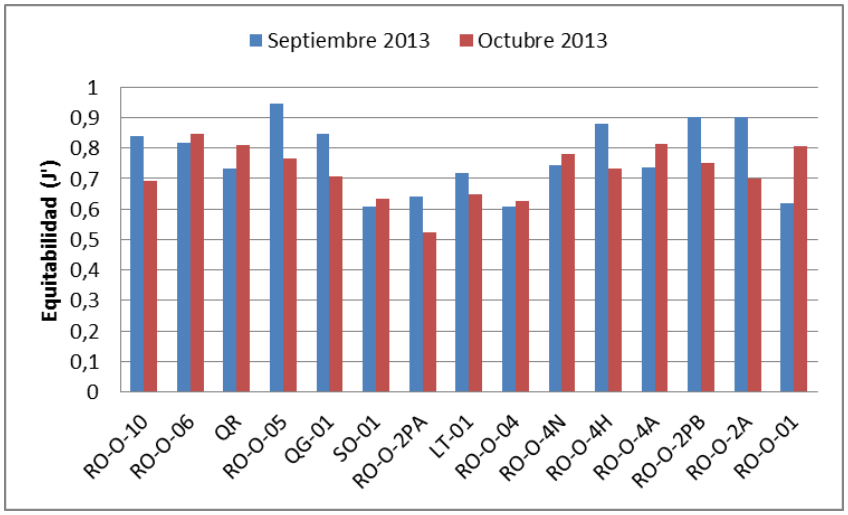
Gráfica 117 Comparativo de los índices de diversidad calculados.



La equitabilidad establece que tan uniforme es la distribución de los taxones en cada punto de muestreo. En la Gráfica 118, se presentan los resultados del cálculo de este índice. Se observó que

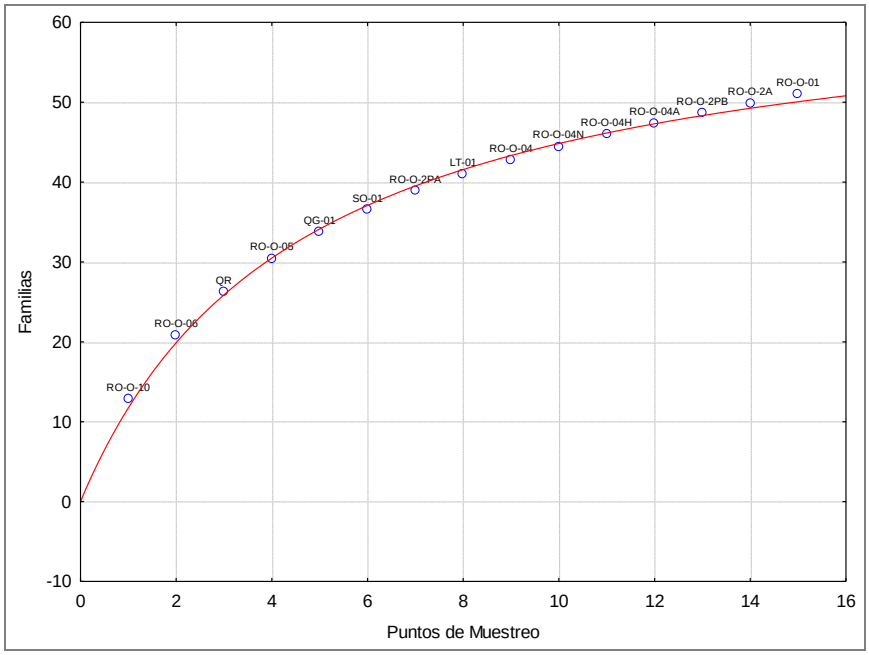
para ambas jornadas de muestreo la tendencia de equitabilidad de los taxones se mantuvo. Adicionalmente, se observa que la mayoría de los valores obtenidos para el primer muestreo superan a los calculados en el segundo, mostrando una equitabilidad representativa para este segundo monitoreo.

Gráfica 118 Comparativo de los índices de equitabilidad (equidad) calculados.

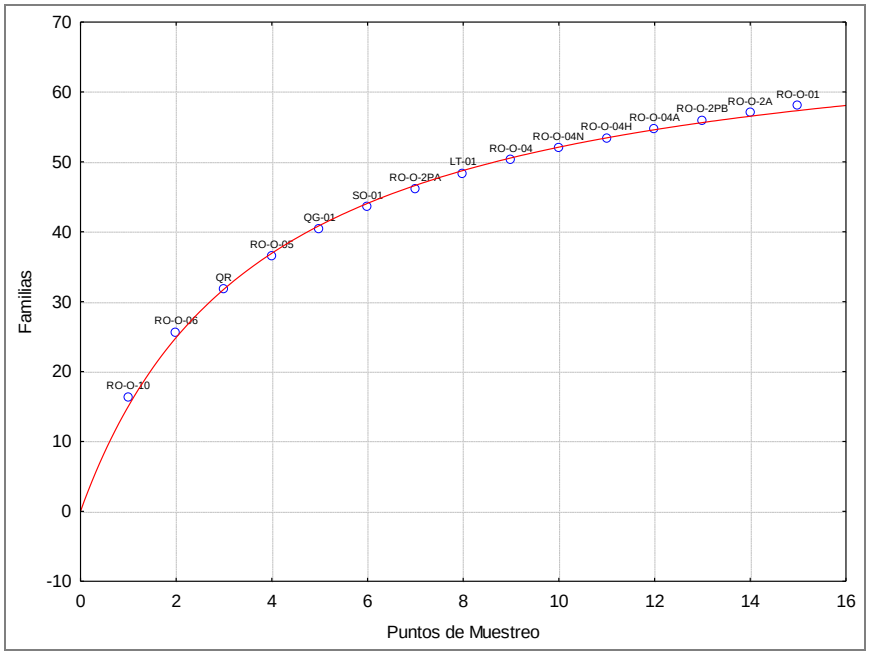


Con el fin de validar la calidad del inventario realizado para los organismos macroinvertebrados, se muestran las curvas de acumulación de especies (familias) obtenidas para cada una de las jornadas de monitoreo (Septiembre 2013, Gráfica 119; Octubre 2013, Gráfica 120) y los cálculos asociados a las mismas (Septiembre 2013, Cuadro 165; Octubre 2013, Cuadro 166), siguiendo el método propuesto por Jiménez-Valverde & Hortal (2003).

Gráfica 119 Acumulación de especies (Familias Macroinvertebrados), Septiembre 2013



Gráfica 120 Acumulación de especies (Familias Macroinvertebrados), Octubre 2013.



Cuadro 165 Calidad del inventario realizado (Macroinvertebrados), Septiembre 2013.

MACROINVERTEBRADOS				
a	14.29728	**Pendiente calidad**	0.77908694	**78%**
b	0.218923			
Sitios	15	**Calidad inventario**	0.78092287	
Familias	51			

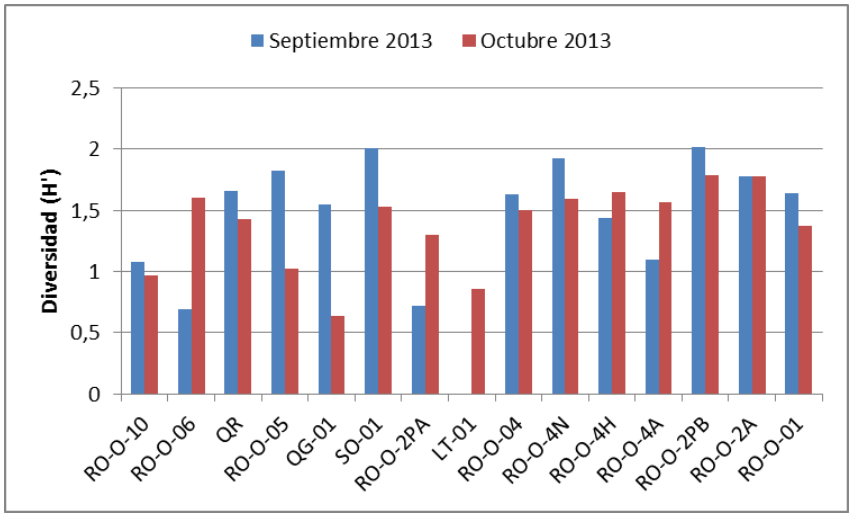
Cuadro 166 Calidad del inventario realizado (Macroinvertebrados), Octubre 2013.

MACROINVERTEBRADOS				
a	19.03128	**Pendiente calidad**	0.76793452	**81%**
b	0.265213			
Sitios	15	**Calidad inventario**	0.80826692	
Familias	58			

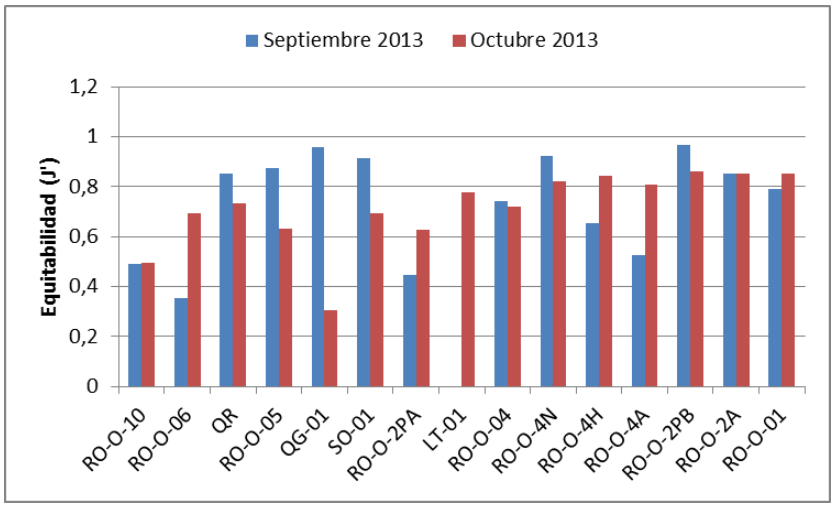
3.2.10.2.2.2 Algas Perifíticas. Se calcularon los índices de Dominancia de Simpson (D), Diversidad de Shannon-Wiener (H') y Equidad (J') para cada punto de muestreo.

Los ensambles algales, al igual que las demás agrupaciones acuáticas, reflejan la calidad del medio en el cual viven. Estas representan una de las comunidades con mayor variabilidad espacial en términos de composición (Arcos & Gómez, 2006). Para la fuente hídrica Río de Oro se evidenció que los valores altos de Diversidad y Equidad estuvieron relacionados con sitios afectados por contaminación asociada a materia orgánica, por ejemplo SO-01 y RO-O-2PB (Gráficas 121 y 122), con predominancia del grupo de Cianofíceas y una tendencia en proporciones variables, de presencia de algas Bacilarofíceas entre los puntos de monitoreo, posiblemente indicando procesos de eutrofización por los que puede estar atravesando el sistema hídrico (Arcos & Gómez, 2006; Roldán & Ramírez, 2008).

Gráfica 121 Comparativo de los índices de diversidad calculados



Gráfica 122 Comparativo de los índices de equitabilidad calculados.



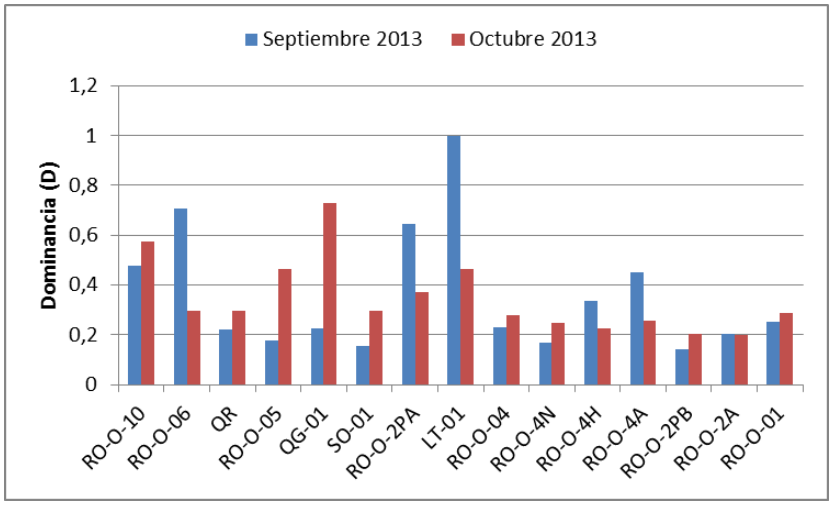
El incremento de las condiciones de eutrofización sobre la fuente hídrica puede ser evidente por las floraciones de microalgas, también conocidas como "blooms", eventos de multiplicación y acumulación de estos organismos en períodos de horas a días (De León, 2002). Estos fenómenos naturales ocurren en determinadas condiciones ambientales que favorecen el crecimiento de unas especies más que otras (De León, 2002).

Las aguas con alto contenido de nutrientes (eutrofizadas) u otros residuos químicos (contaminadas) alteran la composición de la biota que albergan. Una de las respuestas inmediatas y evidentes es la disminución de la diversidad de las comunidades, favoreciendo el incremento de las especies en estas condiciones especiales. Las floraciones son una consecuencia de la eutrofización y pueden ser desarrolladas por diversas especies de perifiton pertenecientes a las Clases Bacillariophyceae (diatomeas), Chlorophyceae (algas verdes), Dinophyceae (dinoflagelados), Chrysophyceae, Cryptophyceae o Cyanophyceae (cianobacterias). Por tanto, como consecuencia de este fenómeno, se produce la acumulación de especies (por ejemplo, *Oscillatoria sp*, *Lyngbya sp*, *Phormidium sp*, entre otras) que debido a la síntesis de metabolitos secundarios forman compuestos tóxicos que alteran las condiciones naturales de la fuente y detrimento en la calidad del recurso (De León, 2002).

La dominancia estuvo asociada a la predominancia de las familias Oscillatoriaceae y Naviculaceae, que presentaron altos valores de abundancia (Anexo 26 y Anexo 28) destacables en los puntos RO-O-06, QG-01, LT-01 y RO-O-2PA (Gráfica 123). De esta manera, se afectaron las estimaciones de Diversidad y Equidad, ya que los individuos no se distribuyeron equitativamente entre las familias registradas. Las especies dominantes influyeron sobre el ambiente y la estructura espacial, regulando los recursos de los cuales la mayoría de las especies dependen.

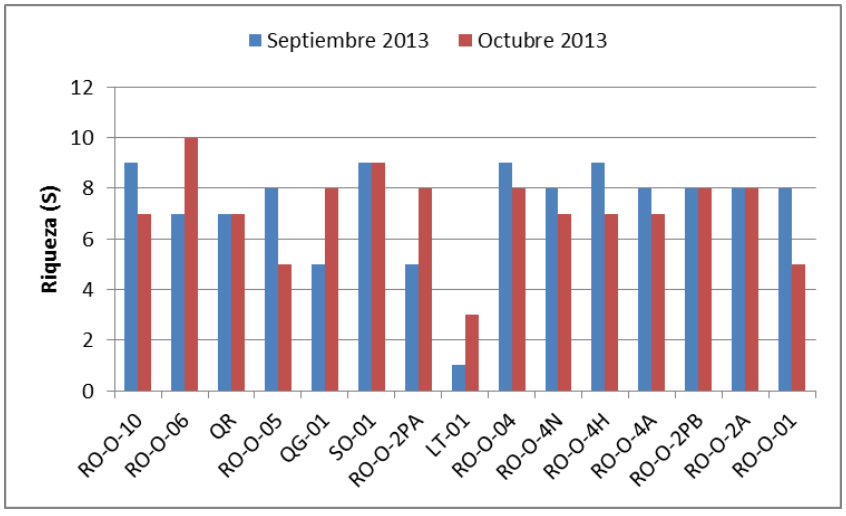
El punto LT-01 es un referente importante como indicador de calidad porque solo registró el género *Oscillatoria sp* (en la primera jornada de monitoreo, Anexo 26), alga cianofita caracterizada por su tolerancia a condiciones fisicoquímicas variables. La ausencia de otros géneros o familias de algas perifíticas posiblemente se relaciona con la contaminación química sobre la fuente hídrica.

Gráfica 123 Comparativo de los índices de dominancia calculados



El Gráfico 124 muestra el número de familias registradas en cada punto de muestreo, para ambas épocas de monitoreo. En el primer muestreo se registraron 27 géneros y 23 familias y en el segundo 28 géneros y 23 familias (Gráficas 125 y 126, Anexo 28). Es importante destacar que entre monitoreos la representatividad de taxa fue variable, debido a que algunas familias registradas en el primero no se identificaron en el segundo (Anexo 28).

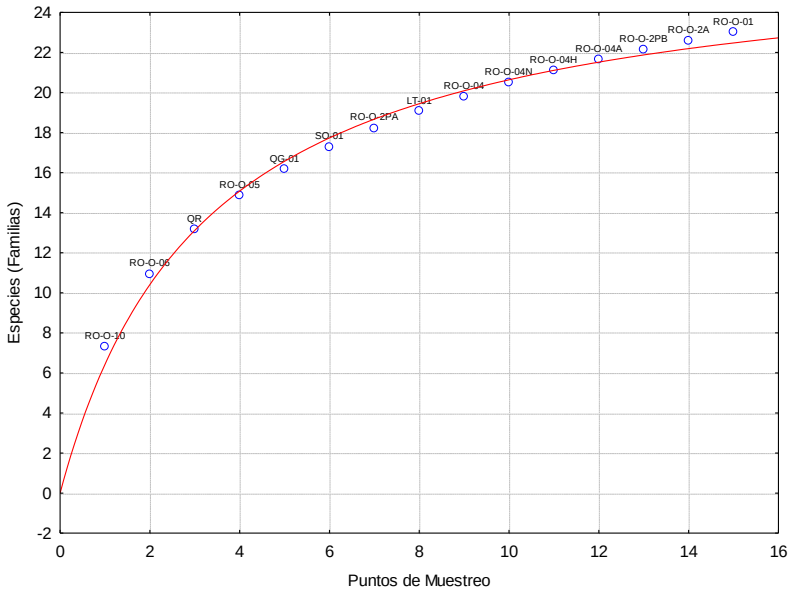
Gráfica 124 Comparativo de la riqueza de especies (familias).



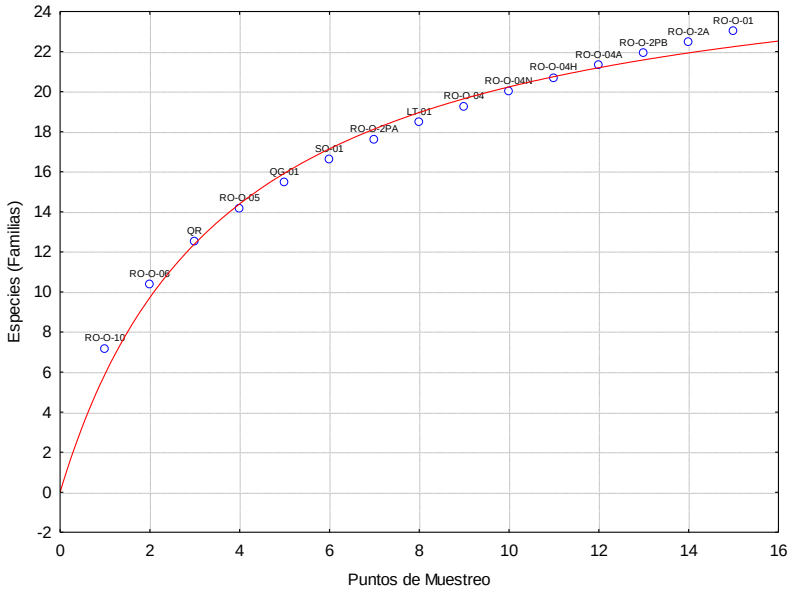
Con el fin de validar la calidad del inventario realizado para las microalgas perifíticas, se muestran las curvas de acumulación de especies (familias) obtenidas para cada una de las jornadas de monitoreo (Septiembre 2013, Gráfica 119; Octubre 2013, Gráfica 120) y los cálculos asociados a la mismas

(Septiembre 2013, Cuadro 165; Octubre 2013, Cuadro 166), siguiendo el método propuesto por Jiménez-Valverde & Hortal (2003).

Gráfica 125 Acumulación de especies (Familias Microalgas Perifiton), Septiembre 2013.



Gráfica 126 Acumulación de especies (Familias Microalgas Perifiton), Octubre 2013.



Cuadro 167 Calidad del inventario realizado (Microalgas Perifiton), Septiembre 2013

PERIFITON				
a	8.399874	**Pendiente calidad**	0.26730105	**84%**
b	0.307052			
Sitios	15	**Calidad inventario**	0.84075023	
Familias	23			

Cuadro 168 Calidad del inventario realizado (Microalgas Perifiton), Octubre 2013

PERIFITON				
a	7.478598	**Pendiente calidad**	0.29409634	**83%**
b	0.269515			
Sitios	15	**Calidad inventario**	0.82887795	
Familias	23			

Es importante destacar que estimaciones por encima del 70%, hacen que la riqueza asintótica tienda hacia la estabilización (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

3.2.10.2.3 Índice de valor de importancia Ecológica de la especie. Aplicación para macroinvertebrados y perifiton.

En primer lugar es necesario expresar que en cada estación se visualizarán de manera individual los índices de diversidad, equidad y dominancia, estos índices evalúan en cada punto las frecuencias de abundancia en torno al número de morfotipos registrados en las diferentes estaciones. En contraste, el IVI (índice de valoración de importancia) es el índice de análisis global que se encuentra en la parte final del reporte y que reúne la síntesis del muestreo.

El IVI, requiere de un ítem denominado *frecuencia de aparición en diferentes sitios de la especie,* para calcular este ítem es necesario conjugar series temporales, que en este caso están representadas por varias estaciones de muestreo; por lo cual la manera factible de calcularlo será uniendo la información de las estaciones consideradas. El IVI es un tipo de índice que compacta información precisamente para revisar entre grupos de estaciones de una misma región como varía la importancia de una especie en un amplio rango geográfico en una serie de tiempo.

Además del requerimiento numérico por necesitar varias frecuencias de ocurrencia y que por ello se debieron congregar las estaciones por año, el propósito de este reporte es una síntesis interanual.

La ventaja del índice IVI radica precisamente es que se puede compactar la información por año y se puede hacer un informe general que resuma las tendencias de las especies más importantes, después de esto se realizarán comentarios de la relevancia ecológica de las especies más importantes, es prescindible aclarar que este índice no se encuentra relacionado directamente con calificación de calidad, pero puede acompañar perfectamente las explicaciones ecológicas que apoyan el estado ambiental de las corrientes.

El índice de valor de importancia (IVI) se obtendrá para cada especie al conjugar la información de ocurrencia en las diferentes estaciones, este índice fue propuesto por Lamprecht (1990) y para la estimación se consideró que la unidad de reporte ecológica es de 1cm^2.

Este índice mide el predominio de una especie, el cual puede estar dado no sólo por la abundancia numérica, sino también por la frecuencia, la biomasa o por el conjunto de los factores anteriores. En este último caso la técnica de ordenación es basada en la relación mutua de las especies, con la cual se calcula el índice del valor de importancia de cada especie. En esta técnica se determinan los parámetros de densidad, frecuencia, y dominancia tanto absolutas como relativas y para ello se utilizan las siguientes fórmulas:

Densidad Absoluta (D.A)= *#ind de la especie i/área de la muestra*
Densidad Relativa (D.R)= *D.A de la especie i x 100/∑ D.A de todas las especies*
Frecuencia Absoluta (F.A)= *# de estaciones en las que ocurre la especie i/ # total de estaciones de la muestra.*
Frecuencia relativa (F.R)= *F.A de la especie i x100 / ∑ F.A de todas las especies.*
Dominancia Absoluta (Do.A)= *∑área basal de todos los individuos de la especie i/área de la muestra*
Dominancia Relativa *(Do.R) = (Do.A) de la especie i x100/∑ (Do.A) de todas las especies.*

Índice de Valor de Importancia de la especie= D.R+ F.R+ Do.R

3.2.10.2.3.1 Macroinvertebrados Bénticos. Los Cuadros 169 y 170, presentan los datos obtenidos del Índice de Valor de Importancia (IVI) para cada familia, en cada jornada de monitoreo. Para la primera época de muestreo se observó que las familias Chironomidae y Tubificidae son las que más alto puntaje obtienen del IVI, siendo frecuentes en todos los puntos de muestreo con una representatividad importante de individuos (Cuadro 169, Anexo 27). Estas son las especies que se consideran cosmopolitas, adaptadas a vivir en condiciones críticas de calidad del agua, y esto las hace tolerantes permitiéndoles colonizar cualquier tipo de hábitat acuático. En nivel de escala según el valor de bioindicación BMWP, se identificaron las familias Staphylinidae y Psychodidae, ambas con calificaciones de media-alta, indicando mejores condiciones del agua y menos tolerancia. Sin embargo, estas se identificaron en los puntos de muestreo de cuenca media y baja, situación que podría ser debida al desplazamiento de los individuos en la búsqueda de mejores condiciones de calidad del agua.

Cuadro 169 Índice de Valor de Importancia (Macroinvertebrados), Septiembre 2013.

Familia	IVI	Familia	IVI	Familia	IVI
Hydrachnidae	14	Glossiphoniidae	26	Physidae	22
Beatidae	19	Glossosomatidae	13	Phylopotamidae	3
Blataridae	3	Guerridae	7	Planariidae	13
Blepharoceridae	3	Helicopchisidae	8	Poduridae	14
Calopterygidae	17	Hydracarinae	21	Polycentropodidae	3
Cantaridae	3	Hydrobiosidae	3	Polydesmideae	10
Ceratopogonidae	24	Hydrophilidae	3	Psephenidae	7

Familia	IVI	Familia	IVI	Familia	IVI
Chironomidae	58	Hydropsychidae	24	Psychodidae	33
Chrysomelidae	27	Hydroptilidae	7	Ptilodactylidae	3
Coenagrionidae	3	Isotomidae	4	Scirtidae	3
Corydalidae	7	Lampyridae	28	Simulidae	27
Culicidae	3	Leptoceridae	11	Staphylinidae	35
Dolichopodidae	17	Leptohyphidae	29	Styloniscidae	3
Dryopidae	3	Libellulidae	3	Syrphydae	7
Dytiscidae	10	Lymnaeidae	10	Tipulidae	7
Elmidae	14	Muscidae	17	Tubificidae	41
Ephydridae	3	Perlidae	7	Veliidae	3

Para el segundo muestreo, se registraron valores altos del IVI para las familias Chironomidae y Tubificidae, confirmando su condición de cosmopolitas (Cuadro 170). Así mismo las familias Staphylinidae y Psychodidae también se registraron en esta lista encontrándose en la misma franja de la cuenca, demostrando selección de hábitat hacia condiciones de media o baja calidad del agua. Para esta época de muestreo se identificaron otras familias con alto puntaje de bioindicación, según el índice BMWP. Esto puede relacionarse con el inicio de la época de lluvias y el arrastre de algunas especies por la corriente, las cuales fueron capturadas aguas abajo. Es importante destacar en el análisis, la presencia en aguas de cuenca media y baja, de la familia Lampyridae, que califica 10 en BMWP, teniendo en cuenta que los individuos de la misma no son tolerantes a estas condiciones.

Cuadro 170 Índice de Valor de Importancia (Macroinvertebrados), Octubre 2013.

Familia	IVI	Familia	IVI
Ancylidae	3	Isotomidae	17
Aranae	17	Lampyridae	34
Athericidae	3	Leptoceridae	15
Baetidae	37	Leptohyphidae	37
Belastomatidae	7	Libellulidae	10
Blataridae	10	Lutrochidae	7
Blepharoceridae	7	Lymnaeidae	10
Calopterygidae	17	Muscidae	10
Ceratopogonidae	13	Odontoceridae	7
Chironomidae	62	Perlidae	3
Chrysomelidae	20	Physidae	35
Coenagrionidae	14	Phylopotamidae	7
Corydalidae	7	Planariidae	16
Curculionidae	3	Planorbidae	7
Dryopidae	13	Poduridae	13
Dytiscidae	7	Polycentropodidae	3
Elmidae	24	Polydesmideae	17
Ephydridae	3	Psephenidae	14
Empididae	10	Psychodidae	42

Familia	IVI	Familia	IVI
Glossiphoniidae	26	Ptilodactylidae	4
Glossosomatidae	17	Scirtidae	3
Guerridae	7	Simulidae	38
Gyrinidae	3	Staphylinidae	34
Helicopchisidae	11	Syrphydae	10
Hydracarinae	20	Tabanidae	3
Hydrobiosidae	3	Thiaridae	3
Hydrophilidae	10	Tipulidae	3
Hydropsychidae	33	Tubificidae	44
Hydroptilidae	3	Veliidae	4

3.2.10.2.3.2 Algas Perifíticas. En la Cuadros 171 y 172, se presentan los datos obtenidos del Índice de Valor de Importancia (IVI) para cada familia, en las dos jornadas de monitoreo. Como se destacó anteriormente, las familias con los valores más altos de importancia fueron Naviculaceae, Oscillatoriaceae, Gomphonemataceae, Fragilariaceae y Chaetophoraceae. Estas familias y los géneros asociados a las mismas (*Navicula sp*, *Oscillatoria sp*, *Lyngbya sp*, *Gomphonema sp, Diatoma sp, Chaetophora sp*, entre otros) muestran la característica cosmopolita y de adaptabilidad a las condiciones fisicoquímicas presentes a lo largo de la fuente hídrica.

Cuadro 171 Índice de Valor de Importancia (Perifiton), Septiembre 2013.

Familia	IVI
Achnanthaceae	3
Bacillariaceae	34
Chaetophoraceae	8
Cladophoraceae	16
Closteriaceae	7
Cymbellaceae	30
Desmidiaceae	3
Fragilariaceae	31
Gomphonemataceae	43
Hydrodictyaceae	3
Melosiraceae	25
Microsporaceae	22
Naviculaceae	64
Neidiaceae	4
Nostocaceae	3
Oedogoniaceae	7
Oscillatoriaceae	46
Phormidiaceae	9
Pseudanabaenaceae	10
Scenedesmaceae	7
Tabellariaceae	3

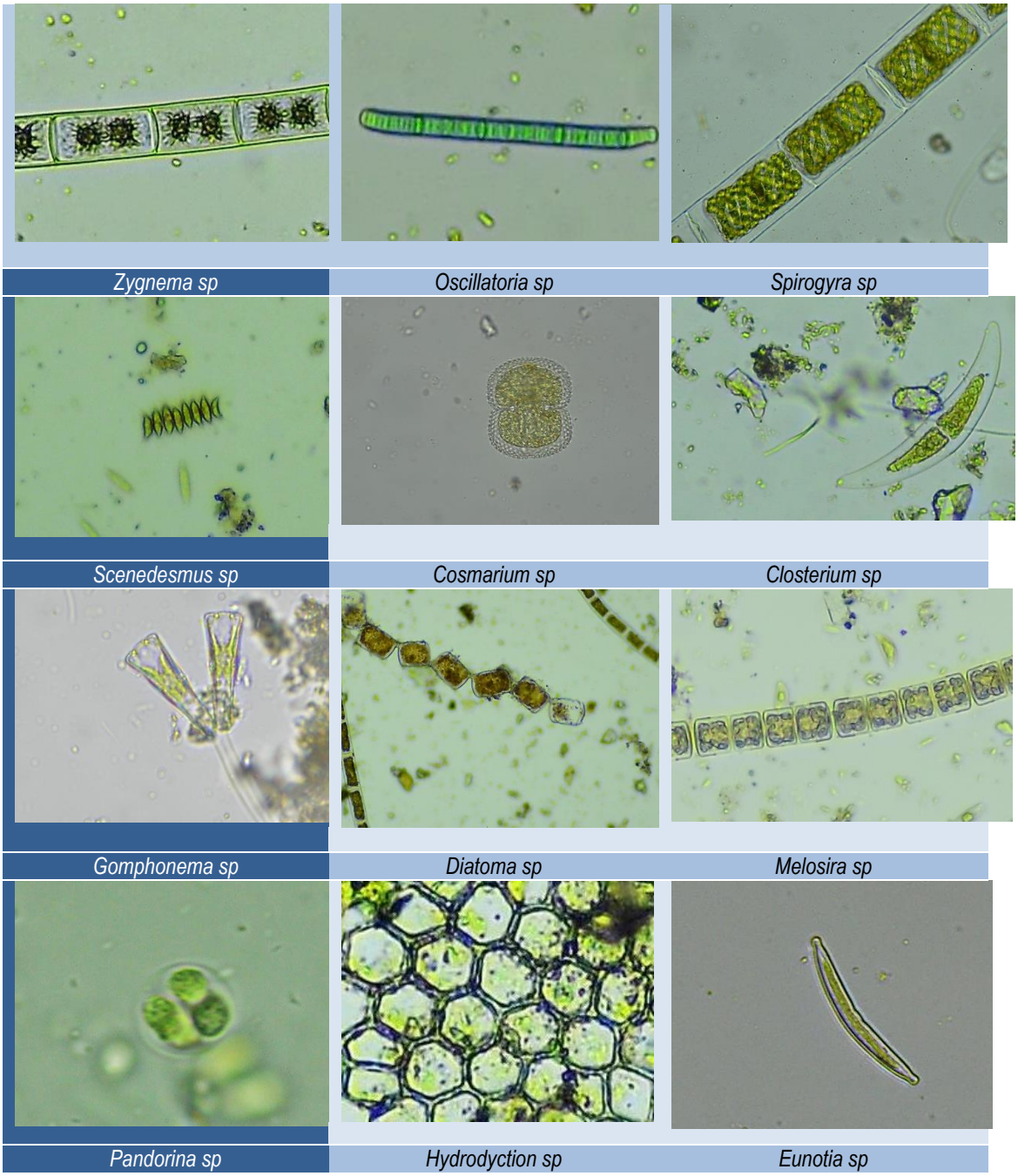
Familia	IVI
Ulotrichaceae	22
Zygnemataceae	14

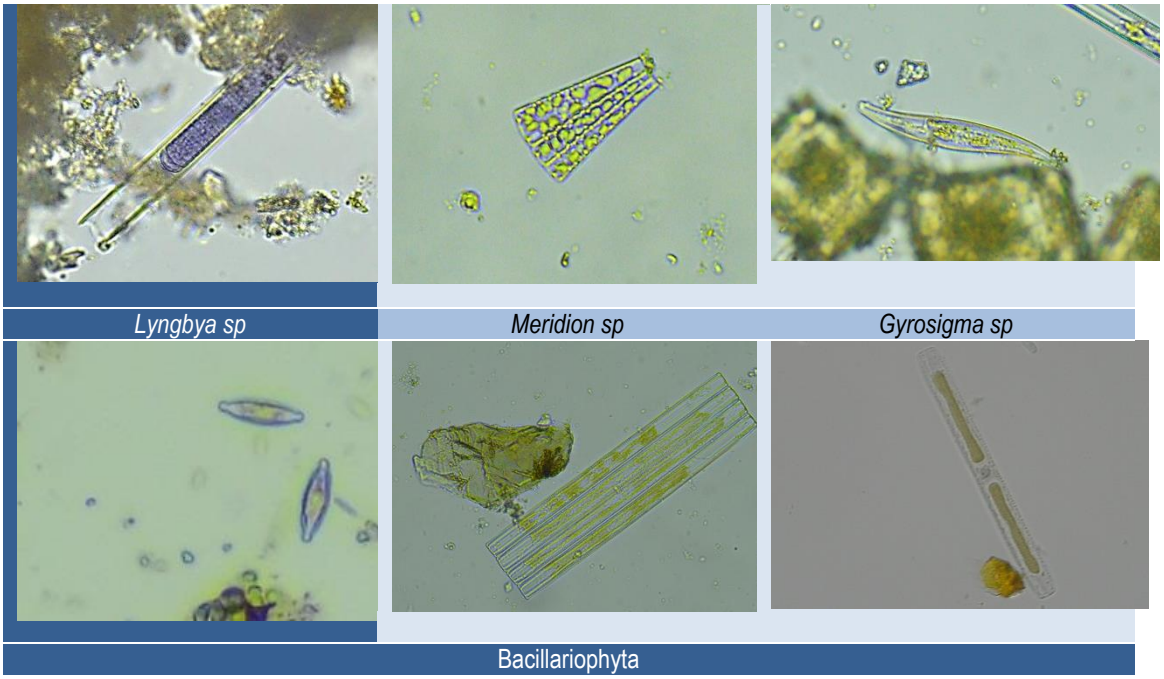
Cuadro 172. Índice de Valor de Importancia (Perifiton), Octubre 2013.

Familia	IVI
Bacillariaceae	7
Chaetophoraceae	39
Cladophoraceae	11
Closteriaceae	3
Cymbellaceae	21
Desmidiaceae	3
Euglenaceae	15
Eunotiaceae	7
Fragilariaceae	44
Gomphonemataceae	28
Hydrodictyaceae	3
Melosiraceae	31
Microsporaceae	10
Naviculaceae	64
Neidiaceae	4
Oedogoniaceae	7
Oocystaceae	3
Oscillatoriaceae	59
Phormidiaceae	4
Pleurosigmataceae	3
Ulotrichaceae	18
Volvocaceae	3
Zygnemataceae	19

El IVI provee un estimado global de la significancia de una especie (o familia en este caso) en una comunidad determinada. Los valores fluctuantes para la comunidad de algas, reflejan la existencia de una serie de factores limitantes que influyen en la representatividad, composición, estructura numérica y dinámica poblacional del perifiton en los sistemas lótico. Se destaca la influencia de parámetros como la calidad fisicoquímica, disponibilidad de nutrientes y condiciones hidrodinámicas del agua, en la varianza obtenida para el cálculo del índice (Bustamante *et al.*, 2008). Algunas especies representativas se muestran en la Fotografía 53.

Fotografía 53. Géneros representativos de algas perifíticas.





3.2.10.2.4 Índice de evaluación de la calidad ecológica. Usando los datos fisicoquímicos propios de la cuenca. Aplicación para macroinvertebrados y perifiton.

El vertimiento directo e indirecto de aguas residuales, domésticas e industriales altera la fisicoquímica del agua y los diferentes niveles de estructura y organización de los ecosistemas acuáticos, al igual que la calidad ecológica del sistema. La contaminación de las aguas superficiales es uno de los problemas ambientales más graves y frecuentes en nuestro país, por lo que el monitoreo ambiental es una herramienta importante para evaluar la magnitud de las alteraciones inducidas.

La evaluación de la calidad ecológica en estaciones de muestreo ubicadas sobre el eje longitudinal del Río y en los afluentes principales del mismo brinda una aproximación metodológica que consiste en la determinación de un gradiente ambiental a partir de un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) basado en las matrices de abundancia de ya sea de macroinvertebrados o algas perifíticas y la matriz de variables fisicoquímicas. Los puntajes estandarizados de cada estación se usarán como variable ambiental en un modelo de promedios ponderados (WA) con el cual se ponderan las abundancias de Macroinvertebrados o algas y se encuentran los puntajes óptimos y de tolerancia de cada uno de los taxones, los cuales usarán para estimar el valor del ICE-RN en cada estación de muestreo. Estos valores, junto con las concentraciones de las variables más importantes se emplearán en un análisis de agrupamiento. Los parámetros estadísticos básicos de cada grupo servirán para identificar los valores umbrales del ICE-RN, que corresponden a las diferentes categorías de calidad ecológica: Buena, Aceptable y Crítica. Los resultados del ICE-RN se compararán con los resultados del BMWP Col, con el fin de verificar si ambas aproximaciones metodológicas muestran resultados similares.

Este índice es una aplicación piloto de la tesis de investigación denominada Elaboración De Un Índice De Calidad Ecológica Para Macroinvertebrados Bentónicos En La Cuenca Del Río Negro (Forero, Ramírez, Longo, Chalar, 2012). A continuación la descripción del índice.

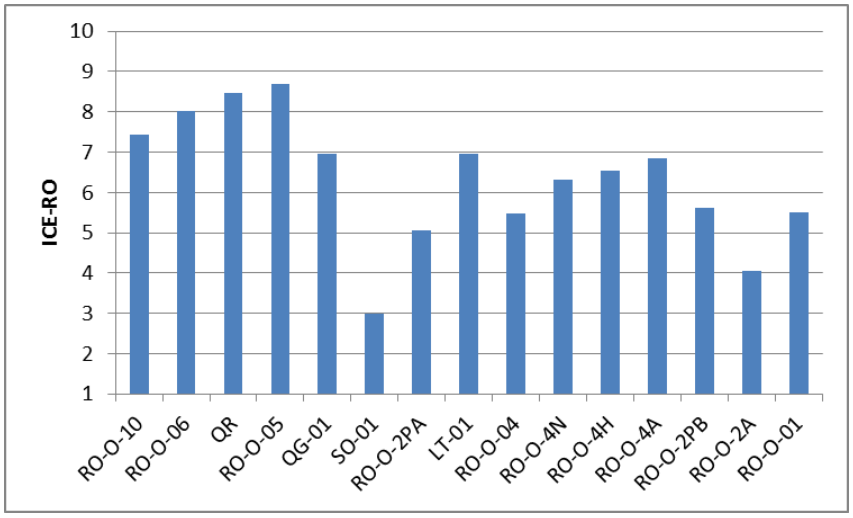
$$ICE\text{-}RN = (\sum Op_i \times To_i \times Ab_i) / (\sum To_i \times Ab_i)$$

Dónde:
Op_i– Es el valor óptimo de cada género determinado a partir del promedio ponderado.
To_i – En los modelos basados en la estimación de promedios ponderados, el desvío estándar de la abundancia ponderada o tolerancia (To_i), refleja la amplitud ecológica del taxón a lo largo del gradiente ambiental de impacto.
Ai - Es el promedio de las abundancias de cada taxón por unidad de esfuerzo (Ind/ES)

3.2.10.2.4.1 Macroinvertebrados Bénticos.

Septiembre 2013. Se calculó el (ICE-RO) en cada uno de los puntos de muestreo (Gráfica 127). Se observó que los valores del ICE-RO variaron entre 2,9 y 8,6. Estos valores estuvieron significativamente correlacionados con las puntuaciones de los sitios del ACC (r Spearman = -0,97, p <0,05), lo cual indica que el índice resumió la mayoría de la información referente, a la distribución de los macroinvertebrados con respecto al gradiente de variación ambiental.

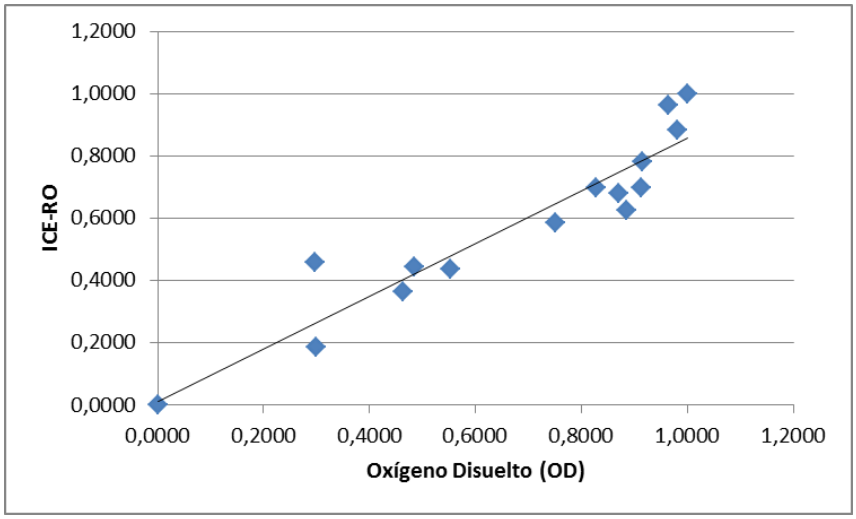
Gráfica 127 Valores obtenidos del ICE-RO (Septiembre 2013).



La Gráfica 128 muestra el resultado de la regresión lineal entre la variable fisicoquímica representativa y el ICE-RO. El oxígeno disuelto (OD) presentó el mayor valor de determinación (R^2 = 0,88). En el diagnóstico de las variables fisicoquímicas es evidente la contaminación orgánica, y esto permitió la selección del OD como variable representativa y de interés para el diagnóstico.

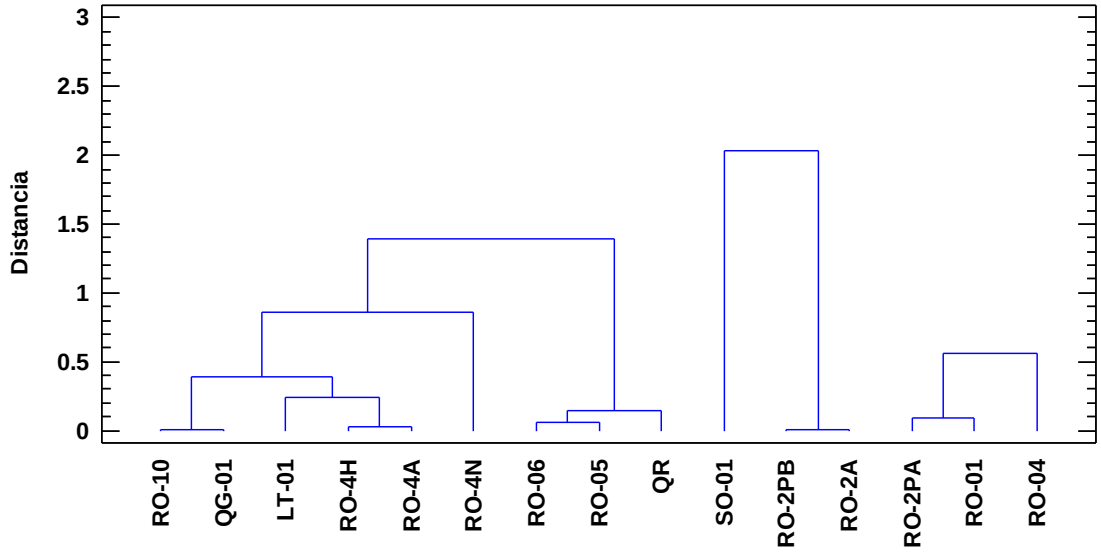
Se seleccionó esta variable en el análisis de agrupamiento con el fin de establecer los valores límites del ICE-RO y del OD dentro de cada agrupamiento. En la Gráfica 128 se representa la regresión lineal entre OD y el ICE-RO; la correlación entre estas dos variables fue positiva y alta (r = 0,94).

Gráfica 128 Dispersión entre las puntuaciones del ICE-RO versus Oxígeno Disuelto (Septiembre 2013).

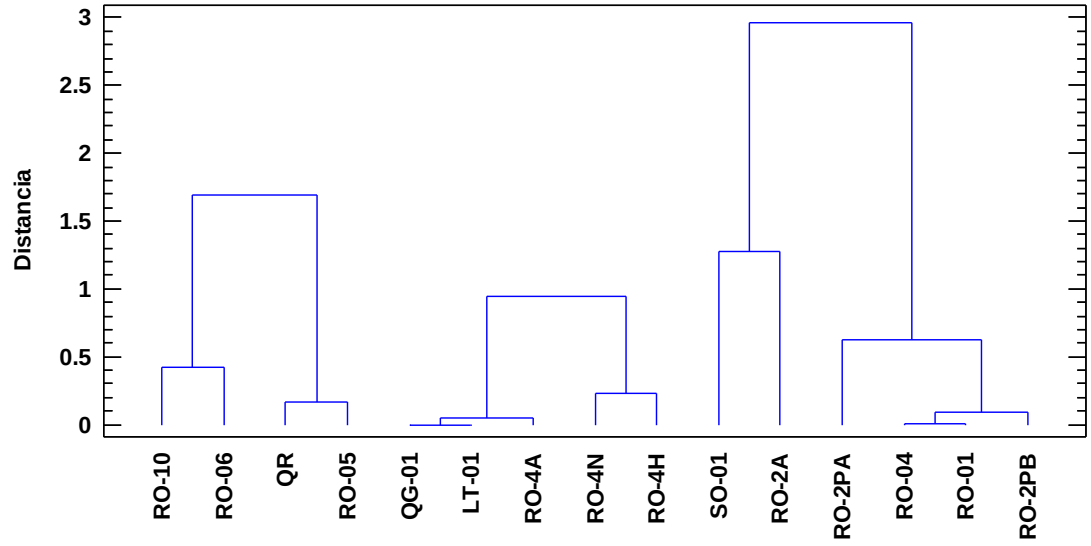


Los valores del ICE-RO fluctuaron entre 2,9 y 8,6 (Gráfica 127). Para establecer asociación de categorías de calidad ecológica con los valores presentes en este rango, se realizó un análisis de agrupamiento utilizando como variables, las puntuaciones estandarizadas del ICE-RO y la concentración de oxígeno disuelto. En las Gráficas 129 y 130 se muestra la formación de tres principales grupos significativamente diferentes.

Gráfica 129 Análisis de conglomerados según Oxígeno Disuelto (Septiembre 2013).



Gráfica 130. Análisis de conglomerados según ICE-RO (Septiembre 2013).



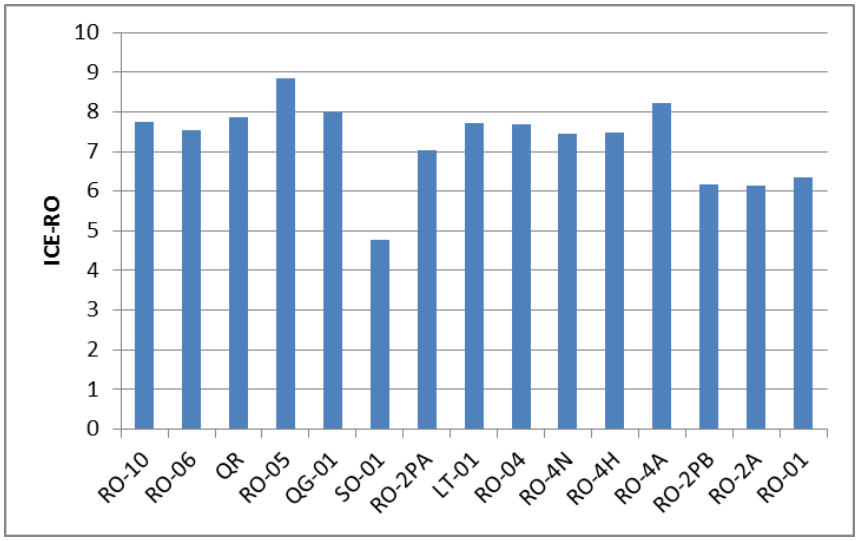
A partir de la información base se definieron los rangos de calidad ecológica de cada grupo, con base en la concentración de oxígeno disuelto y el ICE-RN (Cuadro 173).

Cuadro 173 Rangos de calidad para el ICE-RO y el Oxígeno Disuelto (Septiembre 2013).

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Calidad Ecológica	**Buena**	**Aceptable**	**Crítica**
Oxígeno Disuelto (mg/L)	>5	3 - 5	<3
ICE-RO	>7	6 - 7	<6

Octubre 2013. Se calculó el (ICE-RO) en cada uno de los puntos de muestreo (Gráfica 131). Se observó que los valores del ICE-RO variaron entre 4,7 y 8,8. Estos valores estuvieron significativamente correlacionados con las puntuaciones de los sitios del ACC (r Spearman = -0,84, p <0,05), lo cual indica que el índice resumió la mayoría de la información referente a la distribución de los macroinvertebrados con respecto al gradiente de variación ambiental.

Gráfica 131 Valores obtenidos del ICE-RO (Octubre 2013).

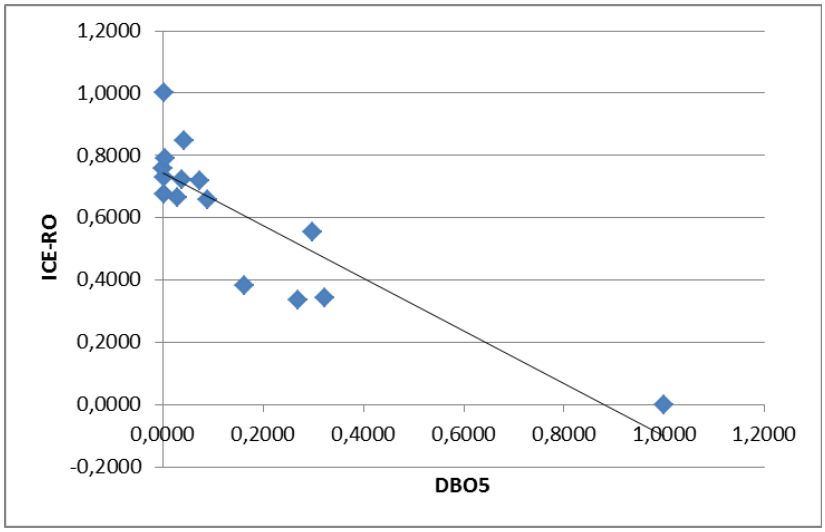


La Gráfica 132 muestra el resultado de la regresión lineal entre la variable fisicoquímica representativa y el ICE-RO. La demanda biológica de oxígeno (DBO_5) presentó el mayor valor de determinación (R^2 = 0,76).

La demanda biológica de oxígeno (DBO) es una variable indispensable cuando se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes. Cuanto mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla (degradarla). Los ciclos de vida relativamente largos de los macroinvertebrados, les permiten permanecer en los ecosistemas acuáticos el tiempo suficiente para detectar cualquier alteración en su abundancia y diversidad. Como son tan diversos, presentan una gama muy grande de tolerancia frente a diferentes parámetros de contaminación, por tanto, la relación entre presencia o ausencia de materia orgánica afecta la capacidad adaptativa de los organismos (bioindicación).

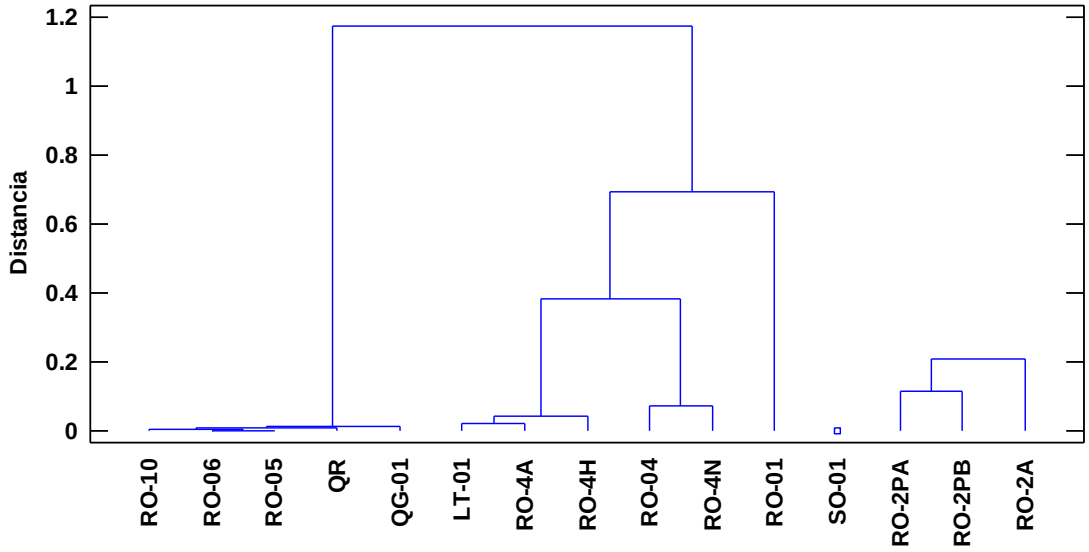
Se seleccionó esta variable en el análisis de agrupamiento con el fin de establecer los valores límites del ICE-RO y de la DBO_5 dentro de cada agrupamiento. En la gráfica 132 se representa la regresión lineal entre la DBO_5 y el ICE-RO; la correlación entre estas dos variables fue positiva y alta (r = 0,87).

Gráfica 132 Dispersión entre las puntuaciones del ICE-RO versus DBO_5 (Octubre 2013).

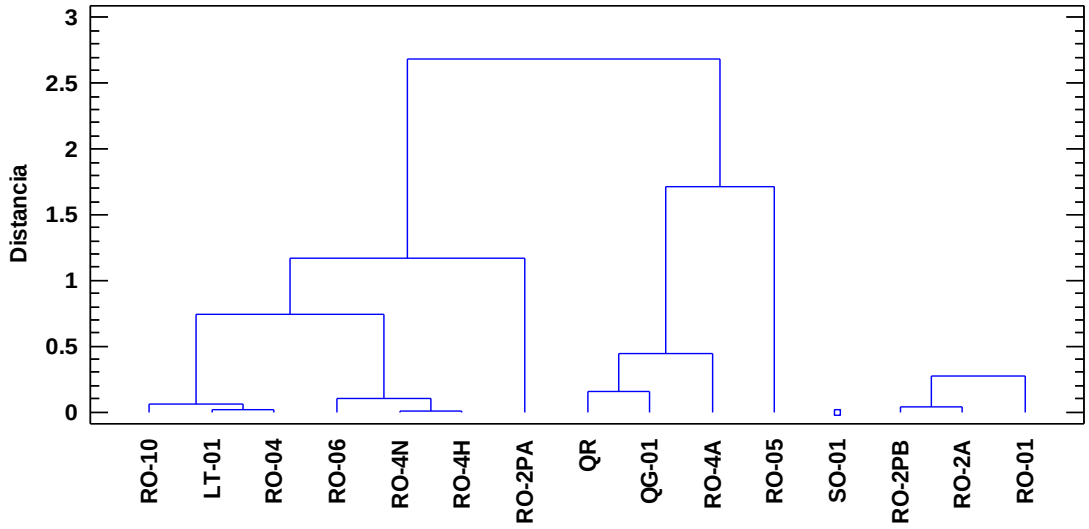


Los valores del ICE-RO fluctuaron entre 4,7 y 8,8 (Gráfico 131). Para establecer asociación de categorías de calidad ecológica con los valores presentes en este rango se realizó un análisis de agrupamiento utilizando como variables, las puntuaciones estandarizadas del ICE-RO y la concentración de oxígeno disuelto. En las gráficas 133 y 134 se muestra la formación de tres principales grupos significativamente diferentes.

Gráfica 133 Análisis de conglomerados según DBO_5 (Octubre 2013).



Gráfica 134 Análisis de conglomerados según ICE-RO (Octubre 2013).



A partir de la información base se definieron los rangos de calidad ecológica de cada grupo en cuanto a la concentración de la DBO_5 y el ICE-RN (Cuadro 174).

Cuadro 174 Rangos de calidad para el ICE-RO y la DBO_5 (Octubre 2013).

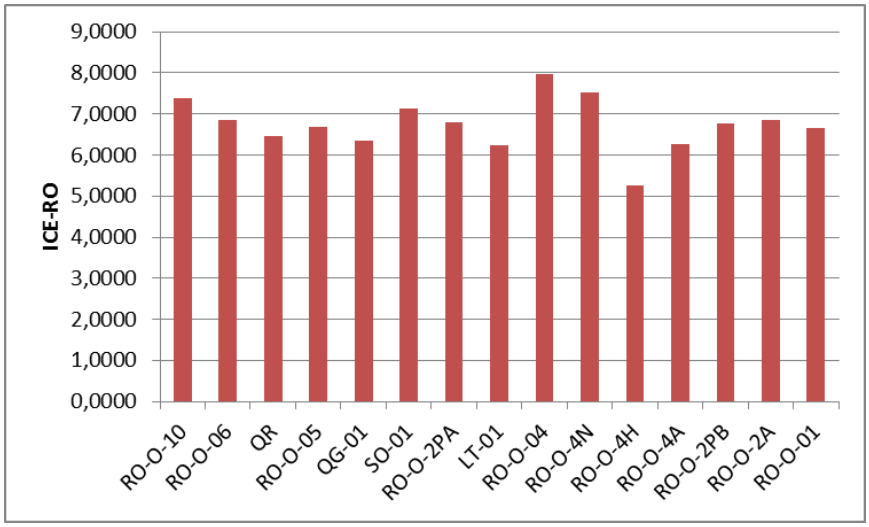
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Calidad Ecológica	**Buena**	**Aceptable**	**Crítica**
DBO_5 (mg/L)	<3	3 - 15	>15
ICE-RO	>7	6 - 7	<6

3.2.10.2.4.2 Algas Perifíticas

Septiembre 2013

Se calculó el (ICE-RO) en cada uno de los puntos de muestreo (Gráfica 135). Se observó que los valores del ICE-RO variaron entre 5,2 y 7,9. Estos valores estuvieron significativamente correlacionados con las puntuaciones de los sitios del ACC (r Spearman = -0,92, p <0,05), lo cual indica que el índice resumió la mayoría de la información referente a la distribución de las microalgas perifíticas con respecto al gradiente de variación ambiental.

Gráfica 135 Valores obtenidos del ICE-RO (Septiembre 2013).

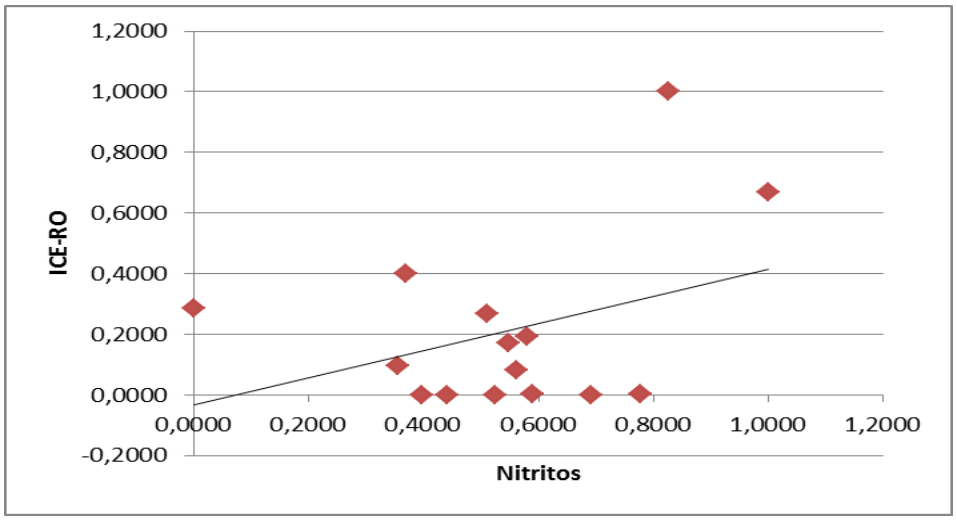


La gráfica 136 muestra el resultado de la regresión lineal entre la variable fisicoquímica representativa y el ICE-RO. Los nitritos presentaron el mayor valor de determinación (R^2 = 0,13). Aunque fue el valor más alto entre las regresiones lineales calculadas, entre las variables fisicoquímicas, no explicó de manera estadísticamente significativa la relación trófica existente.

La variable ambiental nitritos incide, en cierto porcentaje, de manera activa en el comportamiento y dinámica de la comunidad perifítica en la fuente hídrica. Cuando se considera al nitrógeno como un nutriente, las células algales lo incorporan en forma de nitrato, aunque también el amonio (NH_4) puede ser utilizado por el perifiton. La captación de nitratos se correlaciona con la producción de nitritos por parte de las especies productoras algales, causando como consecuencia un detrimento de la fuente, ya que los nitritos químicamente pueden llegar a ser nocivos para la salud pública. Esta actividad muestra una dinámica entre las variables ambientales y la abundancia de la comunidad perifítica.

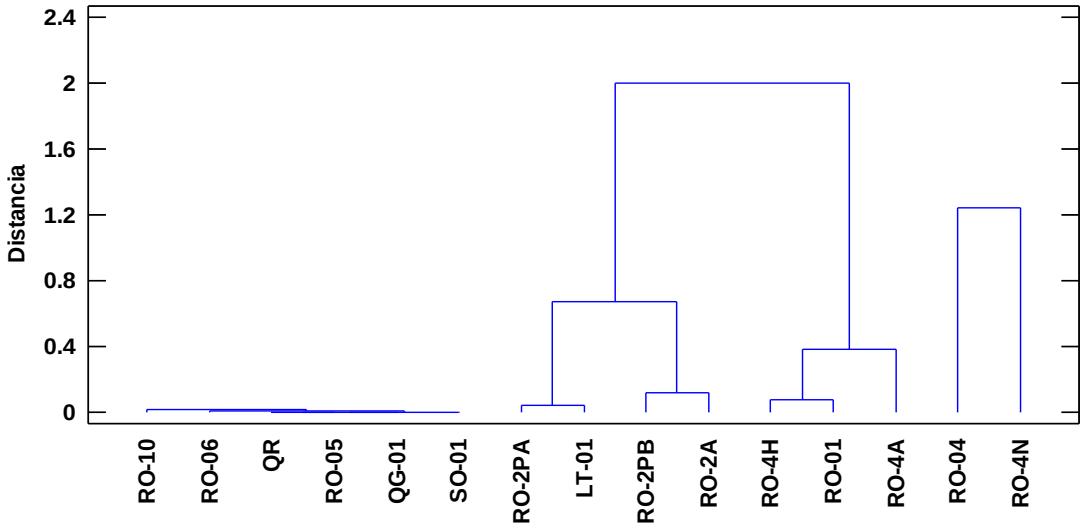
Se seleccionó esta variable en el análisis de agrupamiento con el fin de establecer los valores límites del ICE-RO y los nitritos dentro de cada agrupamiento. En la Gráfica 136 se representa la regresión lineal entre nitritos y el ICE-RO; la correlación entre estas dos variables fue positiva y baja (r = 0,36).

Gráfica 136 Dispersión entre las puntuaciones del ICE-RO versus nitritos (Septiembre 2013).

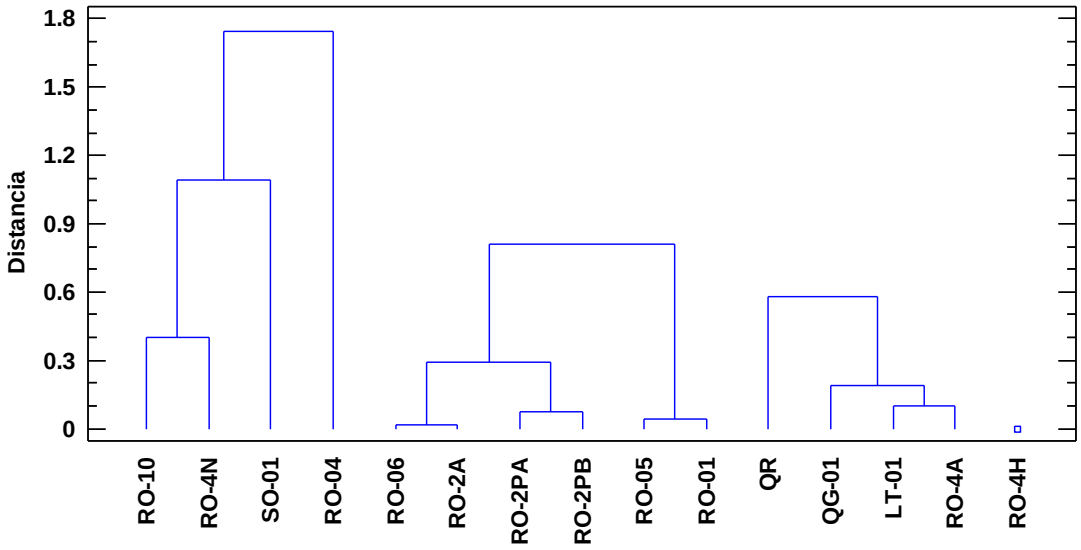


Los valores del ICE-RO fluctuaron entre 5,2 y 7,9 (Gráfica 135). Para establecer asociación de categorías de calidad ecológica con los valores presentes en este rango se realizó un análisis de agrupamiento utilizando como variables, las puntuaciones estandarizadas del ICE-RO y la concentración de nitritos. En las gráficas 137 y 138 se muestra la formación de tres principales grupos significativamente diferentes.

Gráfica 137 Análisis de conglomerados según Nitritos (Septiembre 2013).



Gráfica 138. Análisis de conglomerados según ICE-RO (Septiembre 2013).



A partir de la información base se definieron los rangos de calidad ecológica de cada grupo en cuanto a la concentración de nitritos y el ICE-RN (Cuadro 175).

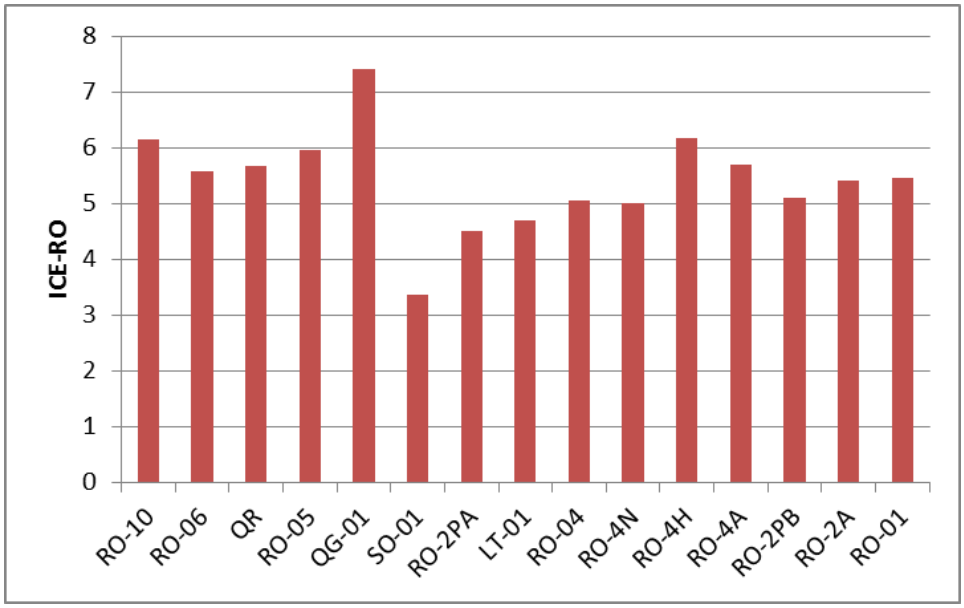
Cuadro 175 Rangos de calidad para el ICE-RO y los Nitritos (Septiembre 2013).

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Calidad Ecológica	**Buena**	**Aceptable**	**Crítica**
Nitritos (mg/L)	<0,05	0,05 - 0,3	>0,3
ICE-RO	>7	6 - 7	<6

Octubre 2013

Se calculó el (ICE-RO) en cada uno de los puntos de muestreo (Gráfica 139). Se observó que los valores del ICE-RO variaron entre 5,2 y 7,9. Estos valores estuvieron significativamente correlacionados con las puntuaciones de los sitios del ACC (r Spearman = -0,82, p <0,05), lo cual indica que el índice resumió la mayoría de la información referente a la distribución de las microalgas perifíticas con respecto al gradiente de variación ambiental.

Gráfica 139 Valores obtenidos del ICE-RO (Octubre 2013).

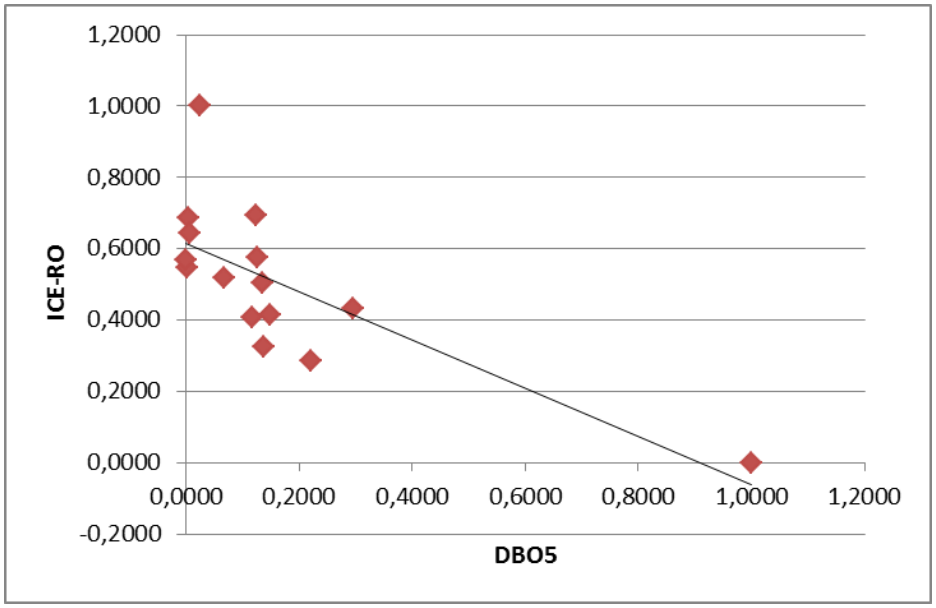


La gráfica 140 muestra el resultado de la regresión lineal entre la variable fisicoquímica representativa y el ICE-RO. Los ortofosfatos presentaron el mayor valor de determinación (R^2 = 0,56).

Los ortofosfatos son una de las formas más frecuentes en que el fósforo se presenta en soluciones acuosas, estos se hallan disponibles para el metabolismo biológico sin que sea precisa una ruptura posterior. Son la forma más importante del fósforo en el agua debido a que se encuentran disueltos en la misma y de esta manera son aprovechados por las plantas (Sierra, 2011). El fósforo en forma de ortofosfato es el nutriente de organismos fotosintetizadores y por tanto, es un componente limitante para el desarrollo de las comunidades algales. Su determinación es importante en estudio de polución de ríos, así como en procesos químicos y biológicos de purificación y tratamiento de aguas.

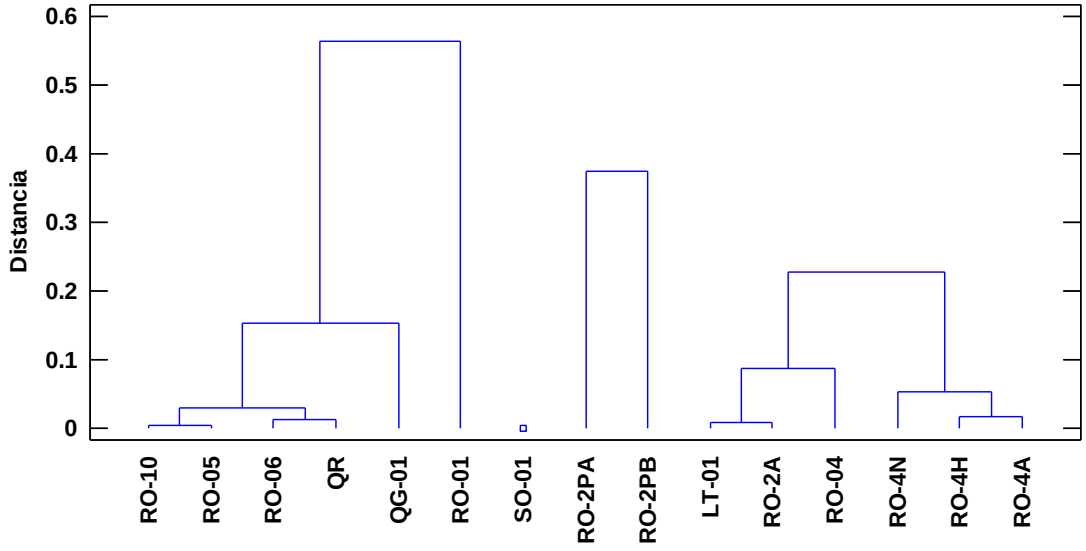
Se seleccionó esta variable en el análisis de agrupamiento con el fin de establecer los valores límites del ICE-RO y los ortofosfatos dentro de cada agrupamiento. En la gráfica 141 se representa la regresión lineal entre ortofosfatos y el ICE-RO; la correlación entre estas dos variables fue positiva y baja (r = 0,74).

Gráfica 140 Dispersión entre las puntuaciones del ICE-RO versus ortofosfatos (Octubre 2013).

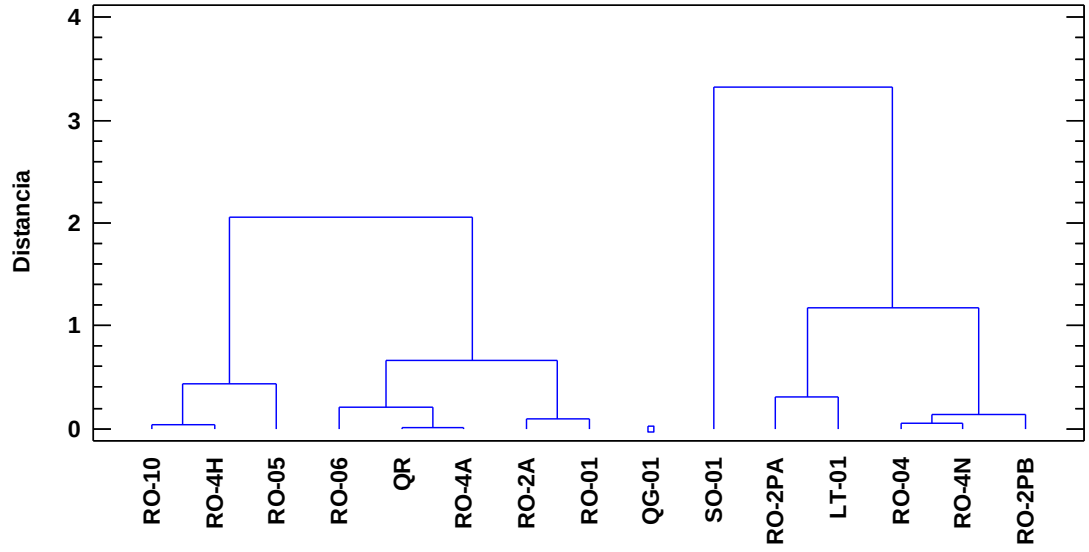


Los valores del ICE-RO fluctuaron entre 5,2 y 7,9 (Gráfica 139). Para establecer asociación de categorías de calidad ecológica con los valores presentes en este rango se realizó un análisis de agrupamiento utilizando como variables, las puntuaciones estandarizadas del ICE-RO y la concentración de ortofosfatos. En las gráficas 141 y 142 se muestra la formación de tres principales grupos significativamente diferentes.

Gráfica 141. Análisis de conglomerados según Ortofosfatos (Octubre 2013).



Gráfica 142. Análisis de conglomerados según Ortofosfatos (Octubre 2013).



A partir de la información base se definieron los rangos de calidad ecológica de cada grupo en cuanto a la concentración de nitritos y el ICE-RN (Cuadro 176).

Cuadro 176 Rangos de calidad para el ICE-RO y los Nitritos (Septiembre 2013).

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Calidad Ecológica	**Buena**	**Aceptable**	**Crítica**
Ortofosfatos (mg/L)	<0,4	0,4 - 1	>1
ICE-RO	>7	6 - 7	<6

- **CONCLUSIONES HIDROBIOLÓGICOS**

Tradicionalmente la comunidad de los macroinvertebrados ha mostrado una bioindicación en calidad del agua a través del índice BMWP. Sin embargo, cuando se integra a la discusión otros índices como diversidad, equitabilidad y dominancia se fortalece la argumentación y permite establecer con más claridad el comportamiento de la comunidad en el recurso hídrico.

Para los macroinvertebrados se capturaron 55 familias en el primer muestreo y 58 familias en el segundo, demostrando que las épocas climáticas y las condiciones temporales hidráulicas y de calidad de agua establecen la presencia o ausencia de algunas familias en los cuerpos de agua. Esto se relaciona con los ciclos de vida y periodos de reproducción de los organismos y por esto se requiere aplicar muestreos en diferentes épocas climáticas, incluyendo las transiciones para conocer la dinámica poblacional.

Los valores del BMWP fueron superiores para la segunda época de muestreo, confirmando el inicio de la época de lluvia, mostrando cambios con respecto a la época de estiaje, lo que posiblemente permite a las comunidades acuáticas aprovechar estas condiciones favorables para sus procesos de migración, reproducción y desarrollo.

El índice de valor de importancia (IVI) permitió identificar las familias Chironomidae y Tubificidae como cosmopolitas, ya que estas aparecieron en todos los puntos y en ambas épocas de muestreo. Familias como Staphylinidae y Psychodidae, que tienen niveles de calificación de cuenca media-alta, fueron capturadas en niveles bajos y con grado de contaminación orgánica, mostrando un desplazamiento hacia una mayor tolerancia y por consiguiente pueden ser candidatas para reclasificar la puntuación BMWP asignada por Roldán (2003) para Colombia. Este argumento puede sugerir que el índice BMWP debe ser regional, ya que las condiciones de los sistemas acuáticos son diferentes y pueden influir en el desplazamiento de las especies.

La presencia y abundancia de las microalgas perifíticas bentónicas, puede ser utilizada para evaluar el estado ecológico del medio en el que habitan, permitiendo inferir sobre los problemas que estén sucediendo. Las mismas presentaron, una alta heterogeneidad tanto espacial como temporal dependiendo de la variabilidad de los factores ambientales, que determinan su comportamiento y distribución.

La composición y abundancia fue muy variable debido a la interacción de las condiciones tróficas y físicas que estructuraron la comunidad. Así, variables ambientales como los nitratos, nitritos y los ortofosfatos disponibles en la fuente hídrica actuaron como factores limitantes del crecimiento de las algas perifíticas.

El Índice de Calidad Ecológica del Río de Oro (ICE-RO) permitió evaluar la calidad de los puntos de muestreo estudiados. El ICE-RO establece categorías considerando los parámetros fisicoquímicos y las comunidades biológicas (macroinvertebrados y perifiton), identificando un parámetro relevante asociado a la calidad ecológica y sanitaria. Es importante destacar, acorde a los resultados obtenidos, que le ICE-RO es un referente de como una comunidad natural (macroinvertebrados o microalgas) se ve afectada por condiciones ambientales específicas, contemplando una potencial respuesta sanitaria.

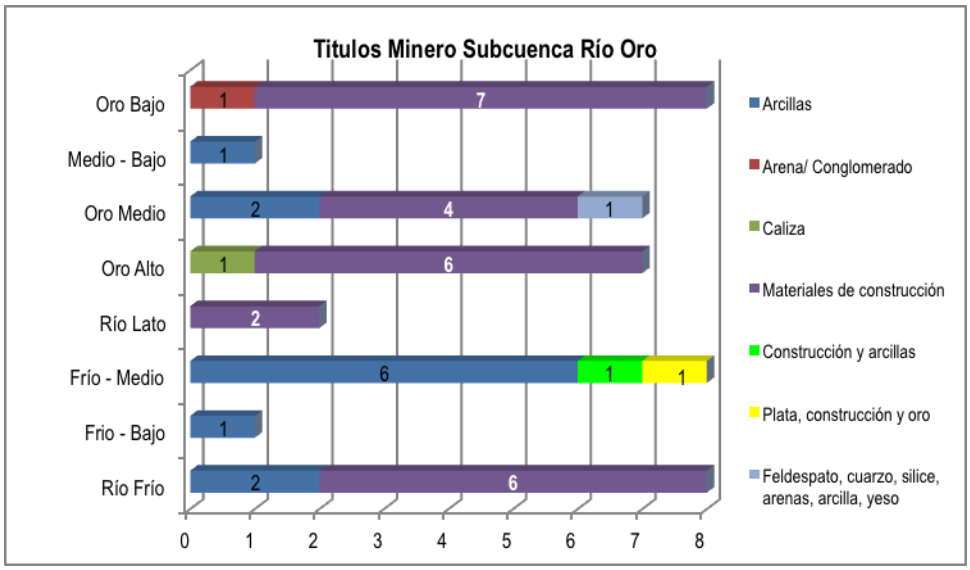
3.2.11 (s) Inventario de aprovechamiento de material de arrastre. En la subcuenca de río de oro, se presenta una importante actividad minera, en donde sobresale, la explotación del material de arrastre y la transformación de arcillas, de igual manera encontramos títulos de explotación de oro y plata, calizas, feldespato en menor cantidad. En el siguiente cuadro tenemos la relación de los títulos mineros en la subcuenca de río de oro.

Cuadro 177. Inventario de títulos mineros subcuenca río de Oro

Cuenca	Arcillas	Arena/ Conglomerado	Caliza	Materiales construcción	Construcción y arcillas	Plata, construcción y oro	Feldespato, cuarzo, sílice, arenas, arcilla, yeso	Total
Río Frío	2	0	0	6	0	0	0	**8**
Frio - Bajo	1	0	0	0	0	0	0	**1**
Frío - Medio	6	0	0	0	1	1	0	**8**
Río Lato	0	0	0	2	0	0	0	**2**
Oro Alto	0	0	1	6	0	0	0	**7**
Oro Medio	2	0	0	4	0	0	1	**7**
Medio - Bajo	1	0	0	0	0	0	0	**1**
Oro Bajo	0	1	0	7	0	0	0	**8**
Total	**12**	**1**	**1**	**25**	**1**	**1**	**1**	**42**

Fuente. Agencia Nacional Minera - Bucaramanga

Gráfica 143. Inventario títulos mineros subcuenca río de Oro



Fuente. Agencia Nacional Minera - Bucaramanga

Como se puede observar la mayor concentración de explotación minera se da en la microcuenca de río Frío y oro Medio, siendo la principal explotación materiales de construcción. Las arcillas ocupan un

segundo lugar en el número de títulos de transformación de arcillas y un título minero de explotación de oro y plata, en oro medio y río frío

Figura 38. Aprovechamiento de arcillas río Frío

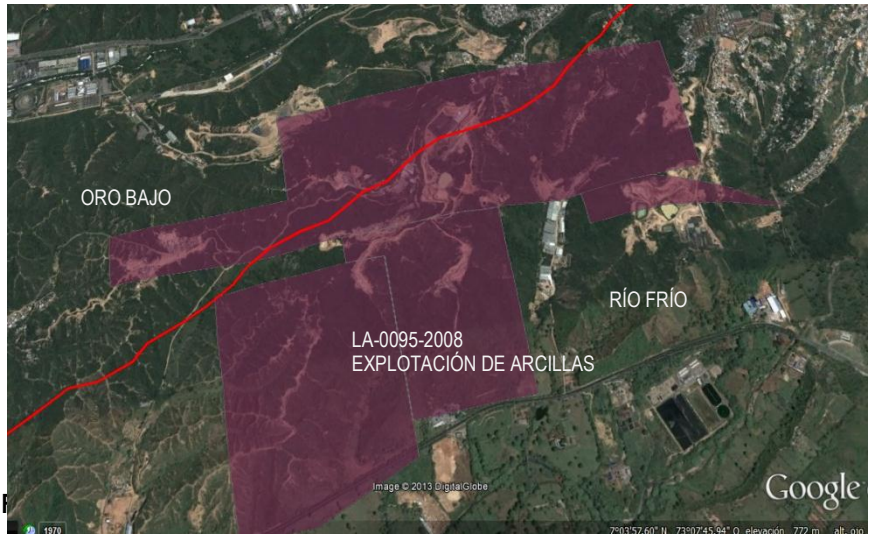
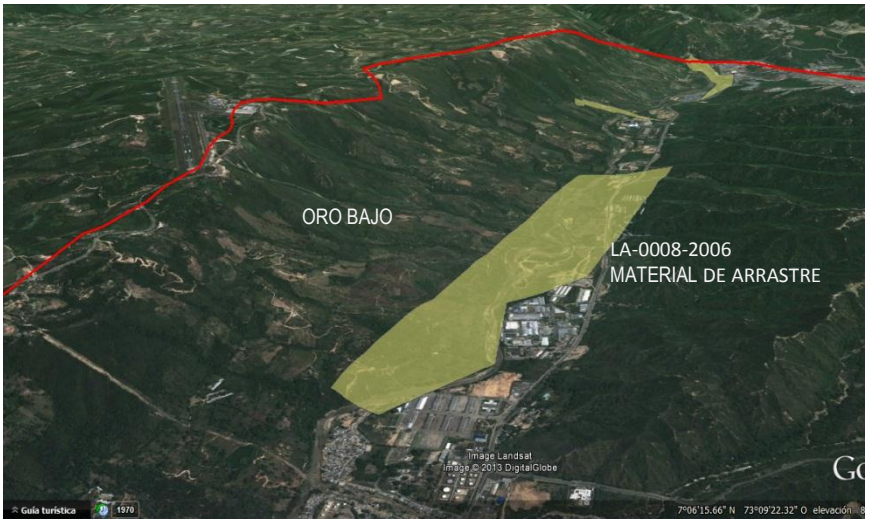


Figura 39. Aprovechamiento de material de arrastre Oro Bajo



Anexo 32 Inventario Actividad Minera Subcuenca Río de Oro

Mapa 15. Títulos Mineros Subcuenca Río de Oro.

3.2.12 (t) Clasificación de los usos actuales del agua del río De Oro y sus tributarios. En el siguiente cuadro se clasifica río de Oro y sus principales afluentes según el Decreto 1541 de 1978, el Acuerdo 1075 de 2006 (Objetivos de Calidad de la CDMB) y se detallan por punto las actividades económicas asociadas al recurso hídrico así como los usos del suelo según el POMCA:

Cuadro 178 Clasificación general Río de Oro

Tramos	Puntos Monitoreo	Clasificación de las aguas con respecto a los vertimientos (Decreto 1541 de 1978, Art. 205)	Usos según Objetivos de Calidad	Actividades económicas asociadas al recurso hídrico	Usos del suelo según POMCA
TRAMO A: RO-O-10 / RO-05	RO-O-10	Clase I	Uso doméstico o consumo humano	Agricultura y ganadería	Bosque primario, Cultivos semipermanentes, pastos y rastrojos, vegetación de páramo
	RO-06	Clase I			
	QRG-O-01	Clase I			
	RO-05	Clase I			
TRAMO B: RO-05 / RO-04	QG-01	Clase I	Uso Agrícola	Recreación (Balnearios)	Cultivos pastos y rastrojos
	SO-01	Clase II		Ninguna	Pastos y rastrojos
	RO-O-2PA	Clase II		Agricultura y ganadería	Suelos erosionados, rastrojos, zona suburbana
	LT-01	Clase II		Agricultura y ganadería	Suelos erosionados, rastrojos
	RO-04	Clase II		Agricultura y ganadería	Cultivos mixtos, pastos y rastrojos , erial minero
TRAMO C: RO-04 / RO-O-4H	RO-O-4N	Clase II		Agricultura y ganadería	Cultivos mixtos, pastos y rastrojos
	RO-O-4H	Clase II		Agricultura y ganadería	Cultivos mixtos, pastos y rastrojos
TRAMO D: RO-O-4H / RO-2PB	RO-4A	Clase II		Agricultura y ganadería	Zona suburbana
	RF-1A	Clase II	Uso estético	Consumo humano, pesca, agricultura y ganadería	Zona urbana
	LI-01	Clase II		Ninguna	Zona urbana
	RO-O-2PB	Clase II		Ninguna	Zona urbana
TRAMO E: RO-2PB / RO-01	RO-O-2A	Clase II		Ninguna	Zona urbana
	RO-01	Clase II		Ninguna	Zona suburbana, suelos erosionados

3.2.13 (u) Identificar y analizar los conflictos de uso de los cuerpos de agua objeto de ordenamiento.

3.2.13.1 Determinación conflicto de uso recurso hídrico corriente principal río de Oro. La siguiente es la clasificación que permitirá determinar los conflictos de uso del recurso hídrico en la corriente principal del río de Oro

Uso adecuado: Es en donde uso potencial del suelo guarda correspondencia con los usos otorgados en las concesiones de agua. Color de representación verde y símbolo (A).

ADECUADO (A)

Uso Inadecuado (I): Los usos de las concesiones no corresponde a las categorías establecidas por el uso potencial de los suelos del POMCA. Color de representación Amarillo y símbolo (I).

INADECUADO (I)

Uso Muy Inadecuado (MI): Los usos de las concesiones además de no corresponder a las categorías establecidas por el uso potencial de los suelos del POMCA, son totalmente contrarios. Color de representación naranja y símbolo (MI)

MUY INADECUADO (MI)

Uso Subutilizado: Es en donde el uso del agua otorgado por la concesión corresponde a un nivel inferior a las categorías establecidas por el uso potencial del suelo establecido en el POMCA. Color de representación rosado oscuro y símbolo (SU).

SUBUTILIZADO (SU)

Uso Sobreexplotado (SE)*:* Es en donde uso potencial del suelo establecido por el POMCA es mucho más intenso que los usos otorgados en las concesiones de agua. Color de representación rojo y símbolo (SE)

SOBREEXPLOTADO (SE)

No determinado (ND): Esta categoría es dada cuando no se encuentra información en las temáticas analizadas. Color de representación cian y símbolo (ND)

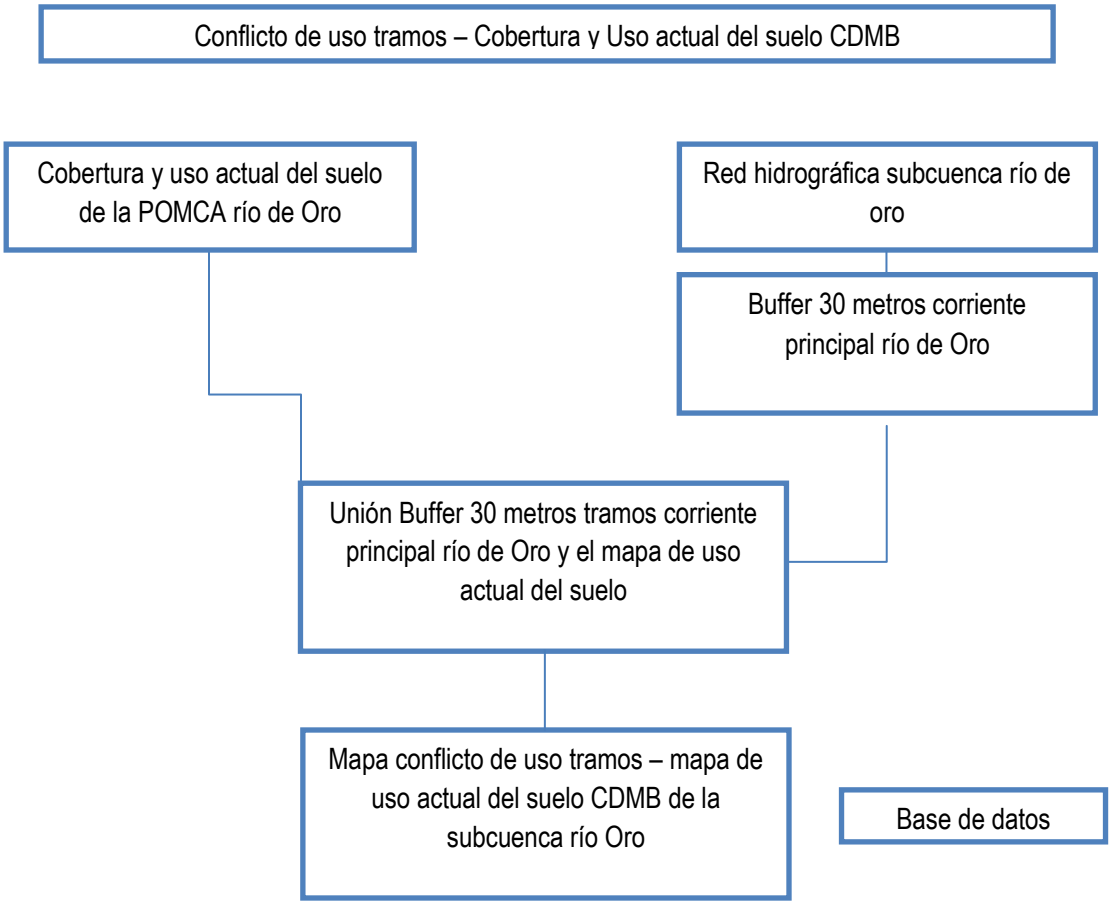
NO DETERMINADO (ND)

3.2.13.2 Conflicto de usos tramos uso potencial del suelo POMCA. Para determinar los conflictos se cruza la información del uso potencial del suelo del POMCA y un buffer de 30 metros de la corriente principal de río de oro.

De esta manera se puede determinar el uso del tramo y el uso del suelo

En el siguiente gráfico se esquematiza el procedimiento para la obtención de la matriz y mapa síntesis denominado “conflicto de uso tramos – uso potencial del suelo POMCA subcuenca río de Oro”

Figura 40 Esquema cruce de información conflicto de uso concesiones jurídicas uso potencial del suelo POMCA



En el siguiente cuadro se referencian los conflictos de uso entre el uso potencial del suelo y un buffer sobre la corriente principal no inferior a 30 metros, de acuerdo con la ley 1449 de 1977

Cuadro 179. Resumen conflictos uso tramos corriente principal – cobertura y uso actual del suelo POMCA río de Oro.

TRAMO	ADECUADO			INADECUADO			MUY INADECUADO			SOBRE EXPLOTADO		
	Área (m^2)	Ha	%	Área (m^2)	Ha	%	Área (m^2)	Ha	%	Área (m^2)	Ha	%
Tramo A	1052986,84	105,30	50,564	418532,89	41,85	59,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tramo B	475364,49	47,54	22,827	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tramo C	420919,48	42,09	20,213	279229,71	27,92	40,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tramo D	70052,55	7,01	3,3639	0,00	0,00	0,00	171159,7468	17,12	81,90	340063,163	34,01	37,91
Tramo E	63143,34	6,31	3,0321	0,00	0,00	0,00	37823,66	3,78	18,10	556857,87	55,69	62,09
TOTAL	**2082466,71**	**208,25**	**100**	**697762,60**	**69,78**	**100**	**208983,40**	**20,90**	**100**	**896921,03**	**89,69**	**100,00**

Como podemos observar en el cuadro anterior el uso adecuado de la corriente principal de río de Oro alcanza un 54%, este básicamente se ubica en el Tramo A en áreas protegidas por la CDMB.

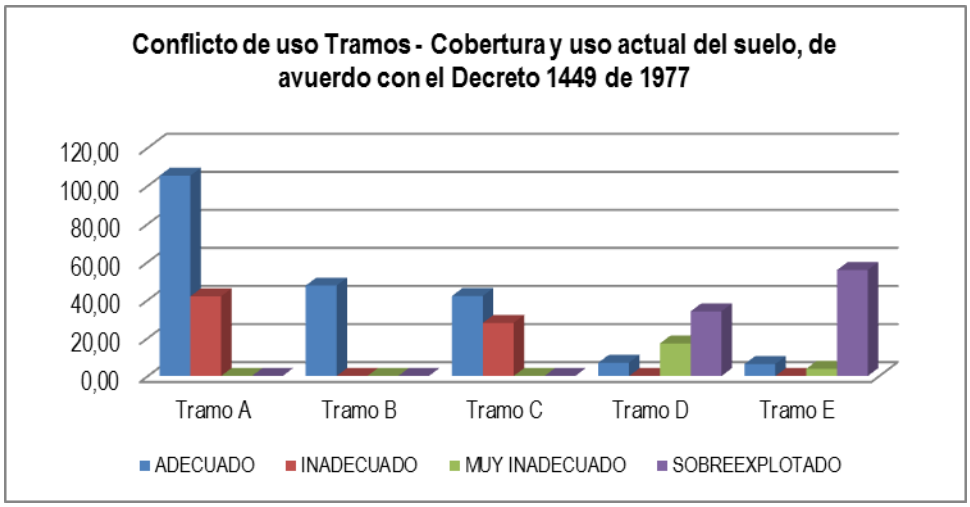
En conclusión de las 388,61 hectáreas que deberían estar protegidas por cumplimiento de Ley, la corriente principal de la subcuenca río de Oro cuenta con 209,85 hectáreas. Para mayor detalle ver el siguiente Anexo

Anexo 33. Conflicto de uso Tramos corriente principal – Cobertura y uso actual del suelo CDMB

En la siguiente figura se espacializa el conflicto de uso entre los tramos y la cobertura y uso actual del suelo.

En el siguiente gráfico se muestra un comparativo entre los conflictos en cauce principal

Gráfica 144. Conflicto de uso Tramos – Cobertura Uso actual del suelo, de acuerdo con el Decreto 1449 de 1977



Las áreas que están definidas como uso adecuado, son aquellas que son destinadas a la protección.

En el siguiente gráfico se referencian los porcentajes del conflicto en las áreas de protección de acuerdo con el Decreto 1449 de 1977.

Gráfica 145. Porcentaje conflicto de uso Tramos - Uso potencial del suelo Decreto 1449 de 1977

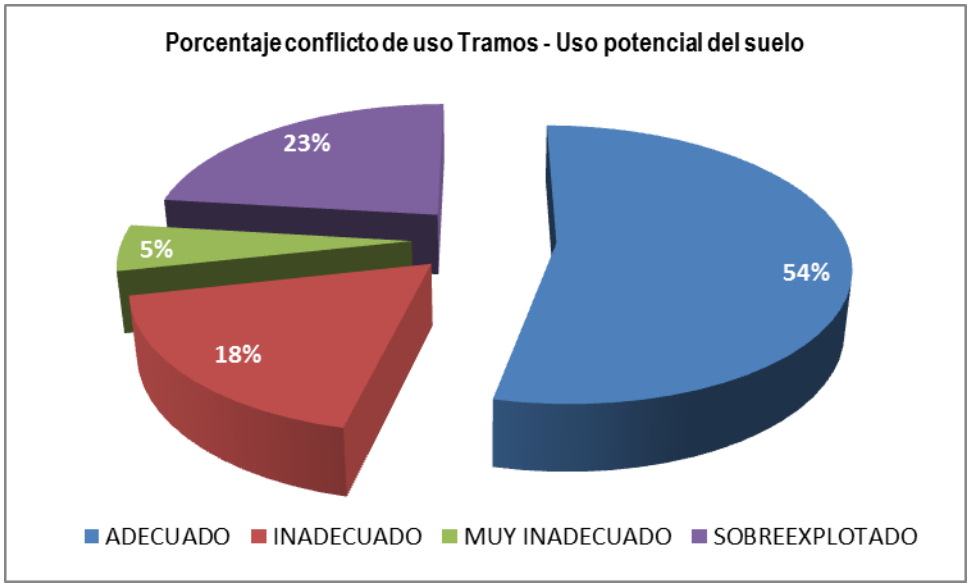
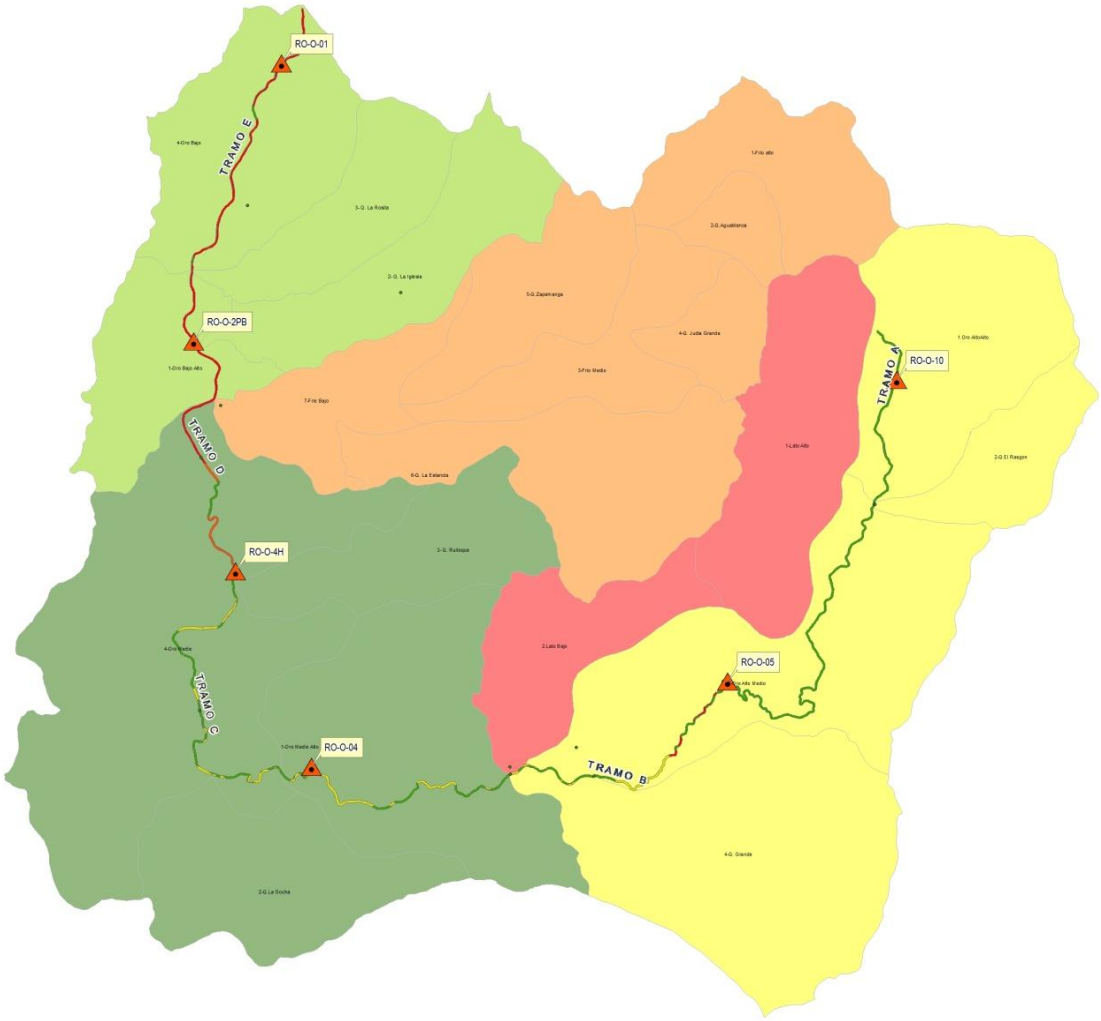


Figura 41 Conflicto de uso Tramos – Cobertura y uso actual del suelo CDMB

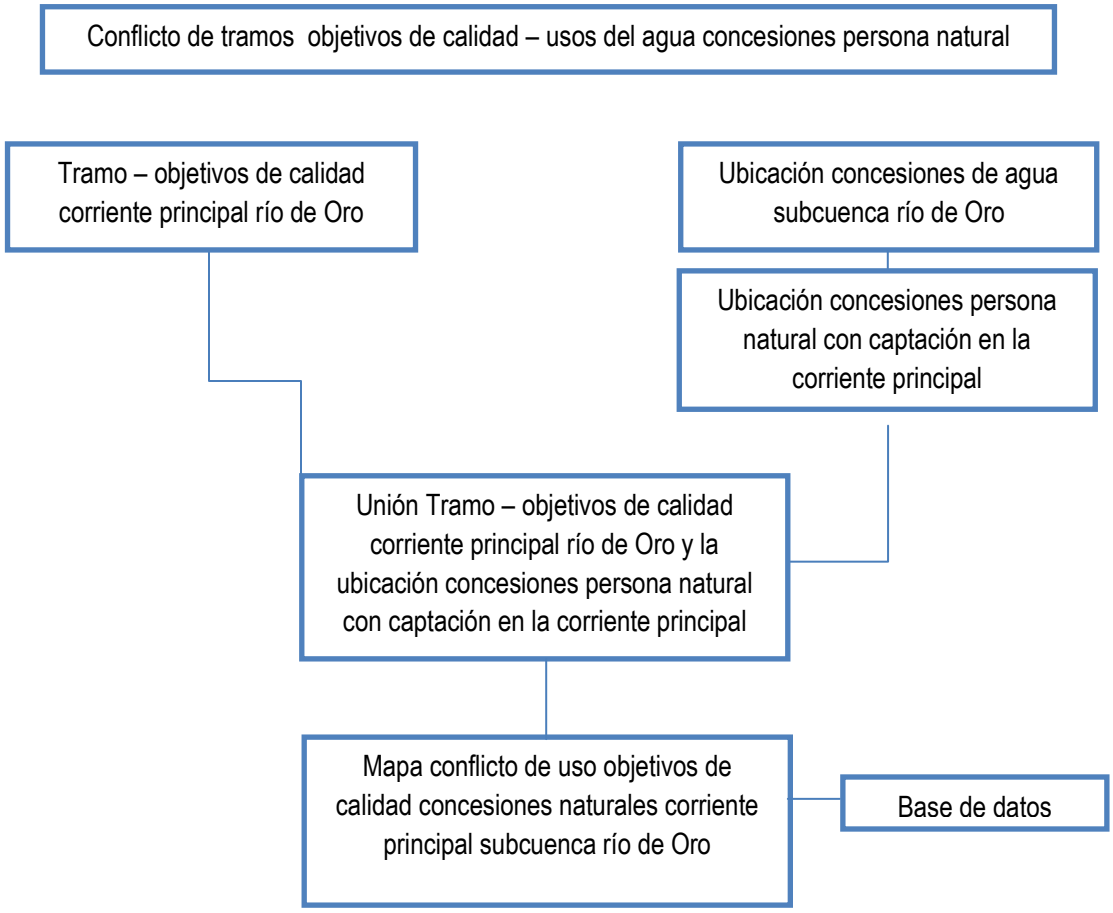


Para más detalle ver el siguiente mapa:

Mapa 16. Conflicto de uso Tramos – Cobertura y Uso Actual del Suelo CDMB

3.2.13.3 Conflicto de usos tramos objetivos de calidad uso del agua en la corriente principal persona natural. Para determinar los conflictos se cruza la información de los objetivos de calidad y los usos del agua asignados a las concesiones naturales otorgadas en la corriente principal de la subcuenca río de Oro.

Figura 42 Esquema análisis de información Conflicto de tramos objetivos de calidad – usos del agua concesiones persona natural.



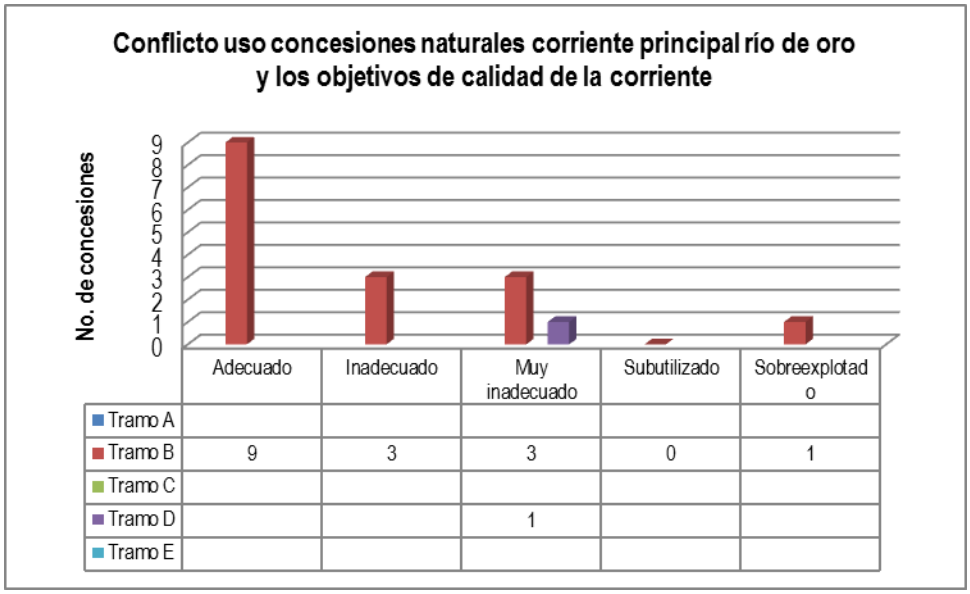
En el siguiente cuadro se relacionan las concesiones de agua persona natural otorgadas por la AAC, los usos del agua por cada concesión, la ubicación de cada concesión de acuerdo al tramo del río y los conflictos de uso entre los usos establecidos por los objetivos de calidad en la corriente principal de río de oro y los usos concesionados

Cuadro 180. Conflictos concesiones persona natural – usos objetivos de calidad corriente principal

Cuenca	Código	Caudal asignado	X	Y	Caudal abastecimiento	Caudal abrevadero	Caudal pesca	Caudal riego	Caudal otro	Tramo	Objetivo de calidad - uso	Conflicto
Oro alto		0,0136	1114828	1265109		0,0049		0,0087		Tramo B	Agrícola	A
Oro alto	930	0,0338	1114809	1265800		0,0049		0,0289		Tramo B	Agrícola	A
Oro alto	989	0,0347	1114806	1265117				0,0347		Tramo B	Agrícola	A
Oro medio	1372	0,0379	1100325	1272957					0,0379	Tramo D	Estético	Mi
Oro alto	990	0,0579	1114806	1265517				0,0579		Tramo B	Agrícola	A
Oro medio	1343	0,0579	1100750	1266610				0,0579		Tramo B	Agrícola	A
Oro alto	939	0,1042	1114822	1265079					0,1042	Tramo B	Agrícola	Mi
Oro medio	1345	0,1158	1099550	1266515				0,1158		Tramo B	Agrícola	A
Oro alto	949	0,1425	1114103	1264359	0,0208	0,0060		0,1157		Tramo B	Agrícola	I
Oro alto	993	0,1486	1111684	1263340		0,0097		0,1389		Tramo B	Agrícola	A
Oro alto	1016	0,1851	1114127	1263469	0,0208	0,0486		0,1157		Tramo B	Agrícola	I
Oro alto	994	0,2192	1113197	1263142					0,2192	Tramo B	Agrícola	Mi
Oro medio	1350	0,2232	1104731	1262004			0,2000	0,0232		Tramo B	Agrícola	I
Oro medio	1267	0,2893	1100073	1265550				0,2893		Tramo B	Agrícola	A
Oro alto	950	0,4537	1114105	1264361	0,0347	0,0081	0,3125	0,0984		Tramo B	Agrícola	Se
Oro alto	943	0,4648	1114444	1262687		0,0019		0,1157	0,3472	Tramo B	Agrícola	Mi
Oro medio	1301	2,3140	1104766	1263178				2,3140		Tramo B	Agrícola	A

Como se puede observar, en el cuadro anterior en la corriente principal de la subcuenca de río de Oro solo se han otorgado 17 concesiones de agua a persona natural de las cuales 16 se ubican en el tramo B cuyo uso de acuerdo con los objetivos de calidad es agrícola. Por otra parte hay una concesión otorgada en el tramo D, la cual presenta un conflicto de muy inadecuado, ya que en este tramo el uso es estético.

Gráfica 146. Conflicto uso concesiones naturales corriente principal río de oro y los objetivos de calidad de la corriente



Gráfica 147. Porcentaje conflicto uso concesiones naturales corriente principal río de oro y los objetivos de calidad de la corriente

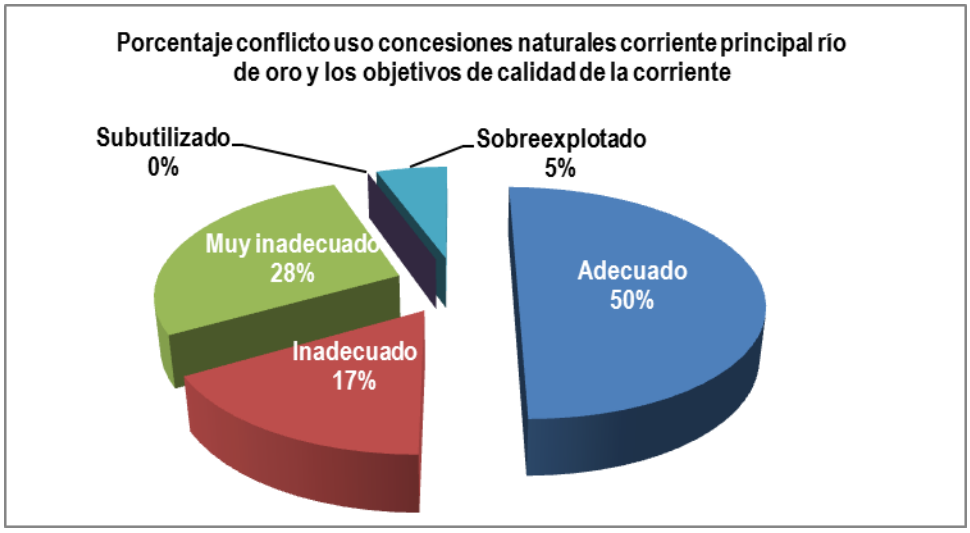
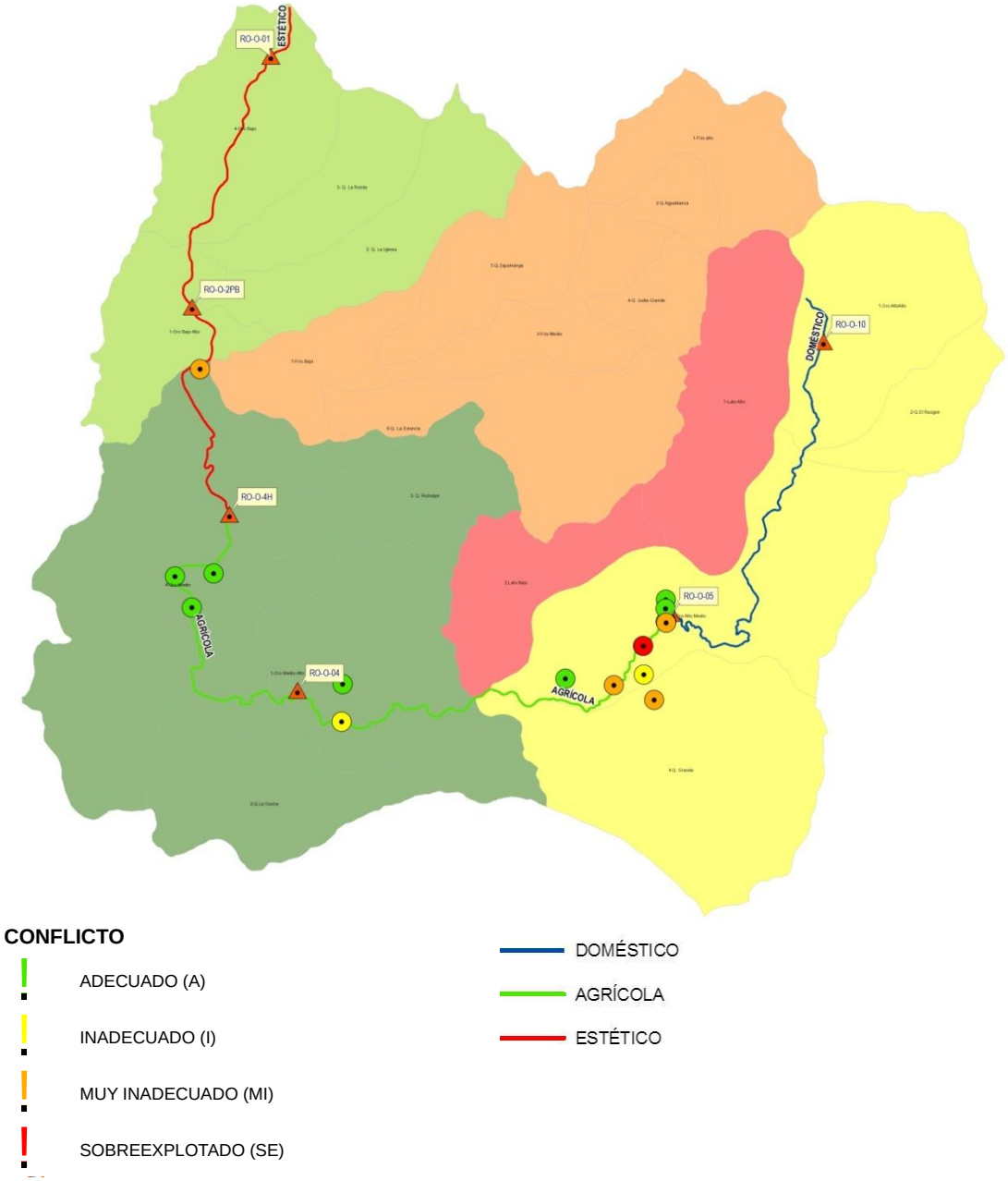


Figura 43 Ubicación concesiones naturales – uso objetivos de calidad corriente principal subcuenca río de Oro



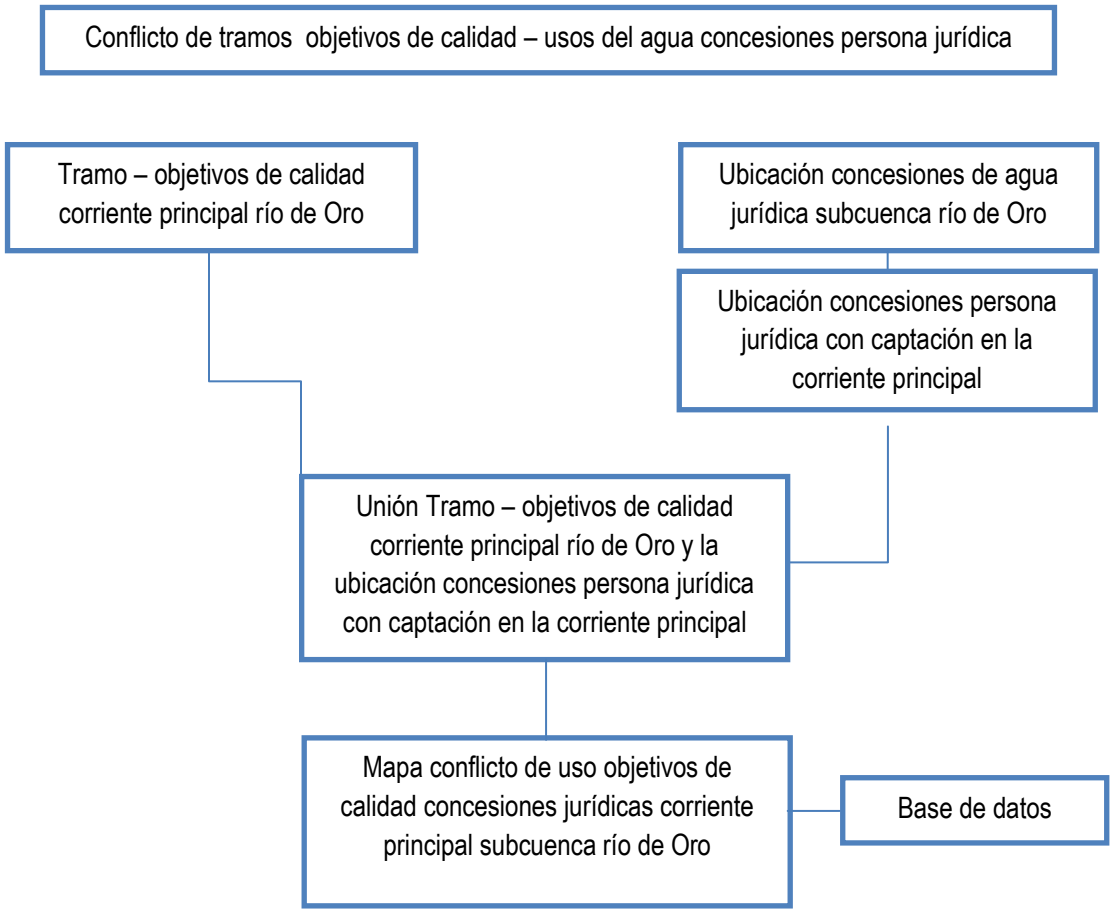
En conclusión el 50% de las concesiones naturales otorgadas en la corriente principal de la subcuenca de río de Oro es adecuado, con 9 concesiones otorgadas, en la categoría de inadecuado se referencian 3 concesiones que equivalen al 17%, el 28 % de las concesiones presentan un uso muy inadecuado con 4 concesiones y el 5% que equivale a una concesión presenta una categoría de sobreexplotado. Esta relación se hace con referencia a los objetivos de calidad vigentes para la corriente.

Anexo 34. Conflicto Concesiones Naturales Objetivo de Calidad

Mapa 17. Conflicto uso concesiones naturales corriente principal río de oro y los objetivos de calidad de la corriente

3.2.13.4 Conflicto de usos tramos objetivos de calidad uso del agua en la corriente principal persona jurídica. Para determinar los conflictos se cruza la información de los objetivos de calidad y los usos del agua asignados a las concesiones jurídicas otorgadas en la corriente principal de la subcuenca río de Oro.

Gráfica 148. Esquema análisis de información Conflicto de tramos objetivos de calidad – usos del agua concesiones persona jurídica.



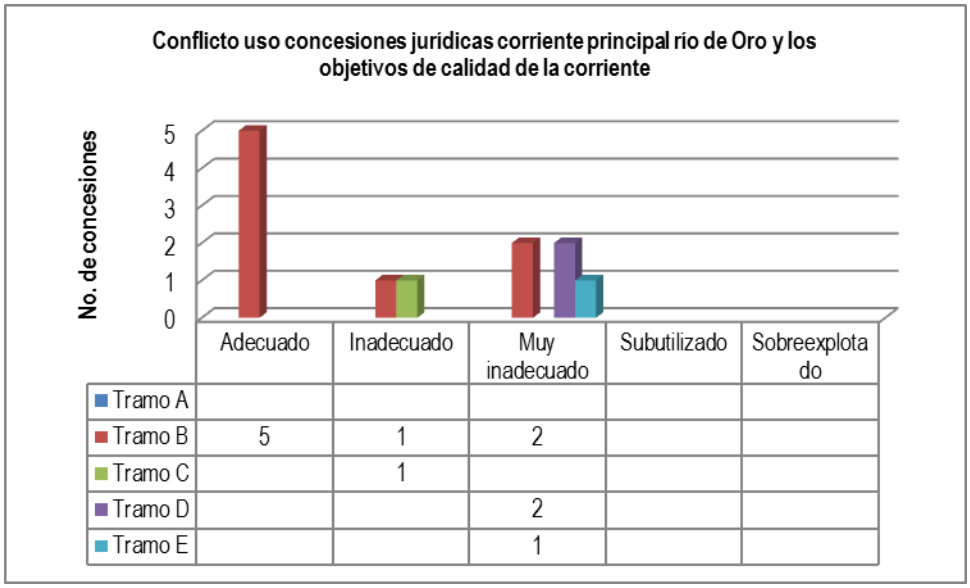
En el siguiente cuadro se relacionan las concesiones de agua persona jurídica otorgadas por la AAC, los usos del agua por cada concesión, la ubicación de cada concesión de acuerdo al tramo del río y los conflictos de uso entre los usos establecidos por los objetivos de calidad en la corriente principal de río de oro y los usos concesionados.

Cuadro 181. Conflictos concesiones persona jurídica – usos objetivos de calidad corriente principal

Cuenca	Cód.	Caudal concesionado	X	Y	Caudal abastecimiento	Caudal abrevadero	Caudal pesca	Caudal riego	Otro caudal	Tramo	Objetivo de calidad	Conflicto
Oro alto	105	8,420	1114806	1265117		0,318			8,102	Tramo B	Agrícola	Mi
Oro alto	106	647,000	1114930	1265360	647,000					Tramo B	Agrícola	I
Oro alto	111	0,000	1112950	1263140						Tramo B	Agrícola	A
Oro alto	112	0,033	1114828	1265109					0,033	Tramo B	Agrícola	MI
Oro alto	114	0,174	1114806	1265117				0,174		Tramo B	Agrícola	A
Oro alto	116	0,150	1114806	1265117	0,009		0,083	0,058		Tramo B	Agrícola	A
Oro alto	118	0,067	1114428	1263237				0,067		Tramo B	Agrícola	A
Oro alto	121	0,050	1114390	1264646				0,050		Tramo B	Agrícola	A
Oro alto	0	0,000	1100755	1277892					0,279	Tramo E	Estético	MI
Oro medio	147	0,174	1100068	1271937					0,174	Tramo D	Estético	MI
Oro medio	155	0,006	1103320	1262940	7,500					Tramo C	Agrícola	I
Oro bajo	144	0,046	1100540	1271260				0,260		Tramo D	Estético	MI

Como se puede observar, en el cuadro anterior en la corriente principal de la subcuenca de río de Oro solo se han otorgado 12 concesiones de agua a persona jurídica de las cuales 8 se ubican en el tramo B cuyo uso de acuerdo con los objetivos de calidad es agrícola. Por otra parte hay una concesión otorgada en el tramo C de uso agrícola y 2 en el tramo D con uso estético y una en el tramo E con objetivos de calidad para uso estético

Gráfica 149. Conflicto uso concesiones jurídicas corriente principal río de Oro y los objetivos de calidad de la corriente



Gráfica 150. Porcentaje conflicto uso concesiones jurídicas corriente principal río de Oro y los objetivos de calidad de la corriente

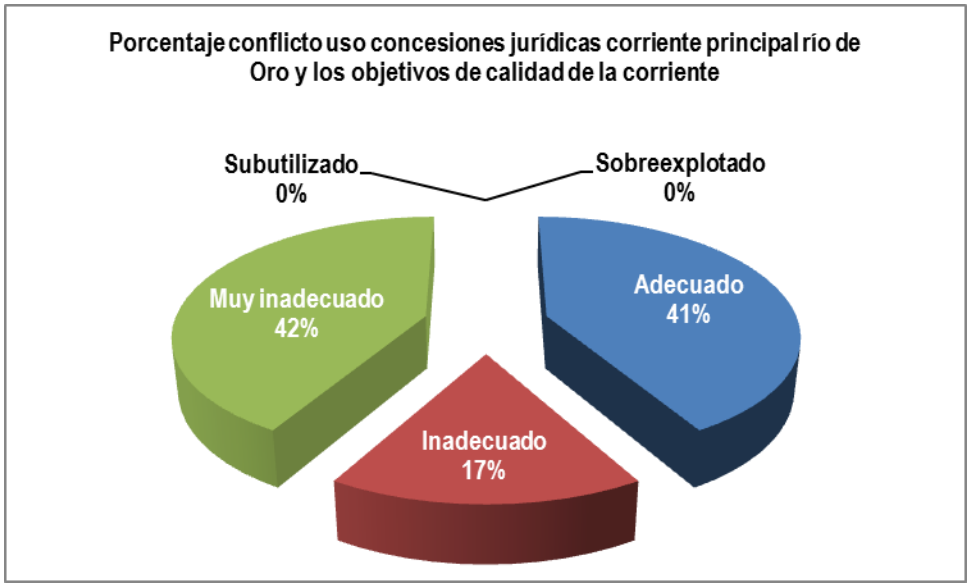
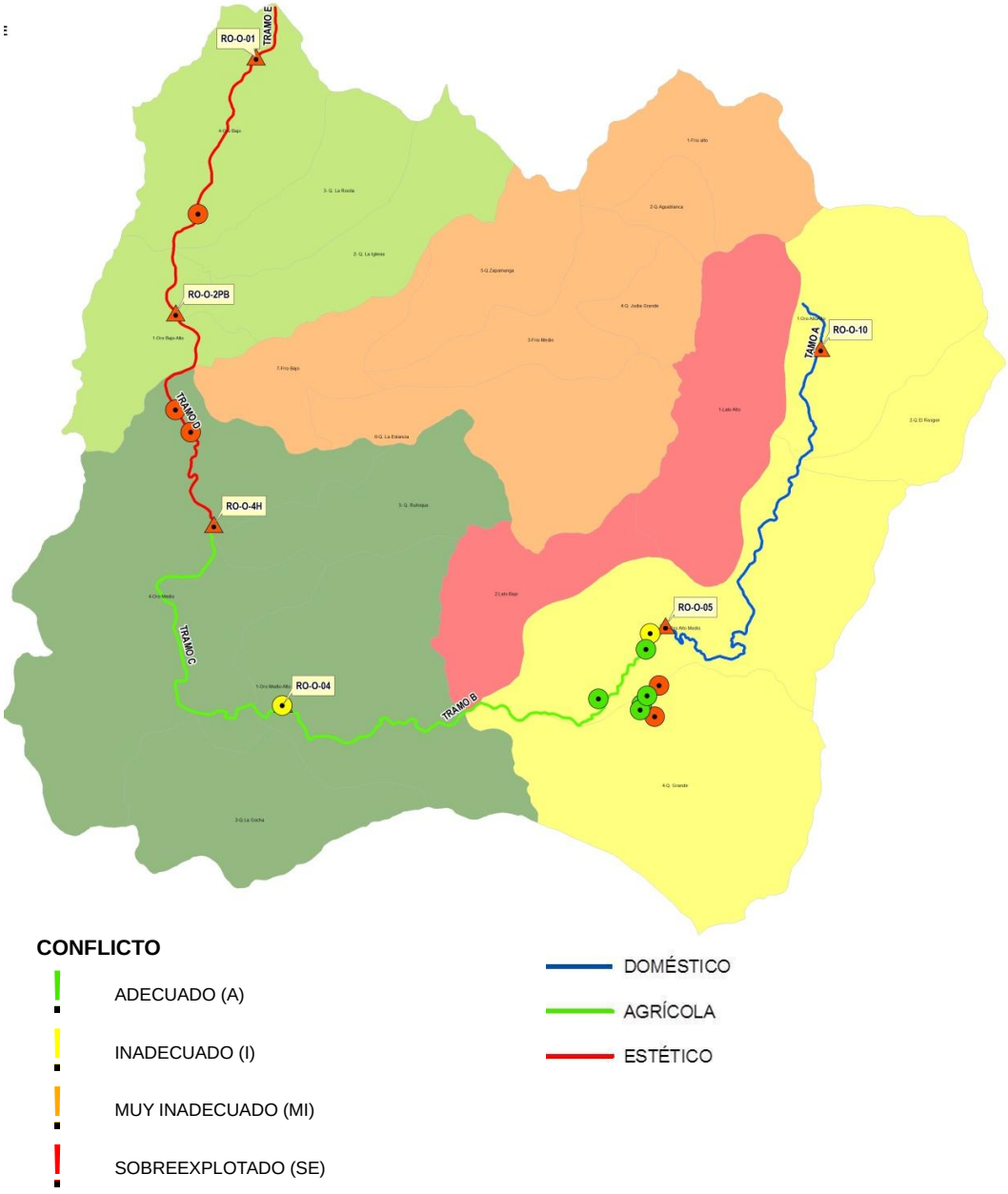


Figura 44 Ubicación concesiones jurídicas – uso objetivos de calidad corriente principal subcuenca río de Oro



En conclusión el 41% de las concesiones jurídicas otorgadas en la corriente principal de la subcuenca de río de Oro es adecuado, con 5 concesiones otorgadas, en la categoría de inadecuado se referencian 2 concesiones que equivalen al 17%, el 42 % de las concesiones presentan un uso muy inadecuado con 5 concesiones. Esta relación se hace con referencia a los objetivos de calidad vigentes para la corriente.

Anexo 35. Conflicto Concesiones Jurídicas Objetivo de Calidad

Mapa 18. Conflicto uso concesiones jurídicas corriente principal río de oro y los objetivos de calidad de la corriente

3.2.14 (v) Definir Oferta Hídrica total y disponible, considerando el caudal ambiental en el rio Oro

3.2.14.1 (a) Caracterización espacio temporal de variables climáticas

Las variables climáticas trabajadas para la zona de estudio corresponden a Precipitación, temperatura, humedad relativa y evaporación, basados en la información de las estaciones presentes en el área de estudio operadas por el IDEAM.

Se realiza una caracterización de las variables climatológicas que tiene incidencia directa en la generación de caudales de una cuenca, por esta razón una interpolación geoestadística de los parámetros Precipitación, temperatura, humedad relativa y evaporación.

Estaciones Climatológicas

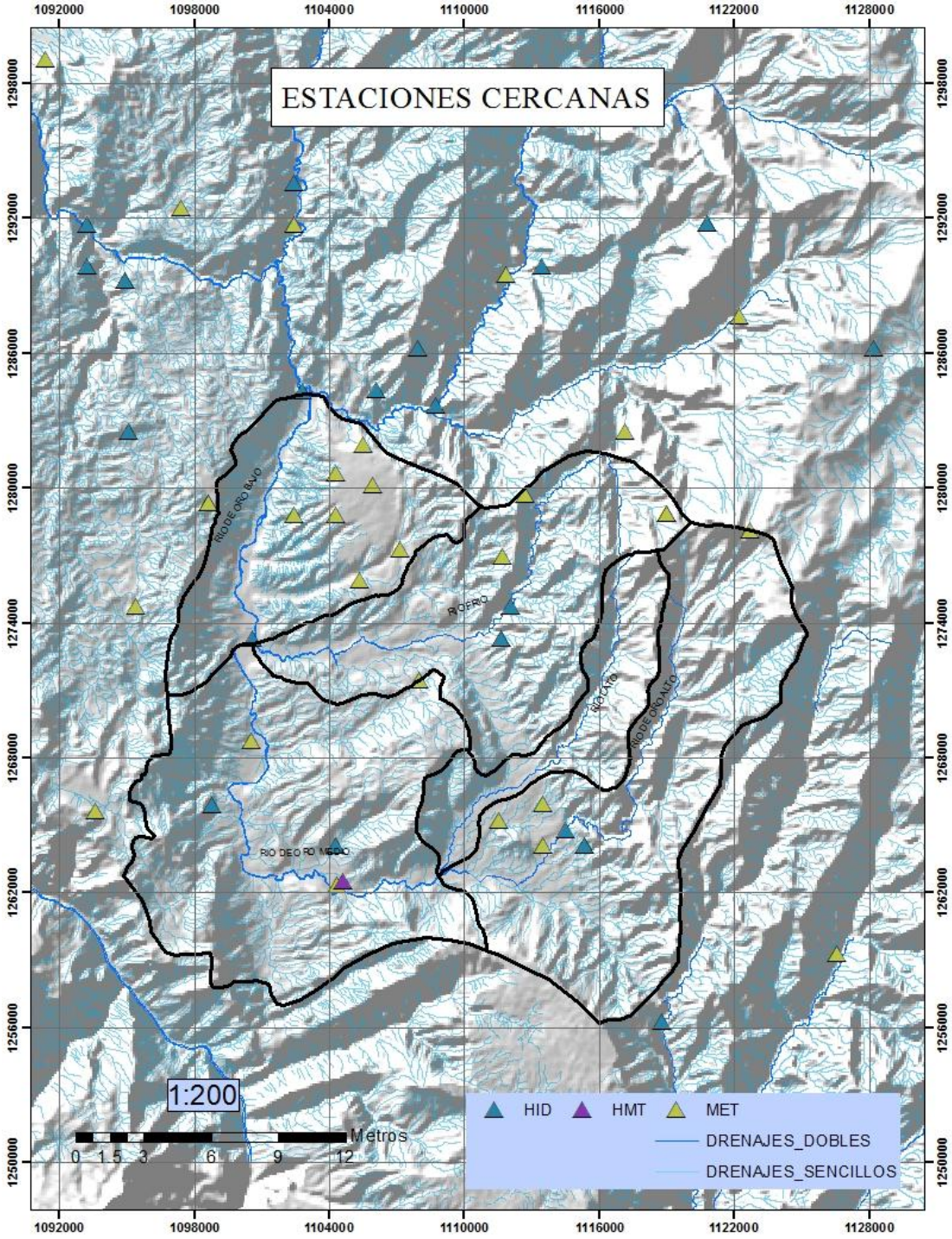
Como primera herramienta para la caracterización climática se recurre a la ubicación de las estaciones climatológicas presentes en la zona, y que presenten importancia en el análisis de datos.

Identificada el área de influencia del proyecto, se ubican las estaciones climatológicas operadas por la autoridades competentes (IDEAM), en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las estaciones Hidroclimatológicas presentes en la área de influencia del proyecto, con el fin de realizar la identificación de las estaciones que se encuentran activas y presentan una serie de datos significativas para el desarrollo del proyecto es importante que se cuente con información de más de 10 años para realizar más aproximaciones.

En la ilustración se observan las estaciones operadas por el IDEAM, la información contenida de las estaciones muestra cuales de ellas se encuentran en estado activo y cuales en estado suspendido, con esta información se realiza el primer filtro eliminando las estaciones que se encuentran suspendidas, en segundo lugar todas aquellas estaciones que presenten información por menos de 10 años también salen de las estaciones objeto de estudio. Como ejemplo de este caso se encuentran estaciones como Berlín, Neomundo y aeropuerto Palonegro, siendo importantes en el área de estudio contar con información adecuada por ser Automáticas; pero poseen una serie de datos que se encuentran desde el año 2005, fecha de su instalación, y muy corta para el análisis objeto de estudio.

Se identifican con las siglas HID a las estaciones hidrológicas presente en la zona de estudio, estas estaciones se tienen en cuenta para la obtención de caudales, siendo representativas todas aquellas que se encuentren ubicadas sobre los drenajes presentes en la zona de estudio, todas aquellas que no se encuentren dentro de estas corrientes serán excluidas del análisis. Las estaciones identificadas con HMT y MET corresponden a todas aquellas que miden parámetros climáticos, importantes para el desarrollo del estudio.

Figura 45.Estaciones cercanas al área de estudio



Fuente. CDMB

Realizando el análisis y filtro de las estaciones que poseen información importante, se relaciona el cuadro 182Cuadro 182. Estaciones representativas de la zona **de estudio**, donde se indican las características principales de cada una de las estaciones escogidas para el proyecto, con el periodo de tiempo indicado y similitud en el periodo de años trabajados.

Para el estudio, se dispuso de información proveniente de un total de 12 estaciones climatológicas, localizadas en las cuencas de los Ríos Oro y Frio. De estas 3 estaciones pertenecen a la cuenca del Rio Oro Bajo, 1 está ubicada dentro de la Cuenca del Río Frio, 2 en la cuenca del Río Oro medio, 2 en Oro Alto y 7 se encuentran en por fuera de las cuencas de estudio. Las estaciones tenidas en cuenta para el proyecto se describen a continuación:

Cuadro 182. Estaciones representativas de la zona de estudio

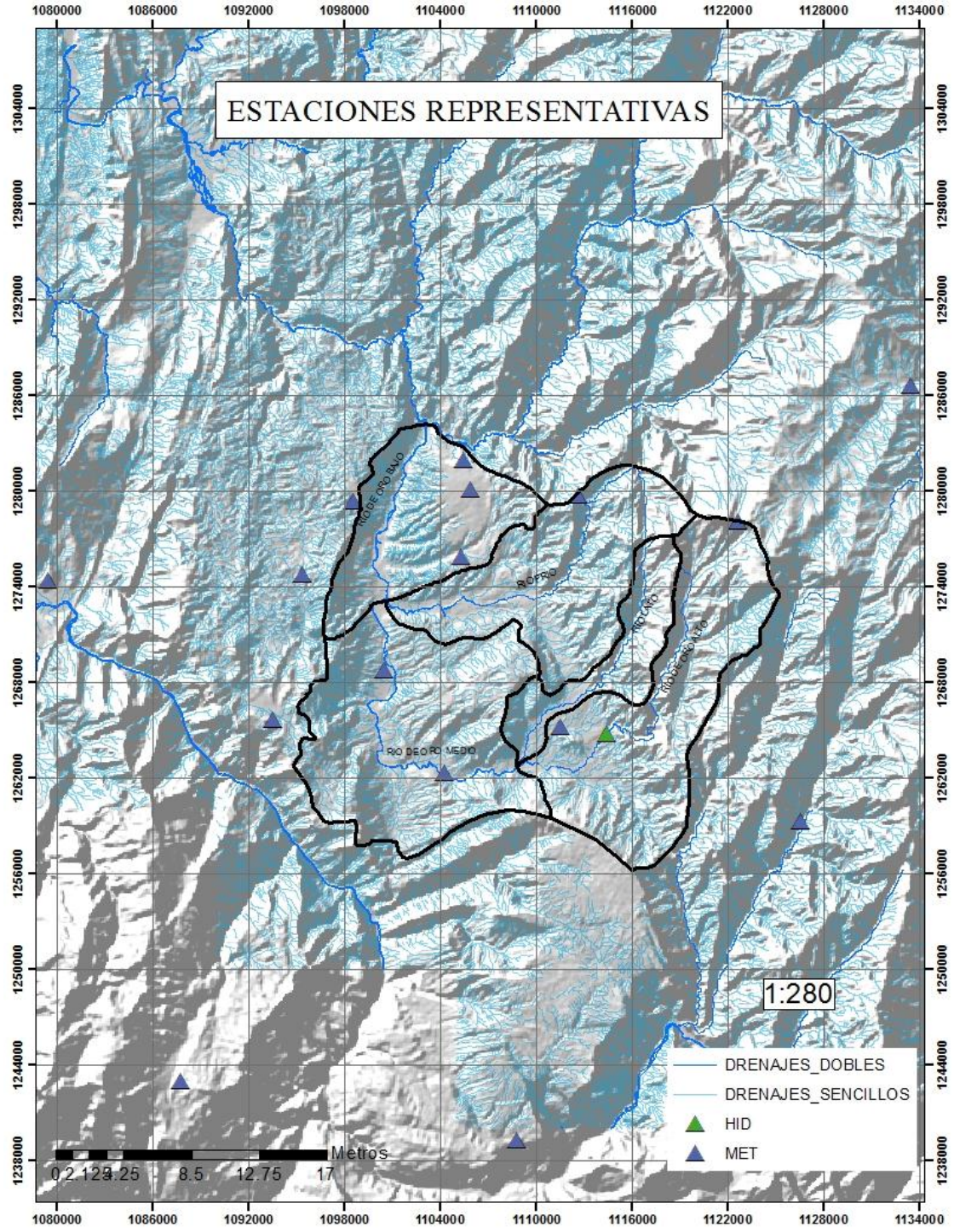
ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS						
ESTACIÓN	CÓDIGO	PARAMETROS	AÑOS	PERIODO DE AÑOS	OPERADAS	MSNM
ZAPATOCA	24055030	T HR EV	19	1994-2012	IDEAM	1810
TRIGUEROS HDA	24065030	T HR EV	19	1994-2012	IDEAM	400
PALO GORDO	23190280	PT	19	1994-2012	IDEAM	950
CONQUISTADOR EL	23197430	NV	19	1994-2012	IDEAM	1000
PIEDECUESTA GJA	23190700	PT	19	1994-2012	IDEAM	1000
LLANO GRANDE	23195110	T HR PT	19	1994-2012	IDEAM	777
LAGUNA LA	23190260	PT	19	1994-2012	IDEAM	1050
FLORESTA LA	23190590	PT	19	1994-2012	IDEAM	925
UNIV IND SANTANDER	23195040	T HR PT EV	19	1994-2012	IDEAM	1018
APTO PALONEGRO	23195130	T HR PT EV	19	1994-2012	IDEAM	1189
GALVICIA LA	23190400	PT	19	1994-2012	IDEAM	1779
MESA LA	24060050	PT	19	1994-2012	IDEAM	1460
BERLIN	37015020	T HR PT EV	19	1994-2012	IDEAM	3214

T: Temperatura
HR: Humedad Relativa
BS: Brillo Salar
PT: Precipitación
EV: Evaporación

Fuente. CDMB

Seleccionadas las estaciones que poseen información importante para el proyecto, se procede a generar una referencia de estas sobre el área del proyecto; en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede observar la ubicación espacial de las estaciones tenidas en cuenta las cuales se describieron en el cuadro 182.

Figura 46. Estaciones tenidas en cuenta en el proyecto



Fuente. CDMB

El periodo seleccionado para realizar el estudio corresponde a una serie homogénea, siendo una serie importante, las estaciones presentan densidad de datos en el lapso de tiempo es por esta razón que se toma esta serie.

Teniendo la ubicación espacial de las estaciones, y utilizando la herramienta SIG, se realiza una interpolación geoestadistica, permitiendo tener información espacial continua en un modelo raster.

◦ **Geoestadística.** La geoestadística comprende a un conjunto de herramientas y técnicas que sirven para analizar y predecir los valores de una variable que se muestra distribuida en el espacio o en el tiempo de una forma continua. Debido a su aplicación orientada a los SIG, también se podría definir como la estadística relacionada con los datos geográficos, de ahí que se le conozca además como estadística espacial. Todo trabajo geoestadístico tiene que llevarse a cabo en tres etapas:

1. Análisis exploratorio de los datos. Se estudian los datos muéstrales sin tener en cuenta su distribución geográfica.

Sería una etapa de aplicación de la estadística. Se comprueba la consistencia de los datos, eliminándose los erróneos e identificándose las distribuciones de las que provienen.

2. Análisis estructural. Estudio de la continuidad espacial de la variable. Se calcula el variograma, u otra función que explique la variabilidad espacial, y se ajusta al mismo un variograma teórico.

3. Predicciones. Estimaciones de la variable en los puntos no muéstrales, considerando la estructura de correlación espacial seleccionada e integrando la información obtenida de forma directa en los puntos muéstrales, así como la conseguida indirectamente en forma de tendencias conocidas.

En cualquier trabajo geoestadístico, el principal objetivo del mismo es la caracterización de la variable investigada en todas las localizaciones partiendo de la información suministrada por los puntos muéstrales. Los métodos de estimación geoestadística son conocidos como krigeado o krigeaje (kriging en la literatura inglesa, en honor de Danie Krige, quien formuló por primera vez esta metodología en 1951). Las principales características que hacen del krigeado un método de estimación muy superior a los tradicionales, como el inverso ponderado de la distancia, la triangulación, etc., son las siguientes.

1. Mientras que los métodos tradicionales utilizan el concepto euclidiano de la distancia para el cálculo de los pesos que se aplicarán a cada dato muestral, el krigeado considera tanto la distancia como la geometría de la localización de las muestras.

2. Mediante el krigeado se minimiza la varianza del error esperado (diferencia entre el valor real y el estimado). Como el valor real en un punto no muestral es desconocido, el krigeado emplea un modelo conceptual con una función aleatoria asociada a los valores reales.

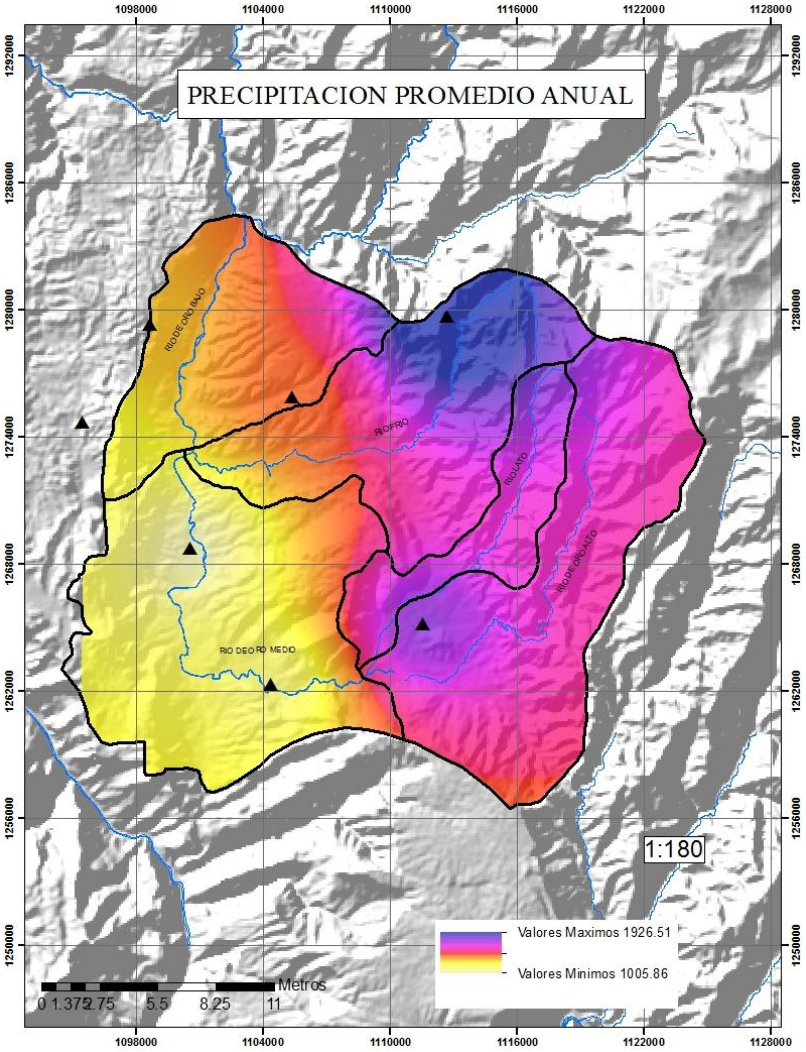
3. Los métodos geoestadísticos muestran una gran flexibilidad para la interpolación, pudiéndose estimar valores puntuales o en bloques, así como métodos para incorporar información secundaria que esté relacionada con la variable principal. Todos estos métodos dan lugar a unas superficies muy

suaves, además de una estimación de la varianza en todos los puntos, lo cual no puede realizarse con otros métodos de interpolación.

La idea fundamental del krigeado es consecuencia de los conceptos relacionados con la dependencia espacial, tratados en el apartado anterior: los lugares que disten menos entre sí tendrán unos valores de los atributos más semejantes que los correspondientes a los puntos o bloques que estén más separados. En la naturaleza esto suele cumplirse y, además, las variables generalmente se distribuyen de una forma continua.

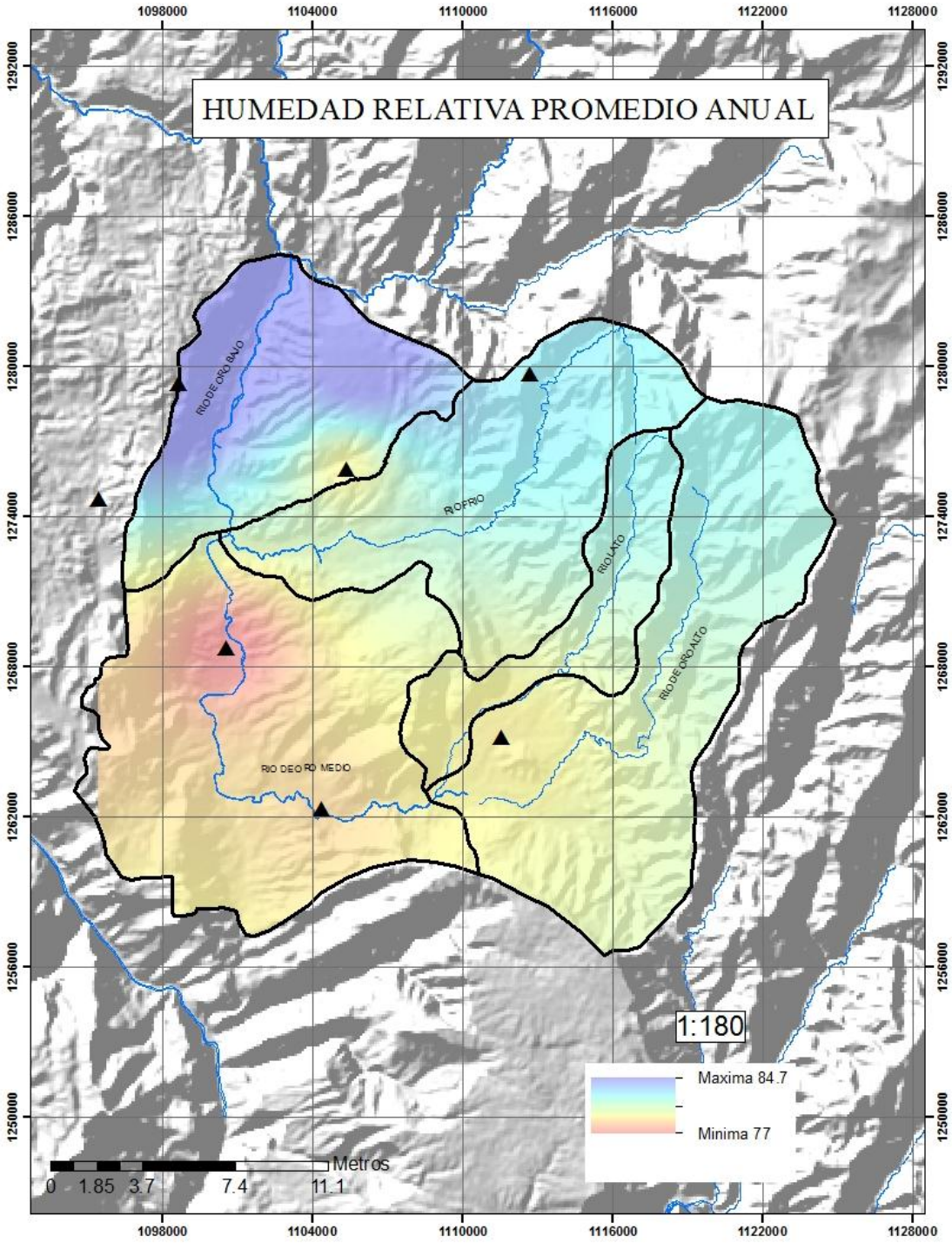
Con la conceptualización y la herramienta se interpolo geo estadísticamente y se obtuvo la información continua de parámetros climáticos.

Figura 47 Especialización de precipitación media anual.



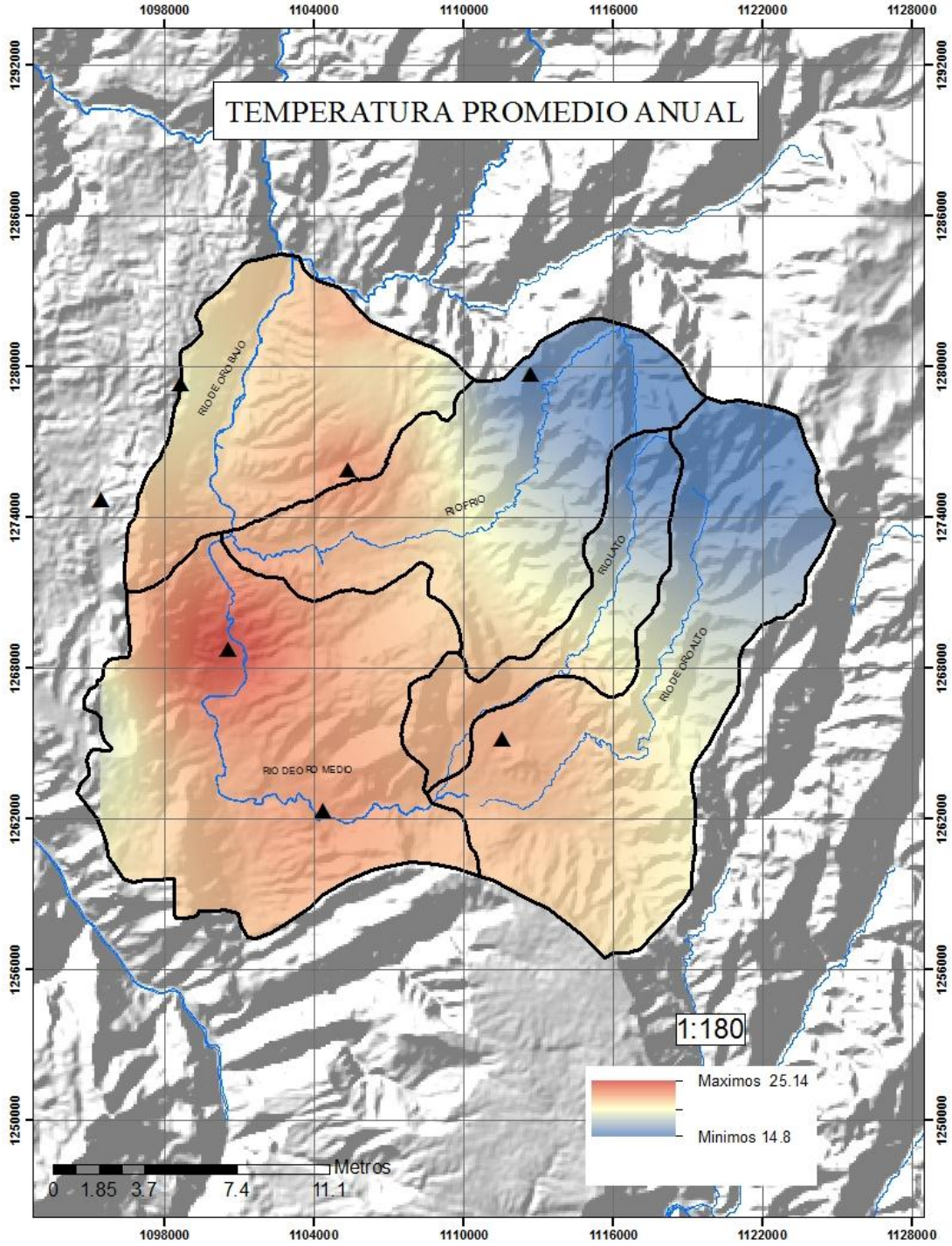
Fuente. CDMB

Figura 48 Especialización Humedad Relativa.



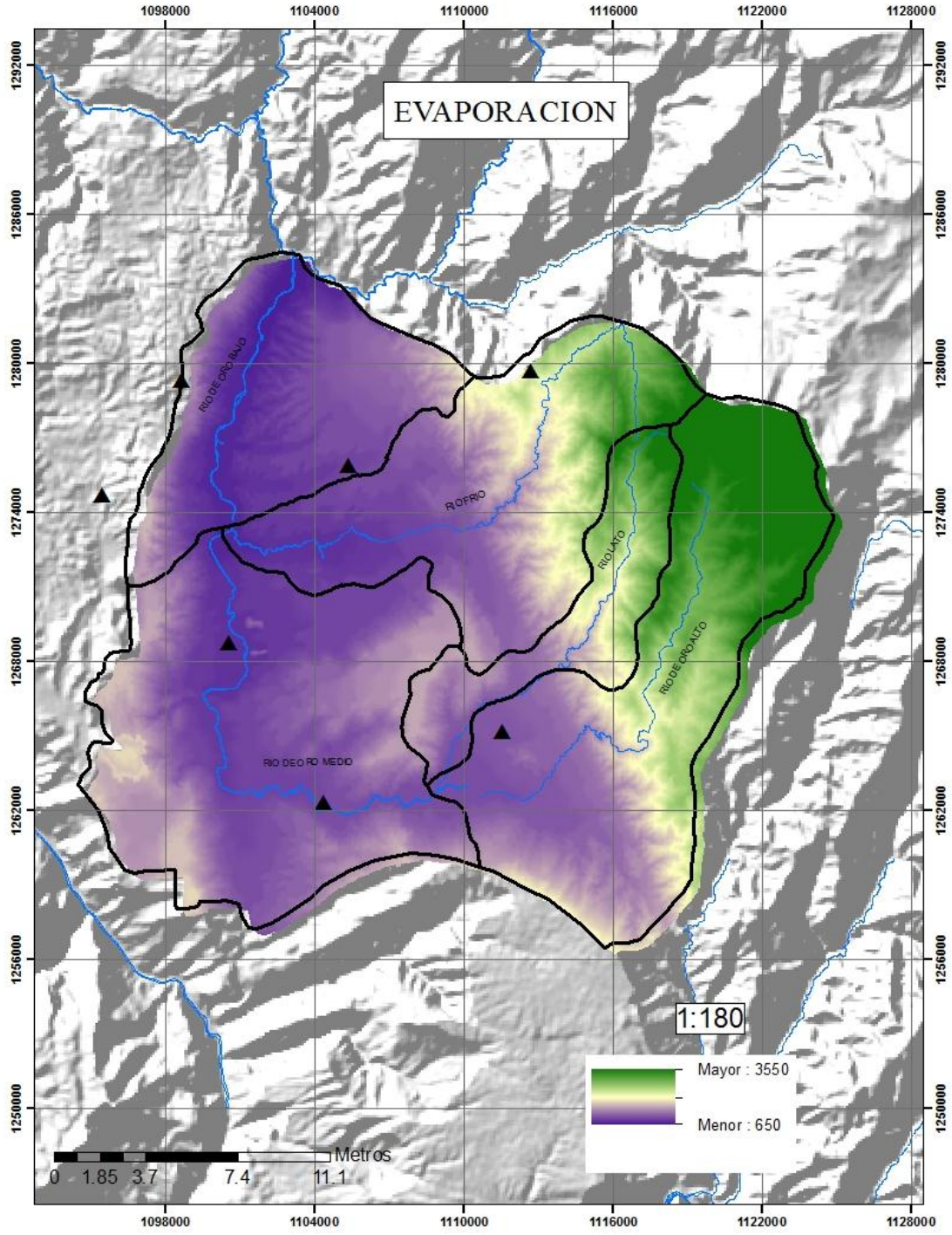
Fuente. CDMB

Figura 49 Especialización variable Temperatura Media



Fuente. CDMB

Figura 50 Especialización variable de evaporación



Fuente. CDMB

◦ **Evapotranspiración potencial.** El método de Thornthwaite fue desarrollado a partir de datos de precipitación y escorrentía para diversas cuencas de drenaje. El resultado es básicamente una relación empírica entre la ETP y la temperatura del aire. A pesar de la simplicidad y las limitaciones obvias del método, funciona bien. No es necesariamente el método más exacto ni tampoco el que tiene las bases teóricas más profundas. Por el contrario, probablemente esas características corresponden a aquellas que involucran flujo de vapor y balance de calor. Entre las diferencias más notorias del método de Thornthwaite se encuentra la suposición de que existe una alta correlación entre la temperatura y algunos de los otros parámetros pertinentes tales como radiación, humedad atmosférica y viento. Mientras que tales limitaciones pueden ser poco importantes bajo ciertas condiciones, a veces pueden resultar relevantes.

Los métodos que incluyen flujo de vapor y balance de calor requieren datos meteorológicos que, o no son medidos o son observados en pocos puntos, muy espaciados. Por el contrario, la fórmula empírica de Thornthwaite puede ser usada para cualquier zona en la cual se registran la Temperatura máxima y Temperatura mínima diarias.

La fórmula de Thornthwaite es la siguiente:

$$ETP = 16\,(10T/I)^{a}$$

Dónde:

ETP: evapotranspiración en mm.

I: índice calórico, constante para la región dada y es la suma de 12 índices mensuales i, donde i es función de la temperatura media normal mensual

[i: (t/5)1,514].

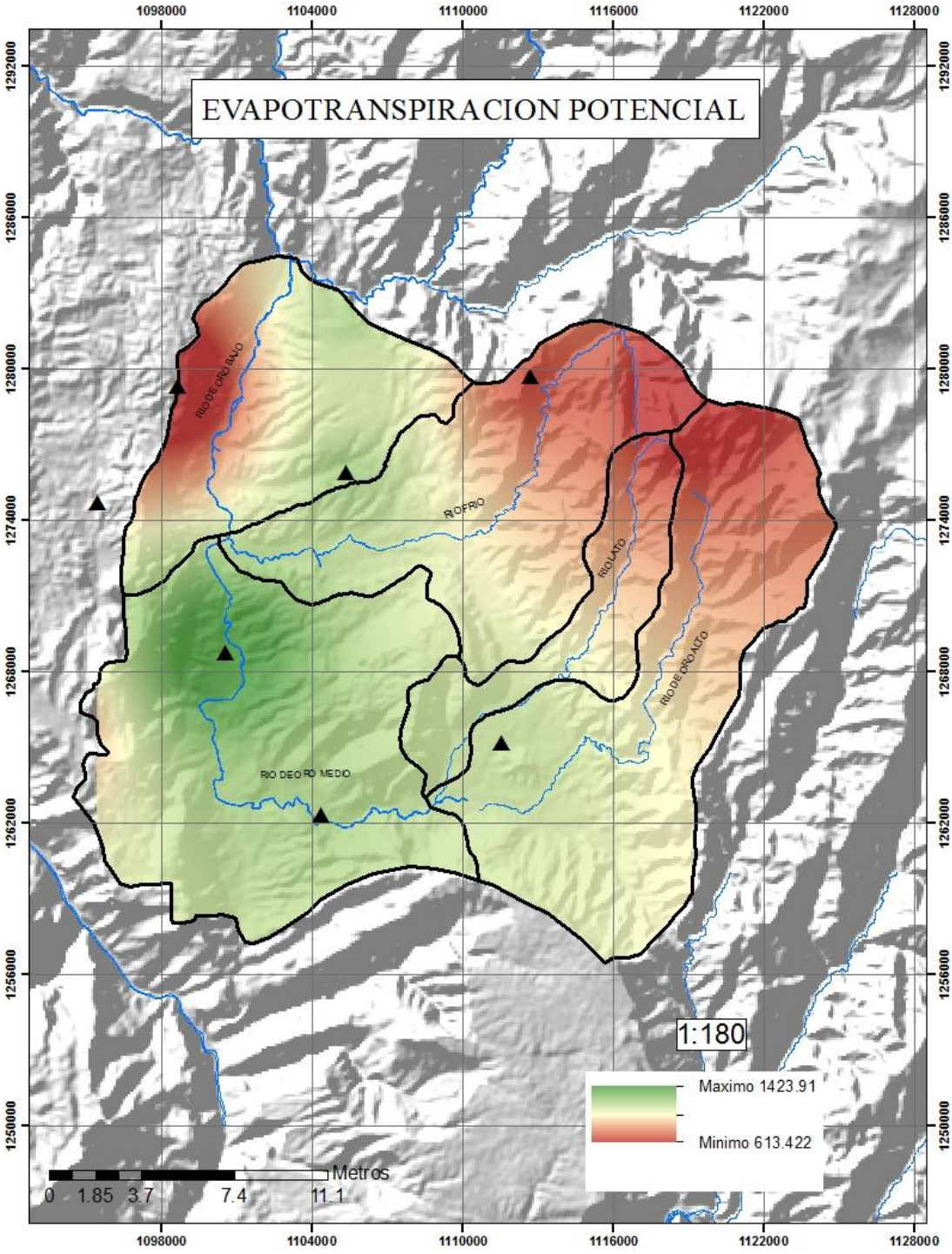
T: temperatura media mensual (no normal) en ºC

a: exponente empírico, función de I

$$a = 6{,}75.10^{-7}\,I^{3} - 7{,}71.10^{-5}\,I^{2} + 1{,}79.10^{-2}\,I + 0.49239$$

Calculamos entonces a partir de estos datos la ETP, para cada estación utilizando formato raster como se desarrolló para la precipitación, se obtienen los mapas para cada mes.

Figura 51 Evapotranspiración Potencial



Fuente. CDMB

3.2.14.2 (b) Calculo de modelo lluvia-escorrentía, sus parámetros, la información requerida, metodología y su estrategia de calibración y validación.

Teniendo en cuenta que no existen registros de caudales con series de datos considerables acudimos a los modelos lluvia – escorrentía, estos son utilizados cuando no existe la posibilidad de obtener medidas directas de caudales, y son modelos en los cuales se calcula la escorrentía superficial.

Para el desarrollo del modelo lluvia escorrentía se aplicó el modelo determinístico, basado en el método de pérdidas del suelo, a través del coeficiente de escorrentía, en este se estima los excesos de lluvia.

Existen dos formas de evaluar la escorrentía, una cuando necesitamos saber los caudales que se generan por cierta precipitación, es el caso de eventos extremo, en esta situación se requiere conocer específicamente un valor para una situación extrema. Pero a veces, como es el caso del presente estudio, queremos conocer el proceso de un modo continuo, como es el comportamiento del caudal a lo largo de un año.

Precipitación Neta.

El modelo propuesto requiere que de la precipitación total generada, se estime la cantidad de esta que será escorrentía, a este valor se le conoce con el nombre de precipitación neta.

La estimación de la escorrentía (lluvia neta) se ha realizado con el método" de S.C.S. americano, (MOPU, 1987; Ponce, 1989; Martínez de Azagra y Navarro Hevia, 1996; Hoggan, 1997;Ferrer, 2000; Montalbán et al., 2003). La escorrentía generada se transformará en caudal a partir del método de las isócronas El núcleo del proceso de cálculo anterior es el siguiente:

La Precipitación comienza a producir escorrentía directa (o comienza a producirse precipitación neta, Pnt) cuando la precipitación total caída hasta ese momento (ΣPt) supera un umbral inicial de Escorrentía, o abstracción inicial (Po). Se considera que ese umbral inicial es el 20% de la máxima abstracción.

La Formula a aplicar es:

$$\Sigma P_{nt} = \frac{(\Sigma P_{total} - 0{,}2.S)^2}{\Sigma P_{total} + 0{,}8.S}$$

Las fórmula es, lógicamente, equivalente y se podrá utilizar una u otra según se disponga de tablas que indiquen los valores de la abstracción (umbral) inicial, Po, o tablas que proporcionen la capacidad máxima de abstracción del suelo, S. Mientras que las tablas españolas facilitan Po, las tablas

americanas proporcionan un valor llamado CN (iniciales de Curve Number, porque estos valores se reflejan en un gráfico con curvas numeradas), y luego, a partir del valor CN se obtiene S (abstracción máxima), en mm., mediante la expresión siguiente:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Para determinar el coeficiente de escorrentía es necesario evaluar las características del suelo y cobertura, Los grupos hidrológicos en que se pueden dividir los suelos son utilizados en el planteamiento de cuencas para la estimación de la escorrentía superficial a partir de la precipitación. Las propiedades de los suelos "desnudos", luego de un humedecimiento prolongado, que son consideradas para estimar la tasa mínima de infiltración, son: profundidad del nivel freático en época de invierno, infiltración y permeabilidad del suelo luego de un humedecimiento prolongado, y la profundidad hasta el estrato de permeabilidad muy baja. La influencia de la cobertura vegetal es tratada independientemente.

Los suelos han sido clasificados en cuatro grupos A, B, C, y D, de acuerdo con el potencial de escurrimiento.

A. (Bajo potencial de escorrentía). Suelos que tienen alta tasa de infiltración incluso cuando estén muy húmedos. Consisten en arenas o gravas profundas, bien a excesivamente drenadas. Estos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua.

B. (Moderadamente bajo potencial de escorrentía). Suelos con tasa de infiltración moderada cuando están muy húmedos. Suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente bien drenados a bien drenados, suelos con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas, y permeabilidad moderadamente lenta a moderadamente rápida. Son suelos con tasas de transmisión de agua moderadas.

C. (Moderadamente alto potencial de escorrentía). Suelos con infiltración lenta cuando están muy húmedos. Consisten en suelos con un estrato que impide el movimiento del agua hacia abajo; suelos de texturas moderadamente finas a finas; suelos con infiltración lenta debido a sales o álcalis o suelos con niveles freáticos moderados. Esos suelos pueden ser pobremente drenados o bien a moderadamente bien drenados, con estratos de permeabilidad lenta a muy lenta a poca profundidad (50-100 cm).

D. (Alto potencial de escorrentía). Suelos con infiltración muy lenta cuando están muy húmedos. Consisten en suelos arcillosos con alto potencial de expansión; suelos con nivel freático alto permanente; suelos con estrato arcilloso superficial; suelos con infiltración muy lenta debido a sales o álcalis y suelos poco profundos sobre material casi impermeable. Estos suelos tienen una tasa de transmisión de agua muy lenta.

Uso y tratamiento del suelo

El efecto de la condición superficial sobre la hoya hidrográfica se evalúa por medio de las clases de tratamiento y uso del suelo. El uso del suelo pertenece a la cobertura de la hoya, incluyendo todo tipo de vegetación, humus vegetal, tierras en descanso (suelo limpio), así como usos no agrícolas, como superficies de agua (lagos, ciénagas u otras), superficies impermeables (caminos, techos, etc.) y áreas urbanas. El tratamiento del suelo se aplica principalmente a los usos agrícolas del suelo, y éste incluye prácticas mecánicas, como el perfilado de curvas de nivel o terraceo, y prácticas de manejo, como el control de pastoreo y la rotación de cultivos. Una clase de tratamiento/uso es la combinación frecuentemente encontrada en una hoya hidrográfica.

El método del número de curva de escorrentía distingue entre suelos cultivados, prado y bosques. Para suelos cultivados, identifica los siguientes usos y tratamientos del suelo: tierras en descanso, prados, cultivos de hilera, cultivos de granos, vegetales sembrados cercanamente, rotaciones (de pobre a buena), cultivos en hileras rectas, campos sembrados a lo largo de curvas de nivel y cultivos terraceados.

Condición hidrológica.

Los prados son evaluados con una condición hidrológica de pasto natural. El porcentaje de área cubierta con pasto natural y la intensidad de pastoreo son estimados visualmente. Una condición hidrológica pobre corresponde a menos del 50 % de área cubierta y alta intensidad de pastoreo. Una condición hidrológica aceptable corresponde al 50 a 75 % del área cubierta y media intensidad de pastoreo. Una condición hidrológica buena corresponde a más del 75 % de área cubierta y ligera intensidad de pastoreo.

Los bosques son pequeñas arboledas aisladas o árboles que han sido sembrados para fincas o para usar en granjas. La condición hidrológica para los bosques se determina visualmente como sigue: (1) Bosque pobre: densamente pastado o bosque regularmente quemado, con pocos arbustos y muy pequeña cantidad de humus vegetal; (2) Bosque aceptable: con pastos no quemados, con algunos arbustos y moderada cantidad de humus vegetal; (3) Bosque bueno: protegido con pasto, con alta cantidad de humus vegetal y muchos arbustos cubriendo la superficie.

Condición de humedad antecedente

El método del número de curva de escorrentía tiene tres niveles de humedad antecedente, dependiendo de la precipitación total en los cinco días previos a la tormenta que se analiza. La condición de humedad antecedente seca, (AMC I) tienen el menor potencial de escorrentía, con los suelos estando lo suficientemente secos para un arado satisfactorio o para que una siembra se lleve a cabo. La condición de humedad antecedente promedio (AMC II) tiene un potencial de escorrentía promedio. La condición de humedad antecedente húmeda (AMC III) tiene el mayor potencial de escorrentía, con la hoya hidrográfica prácticamente saturada de precipitaciones anteriores. La condición de humedad antecedente puede ser determinada a partir de la información de la Tabla siguiente.

Cuadro 183 Condiciones de humedad.

CONDICIÓN DE HUMEDAD ANTECEDENTE (AMC)	PRECIPITACIÓN ACUMULADA DE LOS 5 DÍAS PREVIOS AL EVENTO EN CONSIDERACIÓN (mm)
I	0 - 36
II	36.1 – 52.5
III	Más de 52.5

Fuente: Manual de drenaje INVIAS.

Actualmente están en uso tablas de número de curva de escorrentía CN para un promedio de la condición AMC II para varias coberturas hidrológicas del suelo. Presentamos las tablas publicadas en el manual de drenaje del Instituto nacional de vías.

Cuadro 184 Valores de curva número condición II áreas urbanas.

TIPO DE COBERTURA Y CONDICIÓN HIDROLÓGICA	% PROMEDIO ÁREAS IMPERMEABLES[1]	NUMERO DE CURVAS PARA GRUPOS DE SUELOS HIDROLÓGICOS			
		A	B	C	D
Áreas urbanas totalmente desarrolladas (vegetación ya establecida):					
Espacios abiertos (prados, parques, campos de golf, cementerios, etc.)[2]					
Condición pobre (menos del 50% cubierto de pasto)		68	79	86	89
Condición regular (del 50% al 75% cubierto de pasto)		49	69	79	84
Condición buena (más del 75% cubierto de pasto)		39	61	74	80
Áreas Impermeables:					
Parqueaderos pavimentados, techos, autopistas, etc. (excluyendo derecho de vía)		98	98	98	98
Calles y caminos:					
Pavimentados		98	98	98	98
Pavimentados; zanjas abiertas (incluyendo derecho de vía)		83	89	92	93
Grava (incluyendo derecho de vía)		76	85	89	91
Tierra (incluyendo derecho de vía)		72	82	87	89
Áreas desiertas urbanas:					
Paisajes desérticos naturales (solamente áreas permeables)[3]		63	77	85	88
Paisajes desérticos artificiales (barreras impermeables de maleza, arbustos de desierto con 1 a 2 pulg de diámetro; Cubierta de arena o grava y orillas de áreas húmedas)		96	96	96	96
Áreas urbanas:					
Comercial y de negocios	85	89	92	94	95
Industrial	72	81	88	91	93
Áreas residenciales por promedio del tamaño del lote:					
1/8 de acre o menos (506 m^2 o menos)	65	77	85	90	92
1/4 acre (1012 m^2)	38	61	75	83	87
1/3 acre (1350 m^2)	30	57	72	81	86
1/2 acre (2025 m^2)	25	54	70	80	85
1 acre (4050 m^2)	20	51	68	79	84
2 acre (8100 m^2)	12	46	65	77	82
Áreas urbanas desarrolladas:					
Áreas permeables conformadas (solamente áreas permeables, sin vegetación)		77	86	91	94

Fuente: INVIAS.

Cuadro 185 Valores de curva número condición II áreas cultivadas.

COBERTURA		CONDICIÓN HIDROLÓGICA	GRUPO DE SUELOS			
			A	B	C	D
USO DE LA TIERRA	TRATAMIENTO O PRÁCTICA		NÚMERO DE CURVA			
Rastrojo	Hileras Rectas	---	77	86	91	94
Cultivos en hileras	Hileras Rectas	Mala	72	81	88	91
		Buena	67	78	85	89
	Curvas de nivel	Mala	70	79	84	88
		Buena	65	75	82	86
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	66	74	80	82
		Buena	62	71	78	81
Cultivos en hileras estrechas	Hileras rectas	Mala	65	76	84	88
		Buena	63	75	83	87
	Curvas de nivel	Mala	63	74	82	85
		Buena	61	73	81	84
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	61	72	79	82
		Buena	59	70	78	81
Leguminosas en[1] hileras estrechas o forraje en rotación	Hileras rectas	Mala	66	77	85	89
		Buena	58	72	81	85
	Curvas de nivel	Mala	64	75	83	85
		Buena	55	69	78	83
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	63	73	80	83
		Buena	51	67	76	80

Fuente: INVIAS

Cuadro 186 Valores de curva número condición II otras tierras agrícolas.

DESCRIPCIÓN Y TIPO DE COBERTURA	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	NÚMERO DE CURVA PARA GRUPOS DE SUELOS HIDROLÓGICOS			
		A	B	C	D
Pastos, forraje para pastoreo[1]	Mala	68	79	86	89
	Regular	49	69	79	84
	Buena	39	61	74	80
Prados continuos, protegidos de pastoreo, y generalmente segados para heno	---	30	58	71	78
Maleza mezclada con pasto de semilla con la maleza como principal elemento[2]	Mala	48	67	77	83
	Regular	35	56	70	77
	Buena	30[3]	48	65	73
Combinación de bosques y pastos (huertas o granjas con árboles)[4]	Mala	57	73	82	86
	Regular	43	65	76	82
	Buena	32	58	72	79
Bosques[5]	Mala	45	66	77	83
	Regular	36	60	73	79
	Buena	30	55	70	77
Predios de granjas, construcciones, veredas, caminos y lotes circundantes	---	59	74	82	86

Fuente: INVIAS

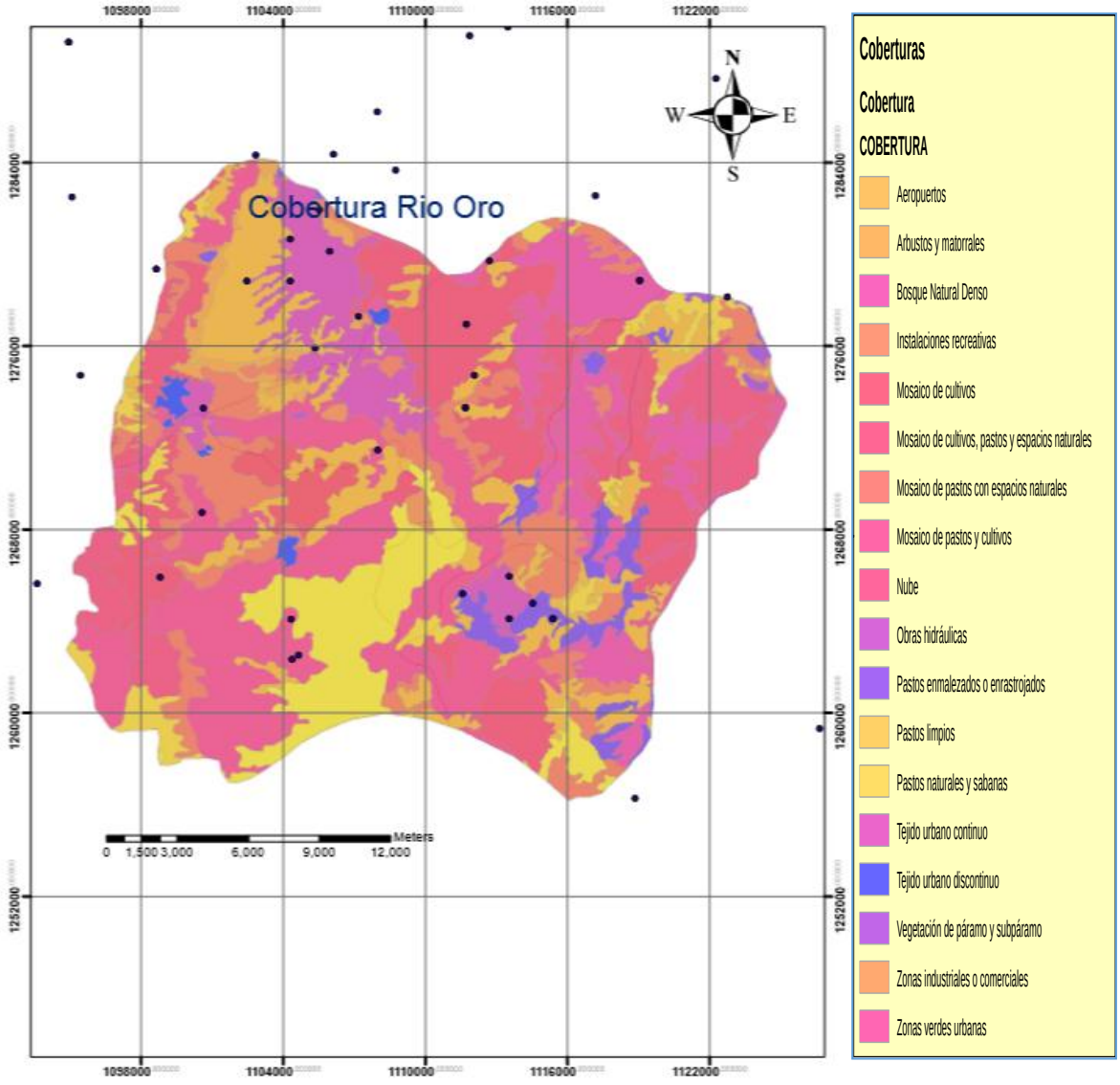
En caso de que se tenga una condición de humedad antecedente diferente a la AMC II, para la cual fueron deducidas las tablas anteriores, se puede transformar el valor de CN para otros tipos de humedad antecedente, usando la siguiente tabla.

Cuadro 187 Número de curva para condiciones I y III.

AMC II	AMC I	AMC III
100	100	100
99	97	100
98	94	99
97	91	99
96	89	99
95	87	98
94	85	98
93	83	98
92	81	97
91	80	97
90	78	96
89	76	96
88	75	95
87	73	95
86	72	94
85	70	94
84	68	93
83	67	93
82	66	92
81	64	92
80	63	91
79	62	91
78	60	90
77	59	89
76	58	89
75	57	88
74	55	88
73	54	87
72	53	86
71	52	86
70	51	85
69	50	84
68	48	84
67	47	83
66	46	82
65	45	82
64	44	81
63	43	80
62	42	79
61	41	78
60	40	78
59	39	77
58	38	76
57	37	75
56	36	75
55	35	74
54	34	73
53	33	72
52	32	71
51	31	70
50	31	70
49	30	69
48	29	68
47	28	67
46	27	66
45	26	65
44	25	64
43	25	63
42	24	62
41	23	61
40	22	60
39	21	59
38	21	58
37	20	57
36	19	56
35	18	55
34	18	54
33	17	53
32	16	52
31	16	51
30	15	50
25	15	43
20	9	37
15	6	30
10	4	22
5	2	13
0	0	0

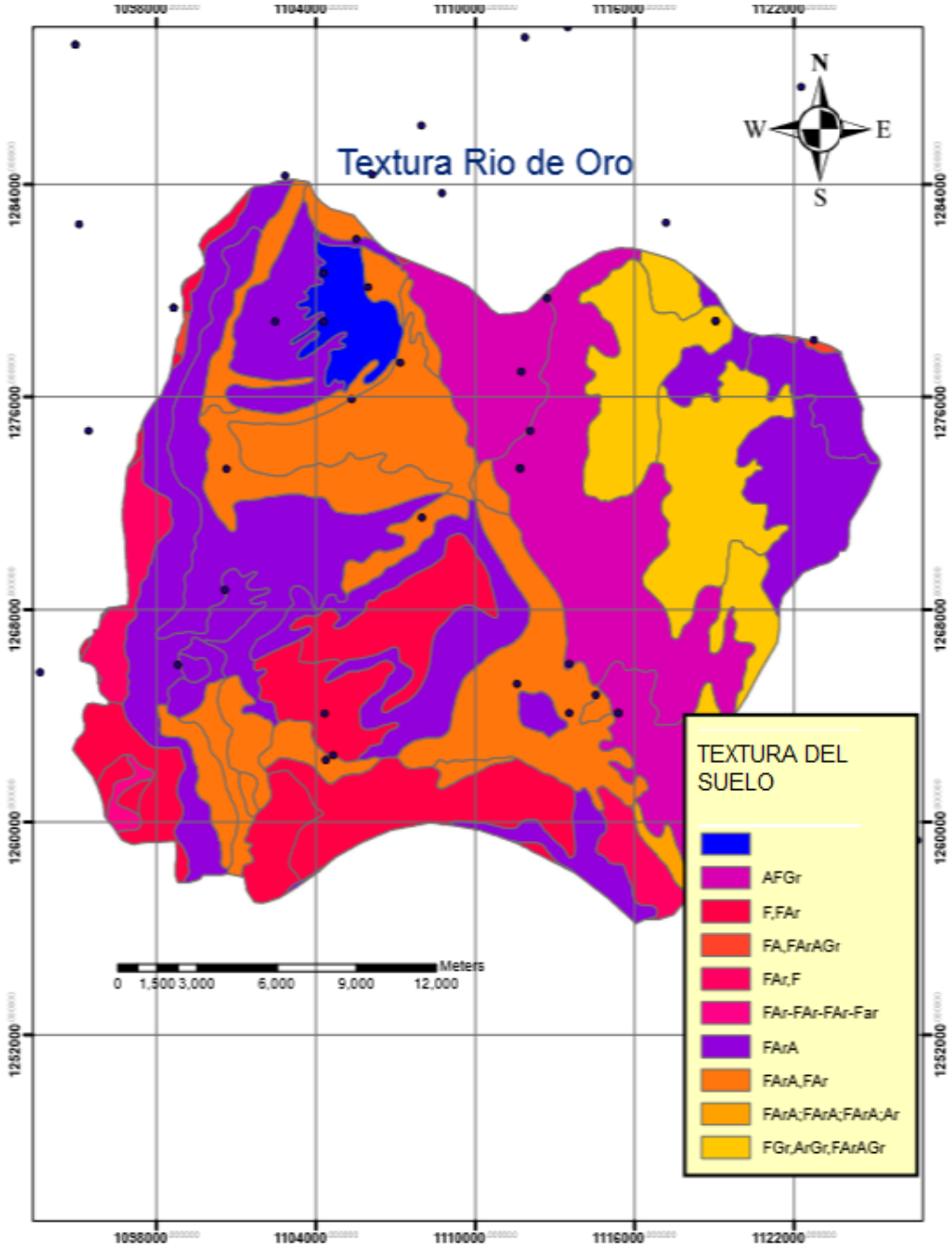
Para determinar estos valores tomamos la información generada por la CDMB en el estudio del Plan de Manejo Cuenca de río Oro

Figura 52 Mapa cobertura Rio de Oro.



Fuente. POA Rio de Oro CDMB.

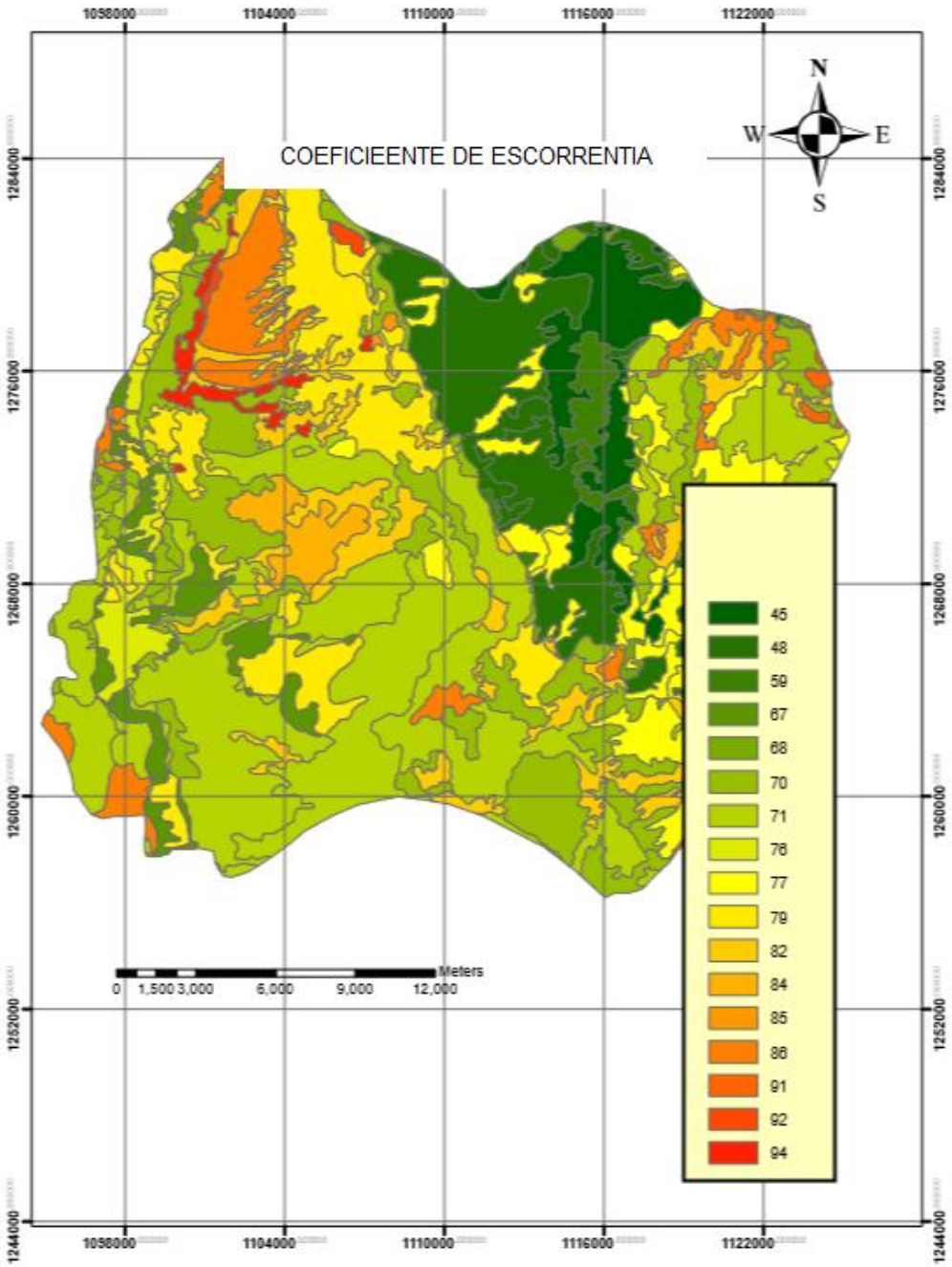
Figura 53 Mapa de textura de suelo



Fuente. PMA Río de Oro CDMB.

Con los datos de cobertura y grupo de suelo obtenemos para cada subcuenca un valor del coeficiente de escorrentía. Esto asemejando los usos y los suelos a un valor de las tablas establecidas para tal fin.

Figura 54 Coeficiente de escorrentía condición II.

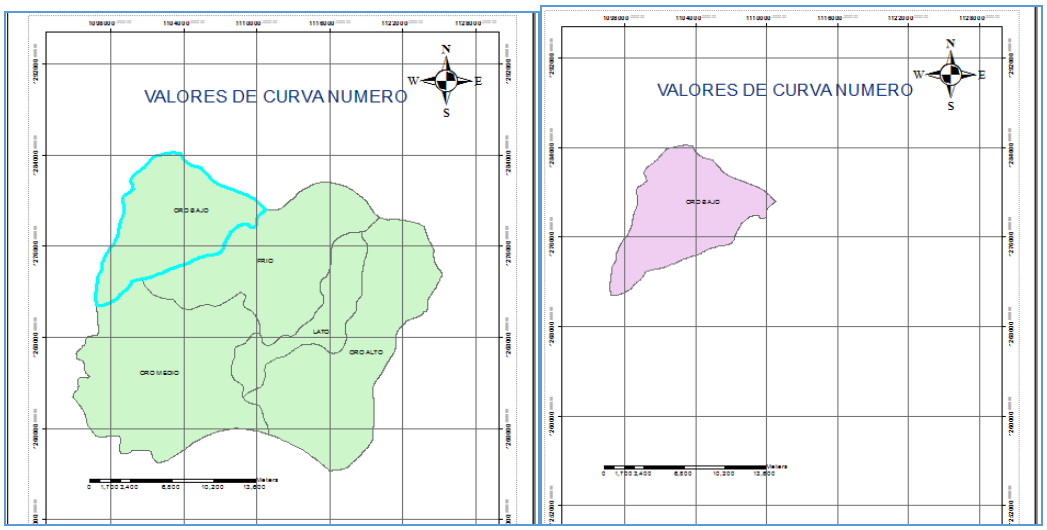


Fuente. CDMB

Mapa Para determinar el valor espacialmente se procedió como se indica a continuación.

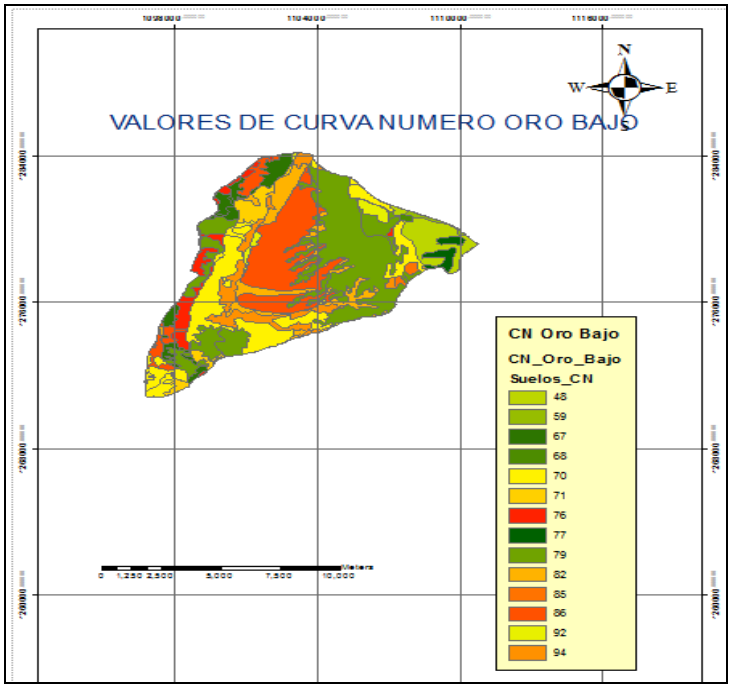
A. Se separó cada subcuenca, utilizando la herramienta del ArcGis.

Figura 55 Proceso de separación de subcuencas.



B. Se cortó el mapa de Curva número por la cuenca respectiva, con la herramienta clip del ArcGis, el resultado un mapa de curva numero por subcuenca.

Figura 56 Esquema del mapa de curva número para Oro Bajo.



C. De la tabla de curva número por subcuenca se promedió por área el valor obteniendo un único valor para cada área de drenaje.
D. Se obtiene la correspondiente curva número para condiciones I y III.

Cuadro 188 Valores de CN para diferentes condiciones de humedad.

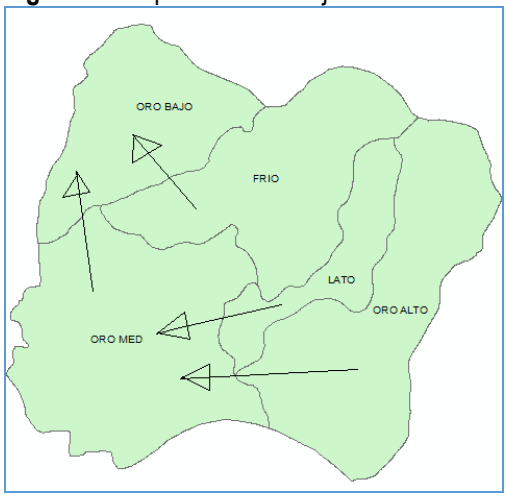
Área de Drenaje	CN (I)	CN(II)	CN(III)
Lato	41.00	64.00	81.00
Oro Bajo	61.00	78.50	90.50
Oro Alto	52.74	71.74	86.00
Oro Medio	54.29	73.29	87.29
Frio	40.78	60.78	78.00

Modelo utilizando software hec hms.

HEC-HMS es un software de uso libre sencillo e indicado para la modelación de los procesos hidrológicos más habituales que se dan en una cuenca. Como todas las herramientas que se adopten dependerá de la calidad de la información, es importante resaltar que la estimación de datos de caudal es un proceso totalmente dinámico que tiene que estar siendo actualizado y mejorado en la medida en la que surja nueva información.

El software presenta tres componentes importantes que permiten la estimación de los caudales, un modelo base, que permite diseñar la manera como se desea trabajar, para el caso del presente estudio necesitamos conocer el comportamiento de cinco áreas de drenaje, La cuenca alta del Rio de Oro, la parte media del Rio de Oro, la parte baja del Río de Oro, el Río Lato y el Río de Oro.
Esquemáticamente la cuenca se distribuye de la siguiente forma:

Figura 57 Esquema de los flujos a través de la cuenca del rio de Oro.



La cuenca alta del rio oro, la cuenca del Rio frio y del rio Lato se consideran independientes, las cuencas media y baja del rio de oro reciben los caudales de las cuencas anteriormente mencionadas así: La cuenca media recibe caudales de la cuenta alta y rio lato, la cuenca baja recibe todo el caudal de las cuatro y genera un caudal adicional.

Parámetros requeridos.

Los parámetros requeridos para el modelo son los siguientes:

- Parámetros morfométricos de la cuenca.
- Características de los suelos.
- Coberturas de los suelos.
- Precipitación.

Todos los parámetros han sido explicados y hemos definido los procedimientos para su generación, los suelos y coberturas se ven reflejados en la obtención de la curva número, los factores climáticos se analizaron espacial y temporalmente. Finalmente los parámetros morfométricos se relacionan con el tiempo de concentración.

Existen varias metodologías de varios autores para la adopción del tiempo de concentración, este parámetro es importante ya que es considerado el tiempo a partir del cual se recibe agua de todos los puntos de la cuenca.

La ecuación adoptar es la de Gindotti que ha sido utilizada con gran éxitos en nuestras cuencas, sin embargo, todas estas fórmulas son empíricas y no tendríamos argumentos técnicos para decir de manera contundente cual será mejor. Ese parámetro sería un de los que se deberá optimizar en el proceso de calibración.

$$Tc = \frac{4 * A^{0.5} + 1.5 * L}{0.8 * H^{0.5}}$$

Tc= tiempo de concentración en minutos.
A= área de la cuenca en km2.
L= Longitud del cauce en Km.
H= Diferencia entre la cota mayor y la cota menor en metros.

Presentamos los valores obtenido para cada cuenca:

Cuadro 189 Tiempo de concentración para cada subcuenca.

Subcuenca	Área (Km2)	Longitud (Km)	Cota Mayor	Cota menor	Tc (Horas)
Oro Alto	145.97	23.66	3500	900	2.05
Oro Medio	168.25	18.43	900	700	7.03
Oro Bajo	92.52	12.50	700	650	10.12

Subcuenca	Área (Km2)	Longitud (Km)	Cota Mayor	Cota menor	Tc (Horas)
Lato	46.47	16.78	3050	900	1.41
Frio	119.7	24.73	2870	700	2.17

Estrategias de calibración y validación.

Para que los resultados de la simulación, empleando la herramienta HMS representen mayor confiabilidad es necesario someterlos a pruebas de calibración, validación y análisis de sensibilidad de los parámetros involucrados.

La calibración requiere de registros de precipitación y medidas de caudal para un mismo evento esto con el objeto de buscar un buen ajuste entre lo simulado y lo observado.

La herramienta permite una estimación de los parámetro automáticamente, a partir de una selección de estos parámetros, aquí se define una función objetivo que corresponde a una expresión matemática que valora la mayor o menor bondad de ajuste, entre lo observado y lo simulado.

Las funciones que maneja la herramienta HMS son: ajustes por mínimos cuadrados, sumatoria del cuadrado de los residuos, suma de los valores absolutos de los residuos, porcentaje de error frente a los caudales pico.

Teniendo en cuenta la información que se tiene, el modelo requerirá de información de caudales y precipitación para una misma serie de tiempo, o sea tener un Hidrograma de datos registrados en un periodo igual a una serie de datos registrados de precipitación.

Teniendo en cuenta lo anterior se utilizará la estación Conquistador y los datos de precipitación de la estación la Galvicia.

Se introducirá Hidrograma de valores reales y se ajustan los parámetros de curva número y tiempo de concentración.

Se realizó el ejercicio para el año 2000 con los datos de caudales del punto de monitoreo RO-2, que se ubica en la parte alta y la estación palo negro.

Cambiamos manualmente los parámetros de CN y utilizamos condición I.

3.2.14.3 (c)Análisis de homogeneidad y calidad de la información hidrológica, análisis de consistencia, homogeneidad y calidad de los registros diarios disponibles en la cuenca. Identificación de las condiciones hidrológicas contrastes: secas, húmedas y normal, en función de la variabilidad climática de la cuenca.

Análisis de homogeneidad de series de datos

Para realizar el análisis con la información existente de las estaciones seleccionadas, es necesario establecer métodos que permitan rellenar y ampliar los registros climáticos disponibles de las estaciones; ya que a menudo están incompletos por interrupciones en la observación, o por el no funcionamiento de los equipos esta deficiencia de información puede solucionarse completando los registros, para el presente proyecto se ha utilizado el método estadístico de las correlaciones de estaciones vecinas, ya que es un método que pondera las precipitaciones de acuerdo al coeficiente de correlación obtenido.

Para la aplicación de esta metodología se tiene en cuenta los siguientes criterios:

- Cuando faltan datos de entre uno y cinco meses de un año, es posible hallar los valores de precipitación mensual faltantes; sin embargo, cuando faltan datos de seis o más meses de un mismo año, ya no será conveniente hallar los valores de precipitación mensual, sino el valor de precipitación anual.
- Las estaciones patrones que se escoja debe estar lo más cerca posible, y tener similar Distancia y altitud.
- Los valores medios de un periodo deberían calcularse solo cuando estén disponibles los valores de al menos un 80% de los años registrados y no falten los valores de más de tres años consecutivos.
- Las promedios anuales deberían calcularse como la media o la suma de las 12 normales o promedios mensuales, sin tener en cuenta la diferente duración de los meses
- Se recomienda no calcular un valor mensual si faltan más de 10 valores diarios o 5 o más valores diarios Consecutivos
- Sometiendo las estaciones identificadas con información importante por los parámetros anteriormente nombrados se realiza la eliminación de unas estaciones más las cuales no cumplen con las determinantes trazadas.

En la

se muestran las estaciones tenidas en cuenta, identificando los periodos de tiempos donde carece de información

Cuadro 190. Periodos si información

Estación	Periodo si información
La Laguna	1998-1999-2007
Llano grande	1995-1997-2009-2009
Mesa	2008-2009

Berlín	20011-200-2010

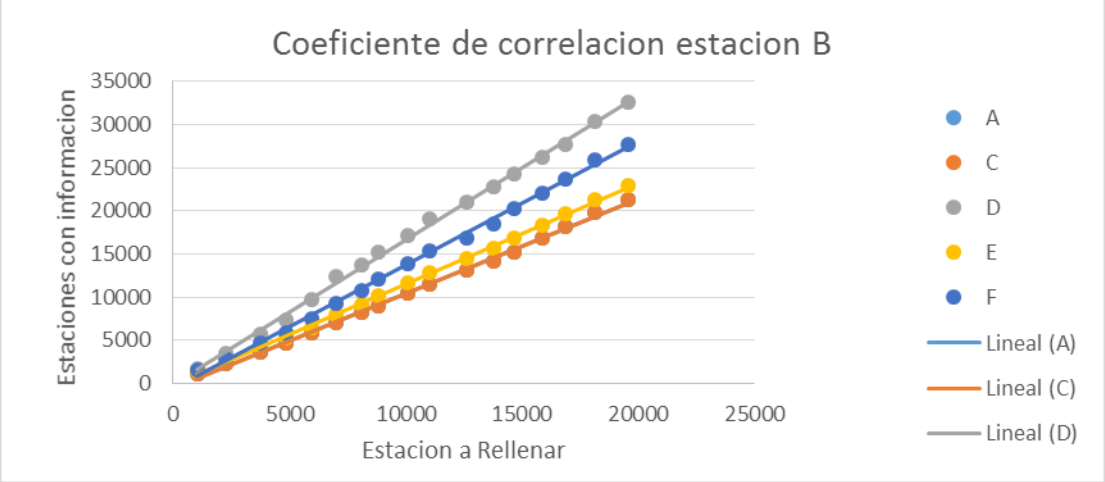
Fuente. CDMB

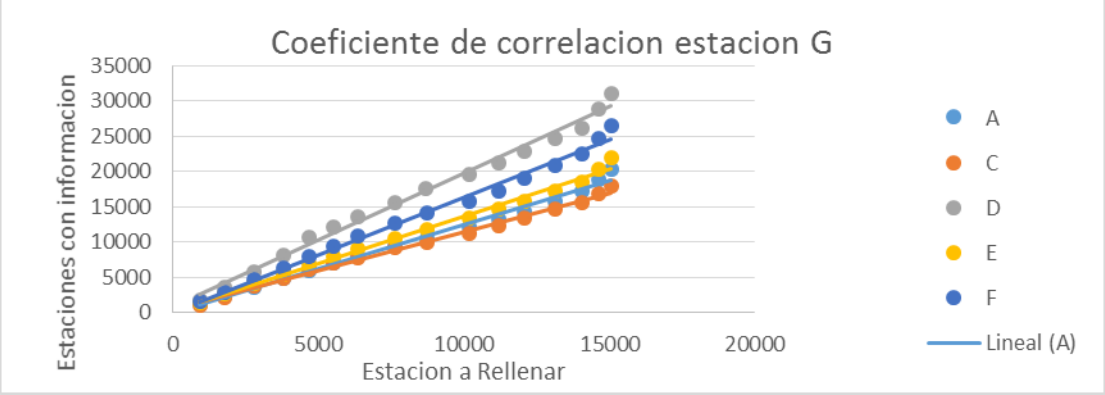
La estación universidad industrial de Santander se elimina del análisis por contener más de 5 años consecutivos sin información o datos de precipitación.

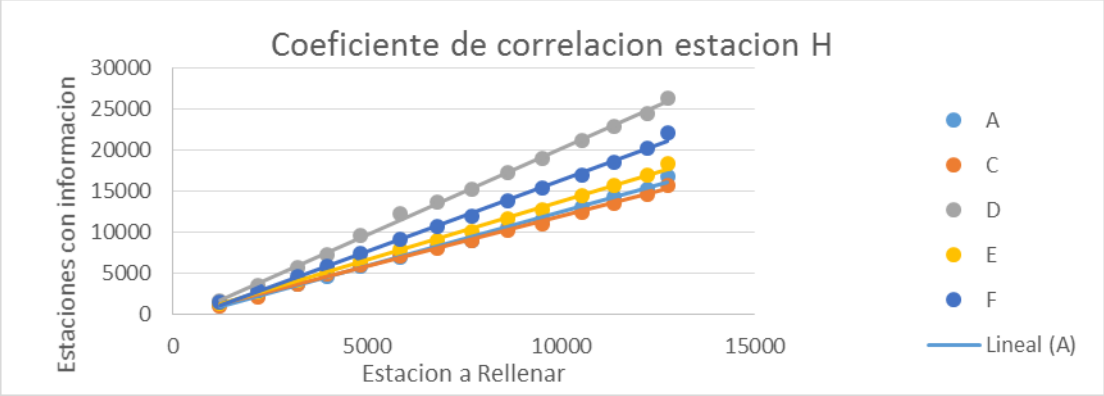
Identificadas las estaciones que sirven de índice para el llenado de datos, se relacionan con las estaciones que carecen de información por su similitud en altura y cercanía.

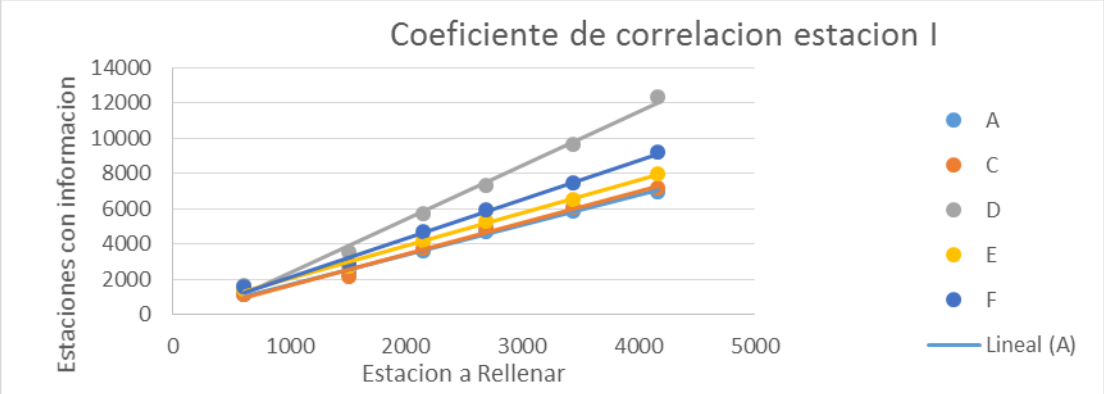
Con este fin, las estaciones la laguna, llano grande, la mesa, y Berlín se correlacionaron con las estaciones Apto Palonegro, Galicia, la floresta, y granja Piedecuesta, por encontrarse geográficamente más cercanas. En la gráfica 151 se observa la obtención del coeficiente de correlación, para el análisis se tiene en cuenta solos los años que poseen información en las estaciones analizadas incluida la estación sin información. Al trazar la línea de tendencia de cada serie, es posible obtener el cuadrado del valor del coeficiente de correlación; R2. Cuanto más cercano sea este valor a 1, existirá una mejor correlación entre las estaciones de la serie, obteniéndose valores más confiables.

Gráfica 151. Correlación estaciones sin datos y estaciones con datos









Fuente. CDMB

Cuadro 191 Denominación de estaciones

ESTACION	DENOMINACION
Apto Palonegro	A
La Laguna	B
Palogordo	C
La gavicia	D
La floresta	E
Granja Piedecuesta	F
Llano Grande	G
La mesa	H
Berlín	I

Fuente. CDMB

En el Cuadro 192 **Coeficientes de correlación obtenidos**Cuadro 191 **Denominación de estaciones**se puede observar los valores obtenidos para el coeficiente de correlación en cada una de las estaciones analizadas, los cuales son utilizados para obtener el dato faltante.

Cuadro 192 Coeficientes de correlación obtenidos

ESTACION	COEFICIENTE DE CORRELACION			
	ESTACION B	ESTACION G	ESTACION H	ESTACION I
A	0.9979	0.9907	0.997	0.9903
C	0.9979	0.9938	0.997	0.9966
D	0.9984	0.9908	0.9982	0.9924
E	0.9991	0.9929	0.9978	0.9966
F	0.9978	0.9914	0.9972	0.9945

Fuente. CDMB

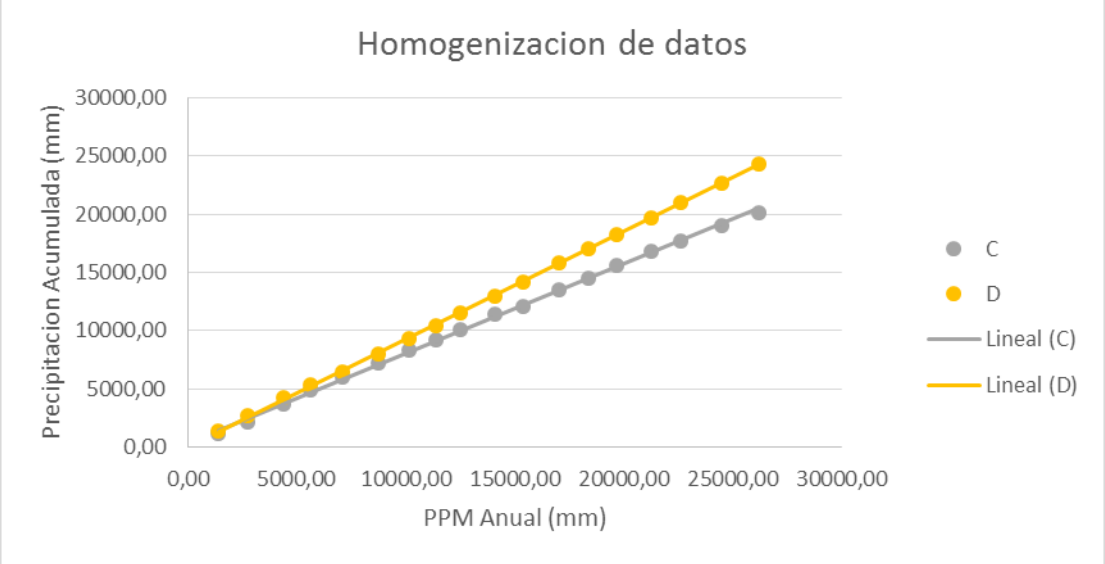
Completando las series de datos se procede a Verificar si se cumple con la condición de homogeneidad, con el análisis se busca identificar cambios o tendencias en la media o la varianza.

Consistencia y ajuste de la información

Con la finalidad de determinar la consistencia de la información disponible, se realizó el análisis para lo cual se determina el Patrón de precipitaciones anuales (PPA) y basados en el patrón.

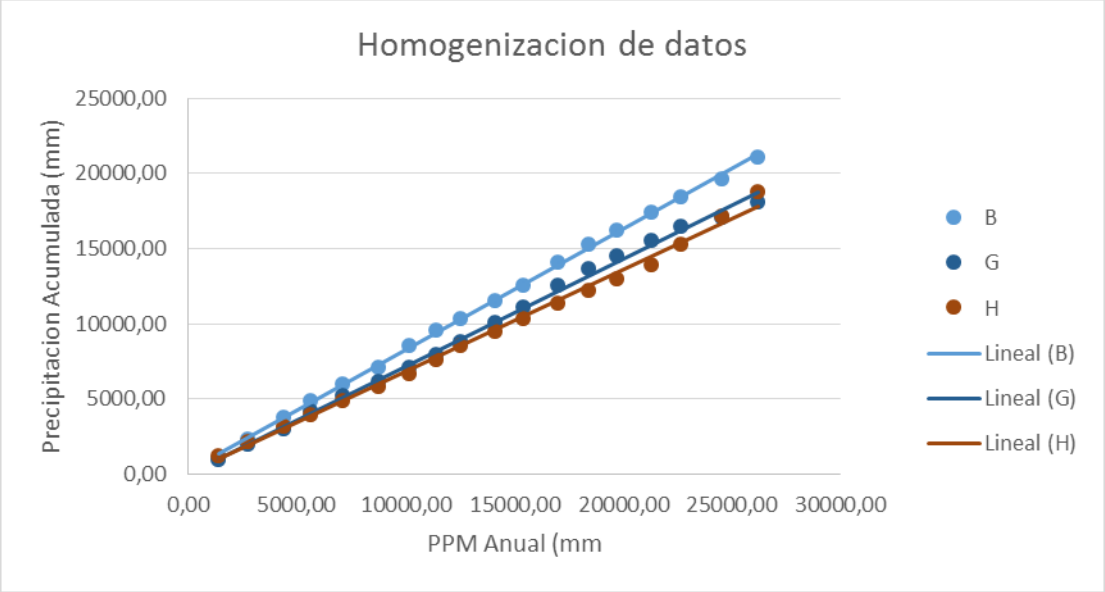
El patrón se define basado a lo datos disponibles más confiables para el caso se tomaron los datos de las estaciones A, C, D, E Y F (nombradas en el cuadro 192) considerándose que esta han sido correctamente observadas. Con dicho patrón se correlacionaron las estaciones B, G,H, I; observándose el comportamiento de las estaciones, las estaciones utilizadas dentro del patrón también fueron analizadas con el fin de verificar que presenten datos homogéneos, a continuación se observan los resultados obtenidos.

Gráfica 152. Homogenización de datos estaciones C y D



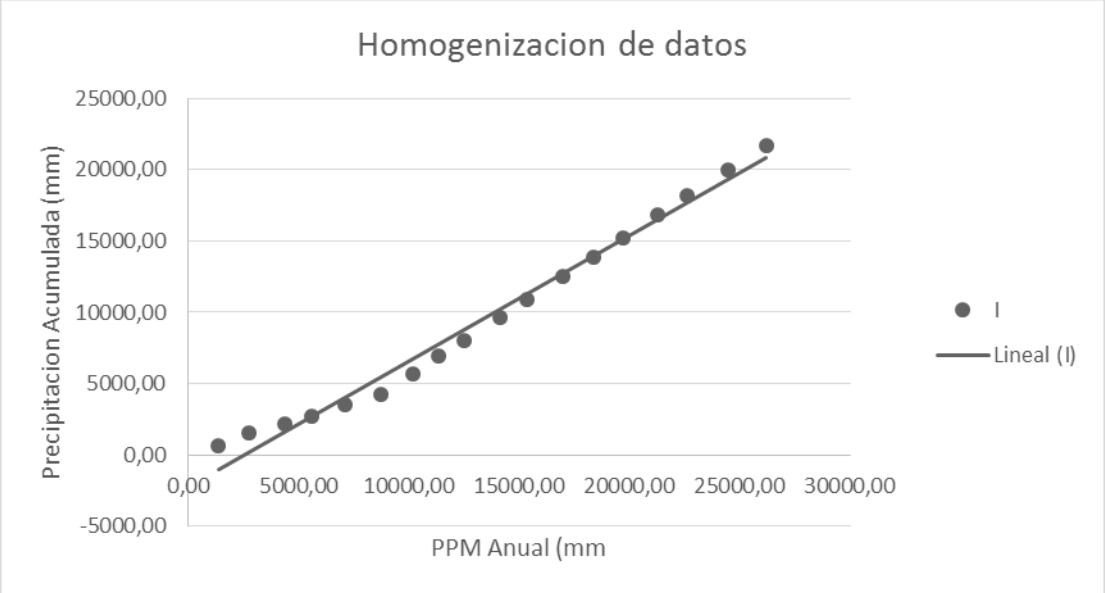
Fuente. CDMB

Gráfica 153. Homogenización de datos estaciones B, G, y H



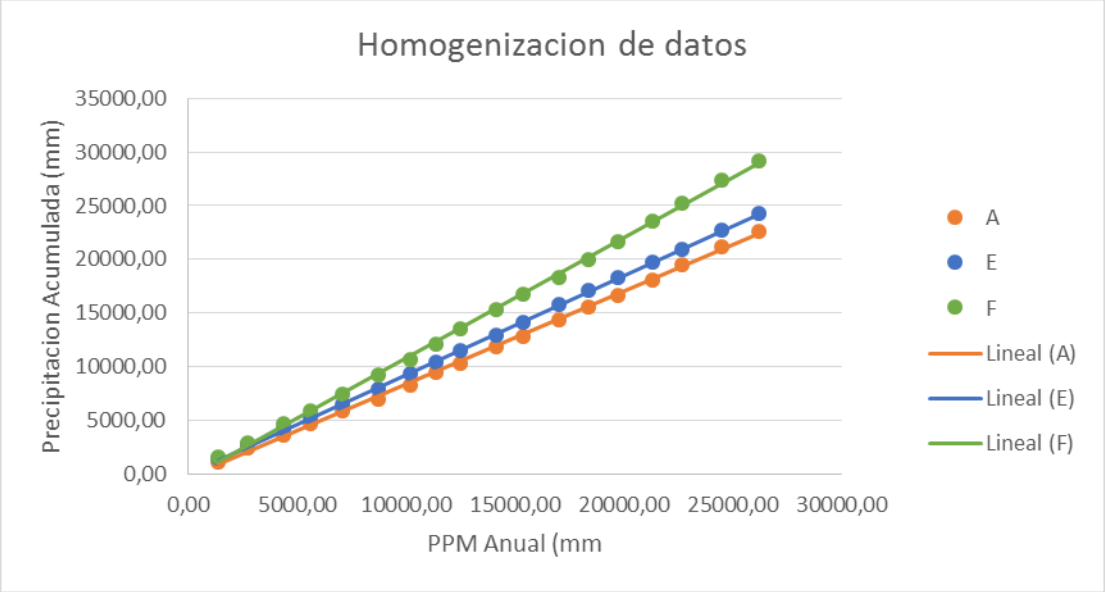
Fuente. CDMB

Gráfica 154. Homogenización de datos estación I



Fuente. CDMB

Gráfica 155. Homogenización de datos estaciones A, E y F



Fuente. CDMB

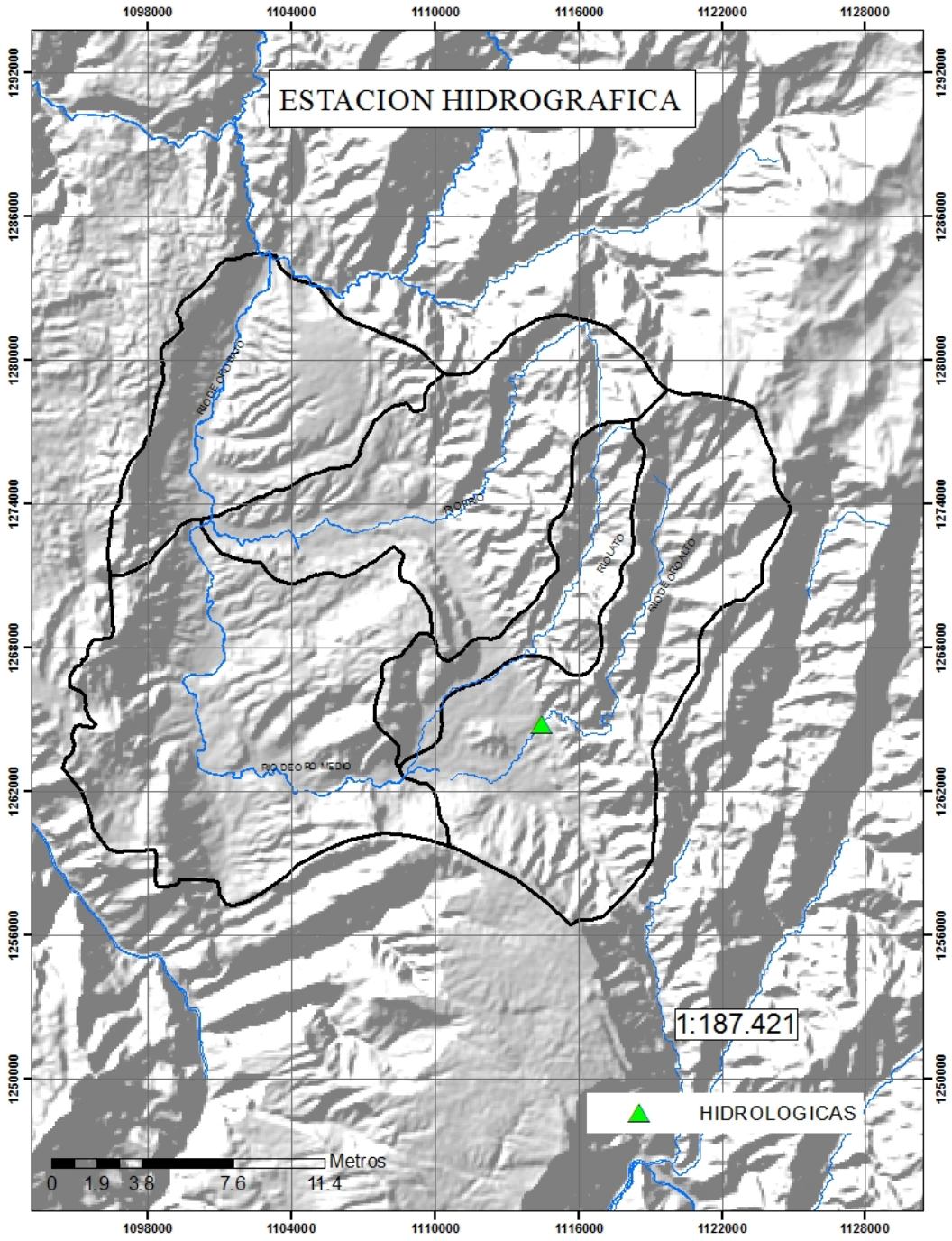
En las gráficas se pueden observar el comportamiento de cada una delas estaciones respecto al PPA calculado. De la Gráfica 152. **Homogenización de datos estaciones C y D**se puede concluir que las estaciones C y D presentan homogeneidad en sus datos confirmando su utilización en el patrón indicado. La gráfica 155 se presentan los datos de las estaciones A, E y F, concluyéndose que son datos bien observados, confirmando así su utilización en el paro.

En la gráfica 153 se muestra que la estación B presenta mejor ajuste de sus datos, en comparación con las estaciones G y H, siendo H la estación con más variabilidad indicando que presenta más irregularidad de observación respecto a las estaciones B y G.

La estación I es la que presenta mayores discrepancias, presentándose variabilidad significativa en los primeros reportes, para este caso no se genera corrección de datos ya que no se presentan registros de por qué se puede presentar esta discrepancia, adicionalmente esta estación es tomada en el análisis climático para generar mapas continuos por fuera del área de drenaje, la cual no presenta gran representatividad en la zona de interés.

Para el análisis hidrológico se identificaron estaciones operadas por el IDEAM, encontrando útil para el estudio en desarrollo la estación El Conquistador, identificada con el código 2319743 y categoría Limnimetrica, operada por el IDEAM desde el año 1978 ubicada en la cuenca rio oro alto, sobre el rio de oro, para el análisis se tuvo en cuenta la serie de datos desde el año 1994 hasta el 2012, la cual se encontraba completa y para esto se verificación y confiabilidad de la serie de datos. En la figura 58 se identifica la estación el conquistador tenida en cuenta para el desarrollo del estudio.

Figura 58 Ubicación estación hidrográfica objeto de análisis



Fuente. CDMB

Identificada la estación hidrográfica se procede a la verificación de la calidad de los datos la cual se observa a continuación.

Gráfica 156. Calidad de datos estación el conquistador

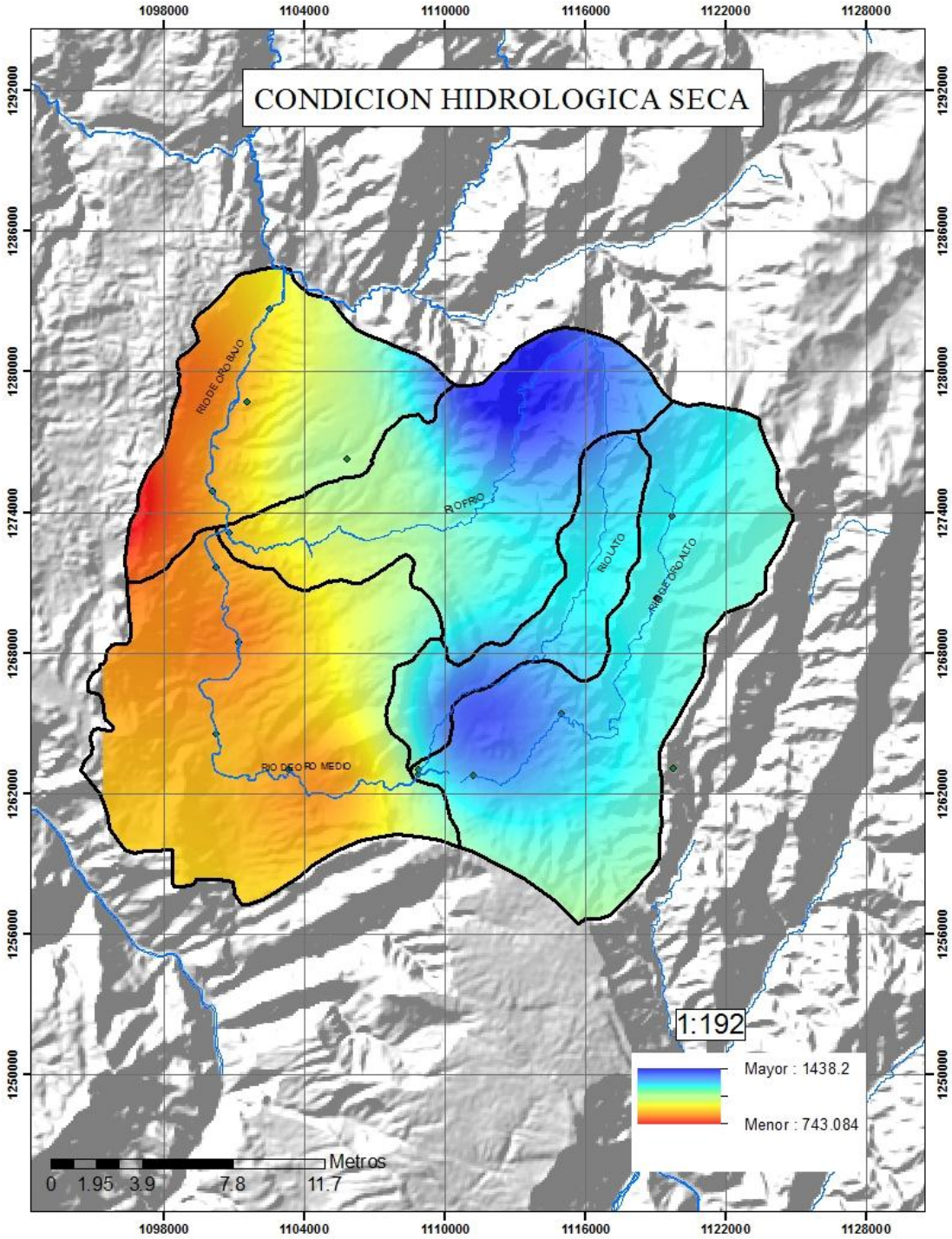


Fuente. CDMB

En la gráfica 156 se observa que los datos de la estación el conquistador presentan variabilidad indicando mala observación, pero sin interferir en la distribución de los mismos, por no tener valores de metadatos importantes que nos indiquen la irregularidad en la observancia de los datos, no se presenta un ajuste de los mismos, de igual manera no se deja de lado el análisis de la estación para la generación de caudales por no presentar gran discrepancia y por ser la única estación presente en la zona de estudio con una serie de datos importante.

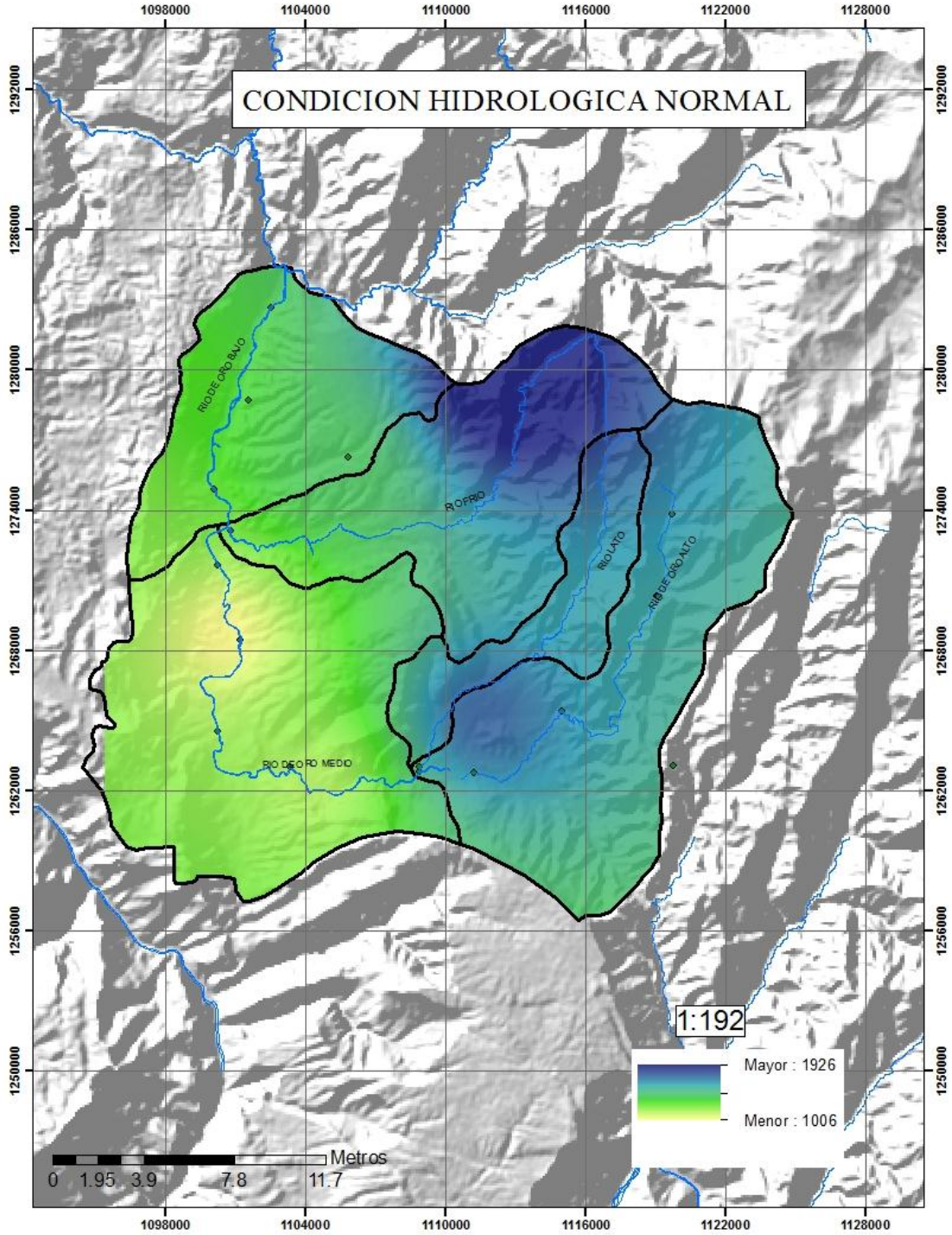
Con las estaciones analizadas y observando el comportamiento y variabilidad de los parámetros climáticos, se observó que los valores más altos de precipitaciones se obtuvieron en el año 2012, y los valores inferiores en el año 2002, con el análisis realizado se identifican las condiciones hidrológicas secas, húmedas y normales de la zona de estudio las cuales de observan en la siguientes ilustraciones.

Figura 59 Espacialización Periodo seco



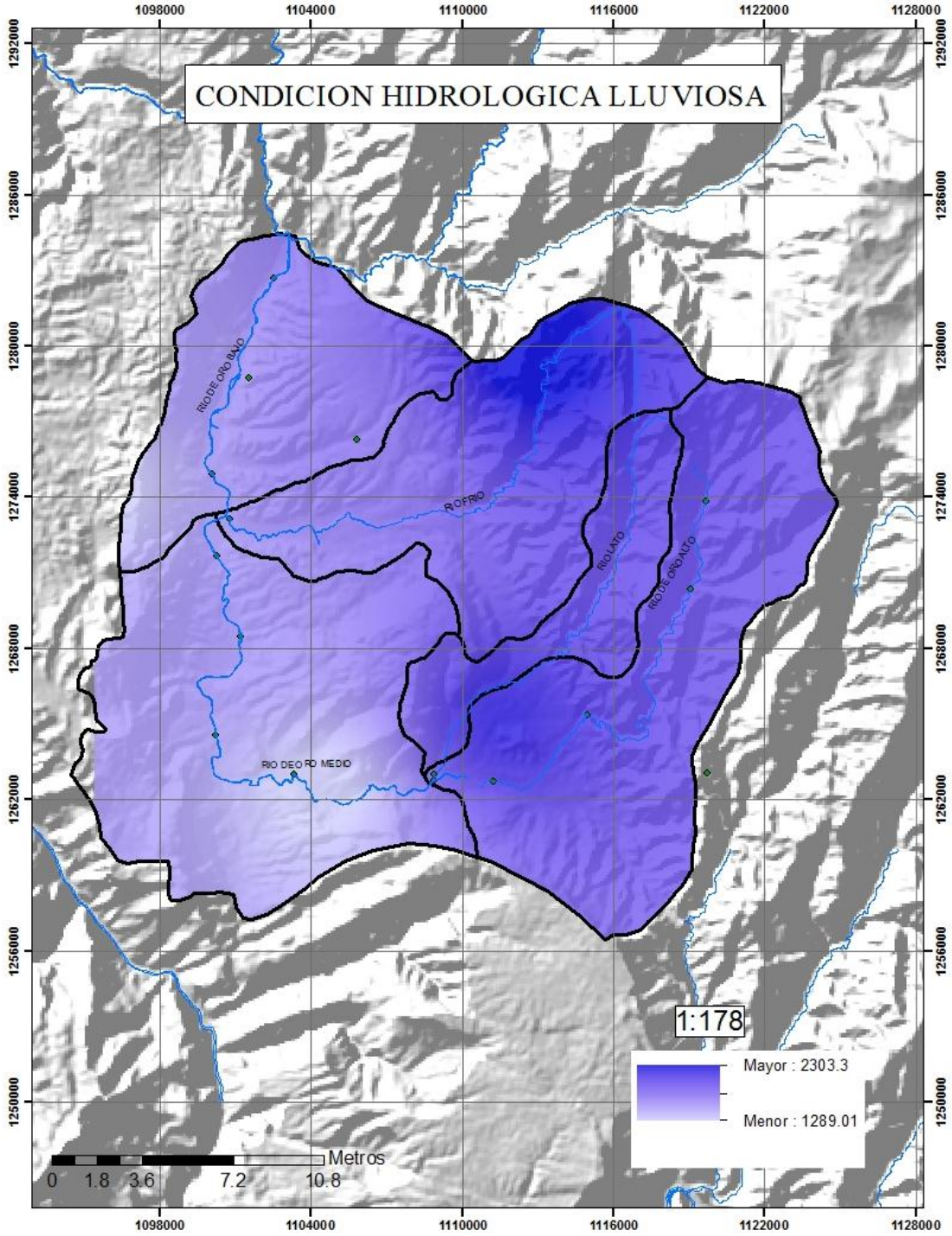
Fuente. CDMB

Figura 60 Espacialización periodo Normal



Fuente. CDMB

Figura 61 Espacialización periodo lluvioso



Fuente. CDMB

3.2.14.4 (d)Utilizar el modelo lluvia escorrentía calibrado y validado para generar series de caudales medios diarios para el rio de oro y cada subcuenca y punto de monitoreo utilizando para ello los datos hidrológicos completos, homogéneos y consistentes con registro igual o superior a 10 años.

Con los valores optimizados del modelo hidrológico se obtienen los caudales medios diarios para las cuencas y puntos de monitoreo, los valores se presentan en las siguientes tablas:

Cuadro 193 Caudales medios diarios subcuencas.

Subcuenca	Q medio diario m3/seg
Oro Alto	1.04
Oro Medio	2.46
Oro Bajo	4.5
Lato	0.6
Frio	1.03

Fuente. CDMB

Cuadro 194 Caudales medios diarios puntos de monitoreo.

PUNTO MONITOREO	Q MEDIO DIARIO M3/SEG.
RO-O-10	0.119
RO-O-06	0.415
QRG-O-01	0.16
RO-O-05	0.56
QG-01	0.31
SO-01	0.34
RO-O-2PA	1.04
LT-01	0.59
RO-O-04	1.83
RO-O-4N	1.92
RO-O-4H	2.36
RO-O-4A	2.45
RF-1A	1.03
LI-01	0.13
RO-O-2PB	2.52
RO-O-2A	4.27
RO-O-01	4.47

Fuente. CDMB

3.2.14.5 (e) Estimar la oferta hídrica a nivel de cuenca del rio de oro, subcuencas y puntos de monitoreo para condiciones de año hidrológico normal y seco

Se genera la determinación de la cantidad de agua que se necesita para que los ecosistemas funcionen, se debe tener en cuenta el caudal ambiental ecológico, el cual no sirve de indicador, mostrando la parte mínima del funcionamiento de una cuenca. La estimación de la oferta hídrica además de permitir calcular la cantidad de agua que ofrece naturalmente una zona determinada en tiempos secos, medios y de alta torrencialidad, responde a la necesidad de allegar información clave para el cálculo de los incides de escasez, recientemente modificado y denominado Índice de Aridez (IDEAM, 2010)

Para el desarrollo de este componente se ha utilizado herramienta SIG, que nos permita poder evaluar de una manera ágil todos los parámetros considerados en el componente de la oferta hídrica, para tal fin hemos partido de una cartografía base que fue suministrada por el IGAC, con esta cartografía se genera un modelo en formato raster que permite la manipulación y operaciones matemáticas.

El inicio del cálculo deriva de la obtención de los mapas que intervienen en el balance hídrico de las cuencas y subcuencas objeto de estudio, Los componentes que se relacionan con la disponibilidad de agua y que intervienen en la ecuación del balance hídrico son la precipitación como entrada, la evapotranspiración real y la escorrentía como variable de salida.

Para el cálculo de balance hídrico se realiza la construcción del mapa continua de ETR evapotranspiración real, el cual es restado al mapa de precipitación calculado con anterioridad, dando aplicación a la fórmula que se muestra a continuación con el fin de calcular la escorrentía hídrica superficial.

$$ESC = P - ETR$$

Donde:

ESC: escorrentía hídrica superficial (mm)
P: Precipitación (mm)
ETR: evapotranspiración real (mm)

Para el caculo de la ETR se utiliza la ecuación Budyko, referenciada en el estudio Nacional del aguas IDEAM, las cual se describe en la siguiente formula.

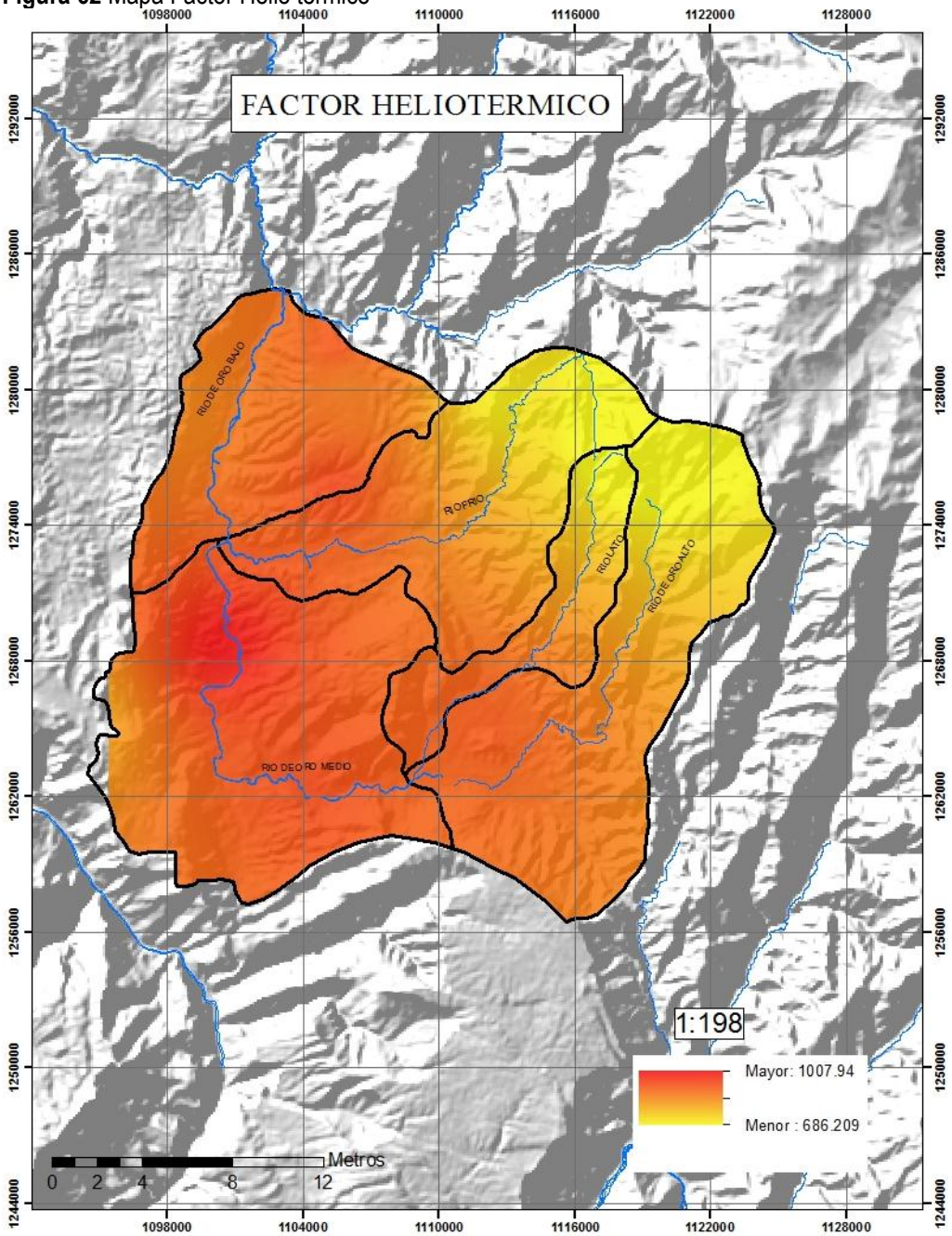
$$ETR = P/(0.9+(P^2/L^2))^{0.5}$$

Donde:

ETR: evapotranspiración real (mm)
P: Precipitación (mm)
L: Factor helio térmico
T: Temperatura (^oC)

Para la aplicación de la formula utilizamos la herramienta SIG atreves del ArcGis, de los variables climáticas tomamos los mapas generados de precipitación y temperatura los cuales incluimos dentro de la formula. Generamos el mapa continuo del factor helio térmico utilizando en mapa de temperatura de las cuencas y la siguiente formula. $L = 300+25*T+0.005T^3$

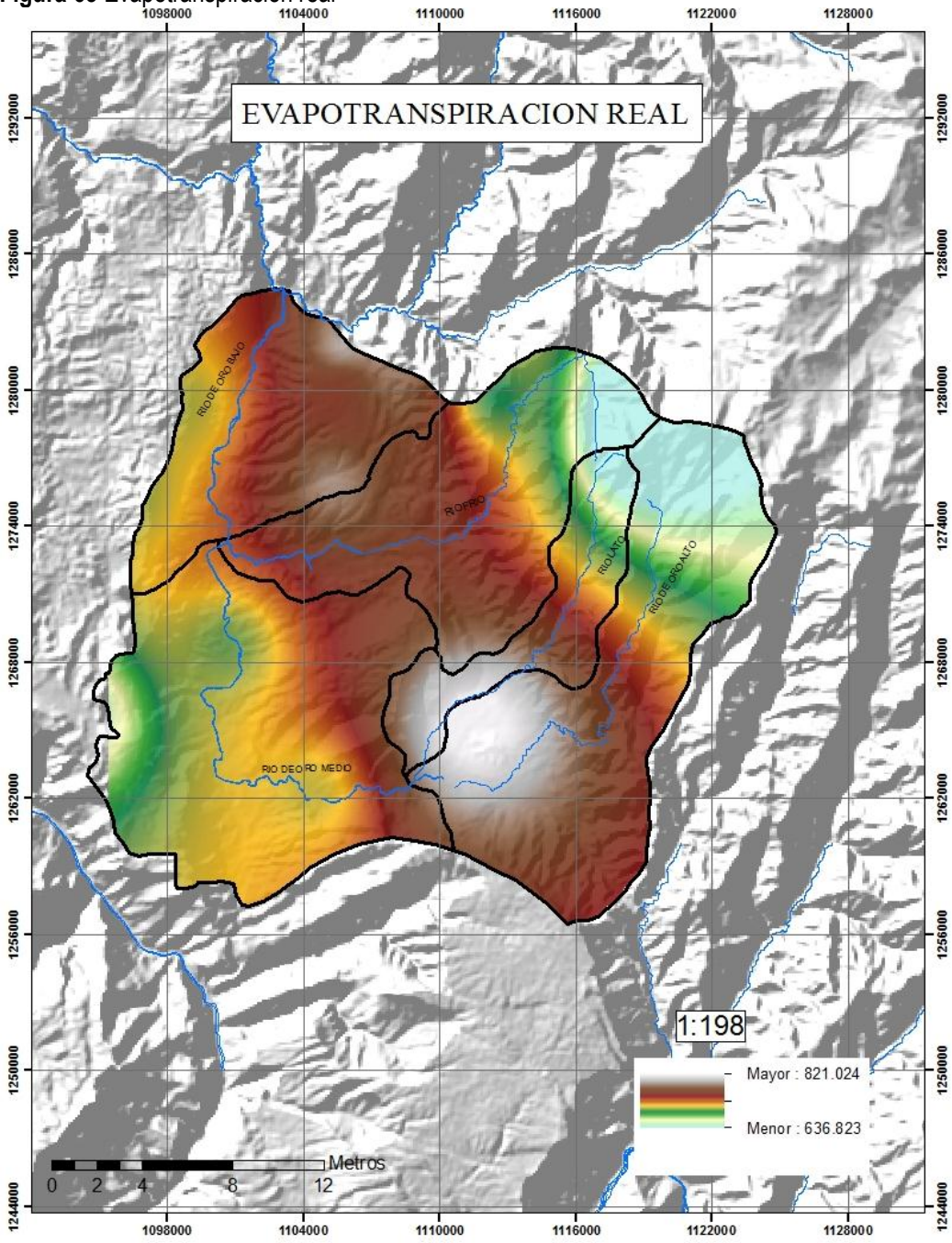
Figura 62 Mapa Factor Helio térmico



Fuente. CDMB

Calculado el factor helio térmico, se procede a utilizarlo en el cálculo de la ETR para la condición seca y normal.

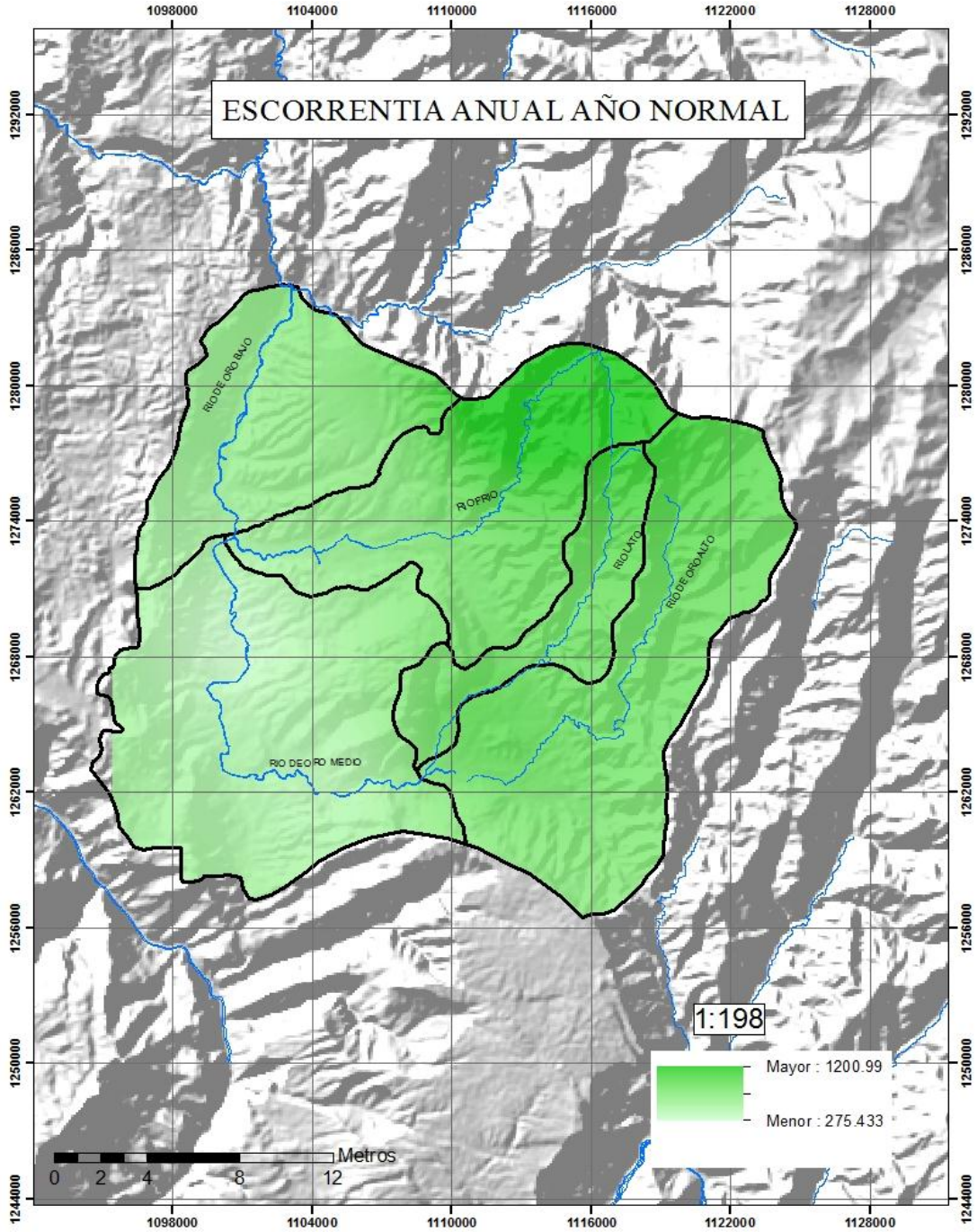
Figura 63 Evapotranspiración real



Fuente. CDMB

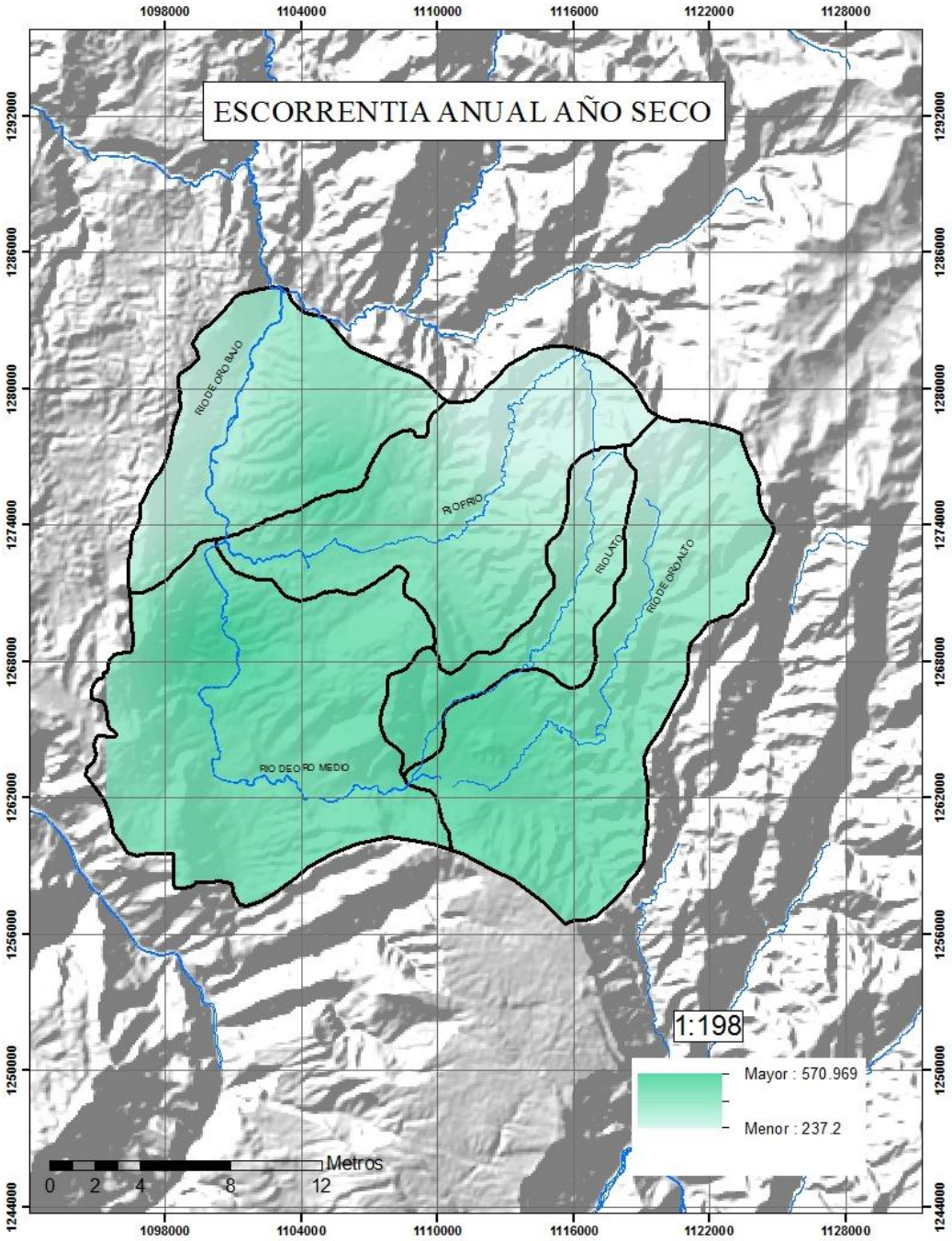
Generados los planos de evapotranspiración real se retan con las respetivas precipitaciones generando así el escurrimiento para los escenarios de año normal y año seco.

Figura 64 Escorrentía anual año normal



Fuente. CDMB

Figura 65 Escorrentía anual año seco



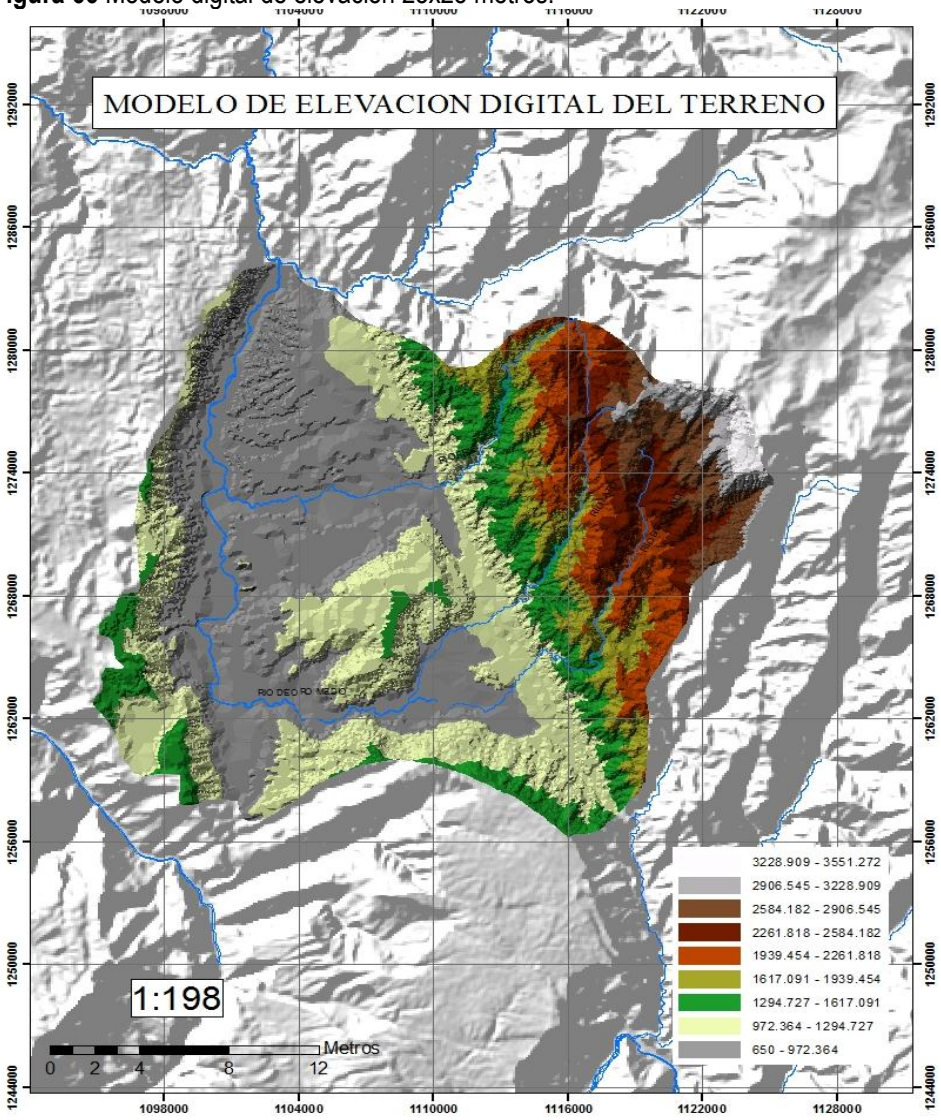
Fuente. CDMB

Para obtener los resultados de la oferta hídrica especializada es importante generara un modelo de elevación digital de terreno el cual no ayudara a generar los mapas de acumulación de la zona de estudio.

- Modelo digital de elevación. El modelo digital de elevación se genera a partir de las curvas de nivel, primero se obtiene una triangulación de los puntos, producto denominado TIN, y a partir de este TIN se obtiene un mapa en formato raster de pixeles de 25x25 metros.

Teniendo en cuenta que se ha desarrollado un modelo digital, podemos tener los valores acumulados en cada punto de cierre de área de drenaje esto nos permitirá los valores para cada cuenca de estudio.

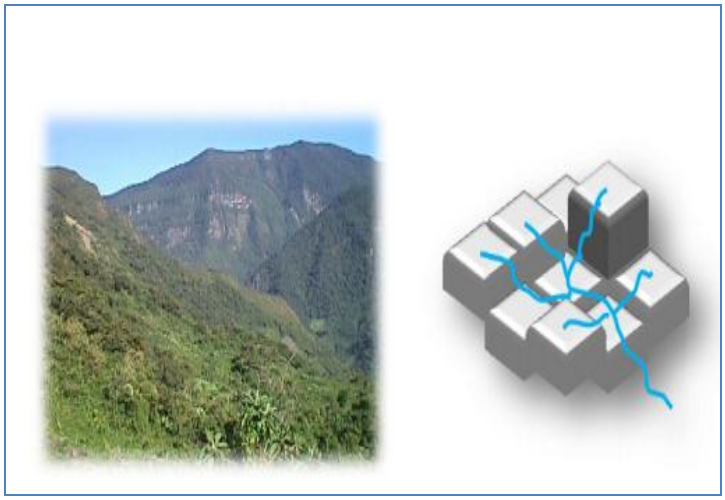
Figura 66 Modelo digital de elevación 25x25 metros.



Fuente. CDMB

El modelo digital de elevación permite tener información de forma continua en el espacio de las características topográficas de la totalidad dela cuenca. Es una representación de la realidad de topografía de esta.

Figura 67 Esquema de representación de cuenca en formato Raster.



Fuente. Manual ArcGis 10.

- **Dirección de flujo.** Con la información topográfica continua y aplicando los algoritmos de la herramienta SIG, es posible definir las direcciones del flujo de agua que se presente en la cuenca, los pixeles con cotas inferiores recibirán la escorrentía que se genere en los pixeles con mayor cota.

Figura 68 Matriz de generación de dirección de flujo.

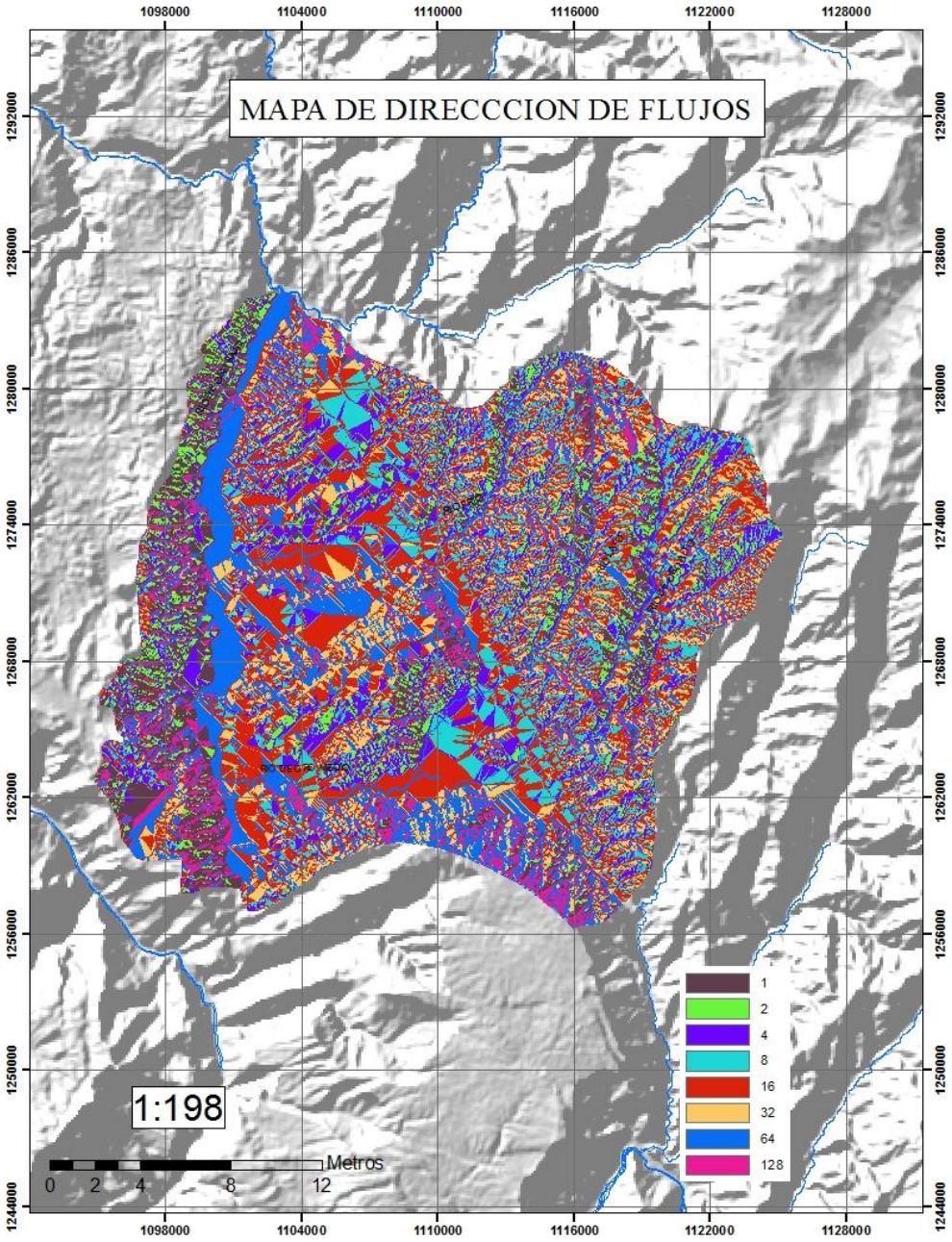


Fuente. Manual ArcGis 10.

En la figura podemos observar que los pixeles de la izquierda generan una dirección de flujo como se observa en la figura contigua de la derecha. Como ejemplo podemos mencionar que el pixel de cota 78, genera dirección de flujo al pixel con menor cota entre sus vecinos, en este caso el pixel de cota 67.

A partir de esta conceptualización se genera un modelo de dirección de flujo que corresponde a un mapa de códigos de dirección de flujo y que se ve de la siguiente forma:

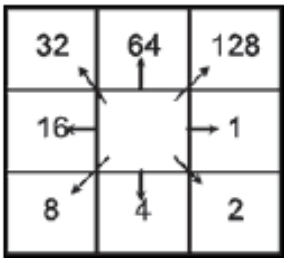
Figura 69 Mapa de códigos de dirección de flujo.



Fuente. CDMB

Los códigos adoptados corresponden a una numeración que se adopta dependiendo de la dirección de cada pixel.

Figura 70 Códigos de direcciones de flujo.

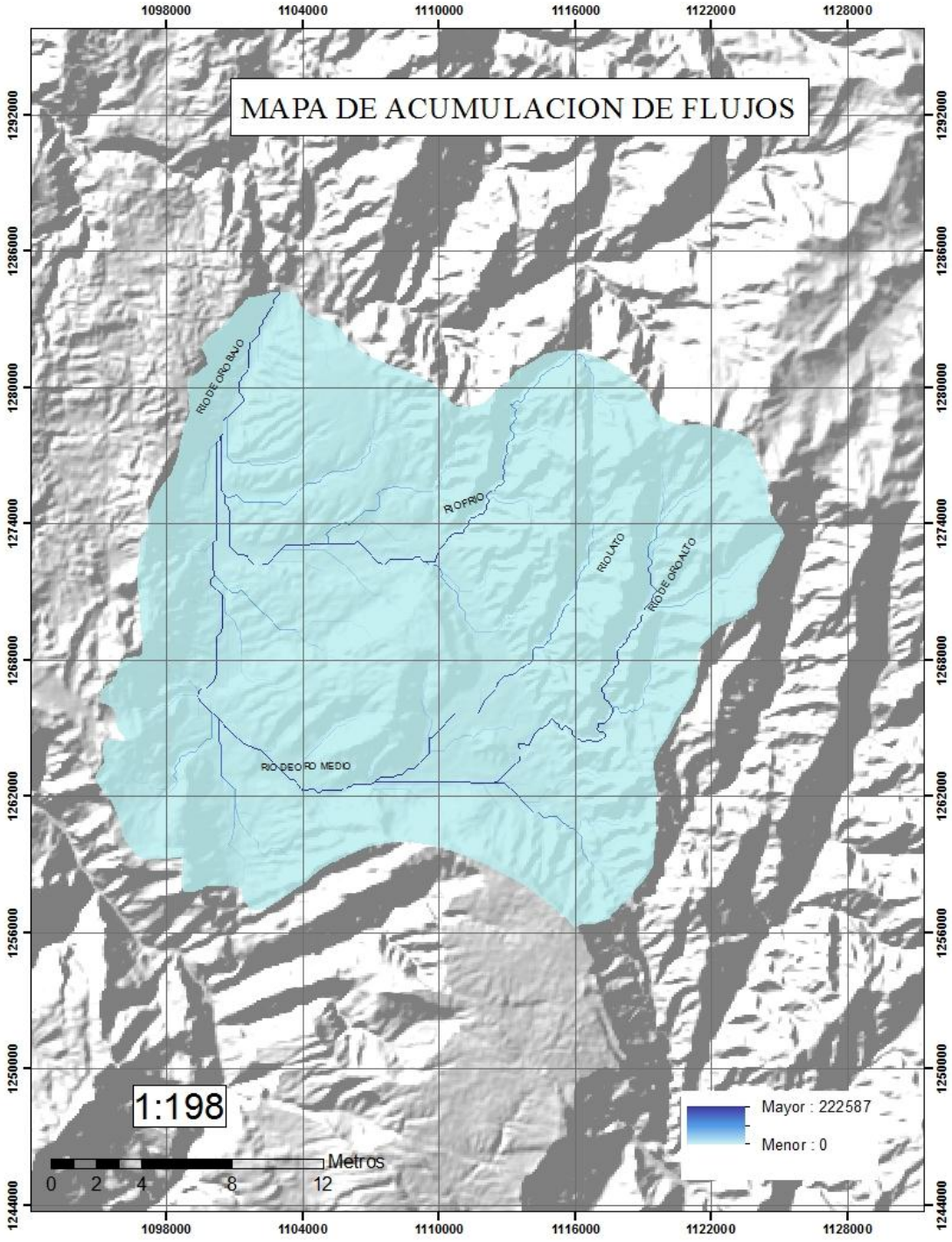


Fuente. Manual ArcGis 10.

- **Acumulación de flujo.** Para el caso del proyecto que se está desarrollando, es necesario obtener el caudal en diferentes puntos de la fuente hídrica, en este caso del Río de Oro, del Río Lato y del Río Frío, por eso es necesario generar un mapa de acumulación de flujo, este me permite poder conocer que tanta escorrentía se tiene acumulada en los diferentes puntos de las fuentes mencionadas. A partir del modelo de dirección de flujo es sencillo poder sumar los pixeles que se están acumulando, sería sumar cada pixel recibido por cada pixel, e ir acumulando.

Nuevamente con la herramienta SIG, se genera el mapa de acumulación de flujo, es importante mencionar que al ser una rutina de pixeles, la acumulación se puede generar con cualquier parámetro, en este caso va ser numero de pixeles de los cuales ya conocemos el área y al final podemos conocer el área acumulada, pero si tenemos valores de escorrentía, podemos acular escorrentía, y así conocer la oferta en los diferentes puntos de interés.

Figura 71 Mapa de acumulación de flujo.



Fuente. CDMB

Oferta hídrica superficial total. Es conocido por todos que los sistemas de seguimiento hidrológico están conformados por un conjunto discreto (en tiempo y espacio) de observaciones, por ello para la definición de la oferta hídrica superficial total en forma continua en el dominio espacial de aplicación del índice de escasez es necesario recurrir a técnicas de generalización de la escorrentía superficial. El primer paso para realizar esta generalización consiste en convertir los caudales, con el nivel de agregación temporal necesario, en valores de escorrentía. La escorrentía puede ser expresada en términos de lámina de agua, en milímetros, lo que permite una comparación rápida con la precipitación y la evapotranspiración que tradicionalmente también se expresan en milímetros.

M: Escorrentía superficial expresada en términos de rendimiento hídrico [lt/s.km2].

Generalización espacial de la oferta hídrica superficial. Debido a que los métodos de interpolación óptima hacen una caracterización estadística de los valores de escorrentía superficial en el espacio, éstos representan la mejor herramienta para la generalización espacial de la escorrentía superficial. Estos métodos fueron implementados por primera vez para la descripción de variables hidroclimáticas por Gandin L.S. en 1965 [4], por ello a la metodología de interpolación óptima se le conoce como el método de Gandin para el cual existe un caso particular que deriva en el denominado método de Kriging [5].

Cualquiera de estos dos métodos es recomendable, sin embargo en caso de disponer de herramientas computaciones para aplicarlos es más conveniente darle preferencia al método de Gandin ya que este hace mayor uso de la información existente en la serie de tiempo. La experiencia demuestra que es más sencillo encontrar implementaciones informáticas del método de Kriging, la generalización espacial de los valores puntuales de escorrentía a través este método se basa en la caracterización del variograma de los datos de escorrentía.

El variograma es una función que representa la relación espacial existente entre los datos de escorrentía a interpolar y muestra los niveles de memoria de la variable a interpolar en relación con la distancia entre los puntos de interpolación. De este modo el primer paso para la generalización consiste en la construcción del variograma empírico, al cual se le debe ajustar un variograma teórico que servirá como base para la interpolación de valores. Existe una gran multitud de modelos teóricos de variograma, entre ellos el lineal, esférico, exponencial, cuadrático, gaussiano, etc. [6]. De los modelos de variograma disponibles se escoge aquel que reduce el error cuadrático medio de la interpolación.

Por muy avanzado que sea el método de interpolación, los resultados del mismo dependen de la calidad y densidad de los valores a interpolar. Es muy importante tener en cuenta las características físicas de la variable que se generaliza. La escorrentía superficial es influenciada, además de por el régimen climático, por las características orográficas de la región de estudios, por ello es necesario formar dominios de interpolación homogéneos desde el punto de vista de esta característica. En calidad de ejemplo es posible mencionar que la generalización espacial de la escorrentía superficial en Colombia se realiza por regiones hidrológicas que están delimitadas principalmente por las características orográficas del país [7], de este modo la generalización espacial de la escorrentía superficial en Colombia consiste en la unión de la generalización espacial de la escorrentía en seis zonas con régimen hidrológico homogéneo.

Para aquellos dominios espaciales en los que la densidad de la red de mediciones hidrométricas no es suficiente para aplicar los métodos de interpolación óptima con toda su rigurosidad es posible seleccionar cuencas no instrumentadas como nodos ficticios de observación. Para estas cuencas la magnitud de la escorrentía superficial debe definirse por métodos indirectos, entre los que se pueden enumerar los siguientes:

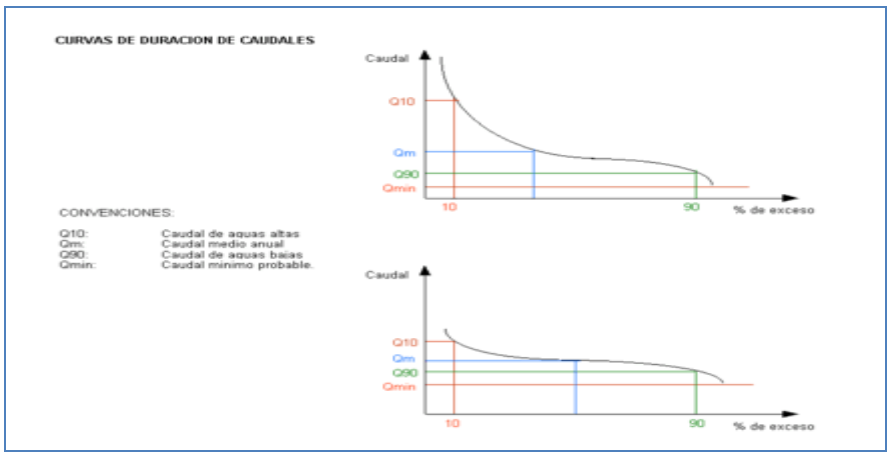
- Relaciones escorrentía versus parámetros morfométricos;
- Balance hídrico
- Modelos lluvia – escorrentía.

En el caso de aplicar las relaciones escorrentía versus parámetros morfométricos deben existir trabajos de regionalización hidrológica. Para las cuencas escogidas como nodos ficticios (estaciones virtuales) se puede aplicar el balance hídrico postulando como incógnita la escorrentía superficial. En esta oportunidad se debe contar con muy buenos registros de precipitación, evaporación de tanque y excelentes descripciones de la cobertura vegetal y de los suelos de la cuenca, de tal modo que sea posible aplicar la ecuación del balance hídrico.

La curva de duración resulta del análisis de frecuencias de la serie histórica de caudales medios diarios en el sitio de captación de un proyecto de suministro de agua. Se estima que si la serie histórica es suficientemente buena, la curva de duración es representativa del régimen de caudales medios de la corriente y por lo tanto puede utilizarse para pronosticar el comportamiento del régimen futuro de caudales, o sea el régimen que se presentará durante la vida útil de la captación.

Como se observa en la gráfica 157 la escala vertical de la curva de duración representa caudales medios (diarios, mensuales o anuales) y la escala horizontal las probabilidades de que dichos caudales puedan ser igualados o excedidos.

Gráfica 157. Construcción Curvas de Duración de Caudales



Las curvas de duración tienen formas típicas que dependen de las características de las cuencas vertientes. En cuencas de montaña, la pendiente pronunciada en el tramo inicial de la curva indica que los caudales altos se presentan durante períodos cortos, mientras que en los ríos de llanura no existen diferencias muy notables en las pendientes de los diferentes tramos de la curva. Este hecho es útil

para ajustar la forma de la curva de duración según las características de la cuenca cuando la serie de caudales medios es deficiente, o para transponer una curva de duración de una cuenca bien instrumentada de la misma región a la cuenca que tiene información escasa.

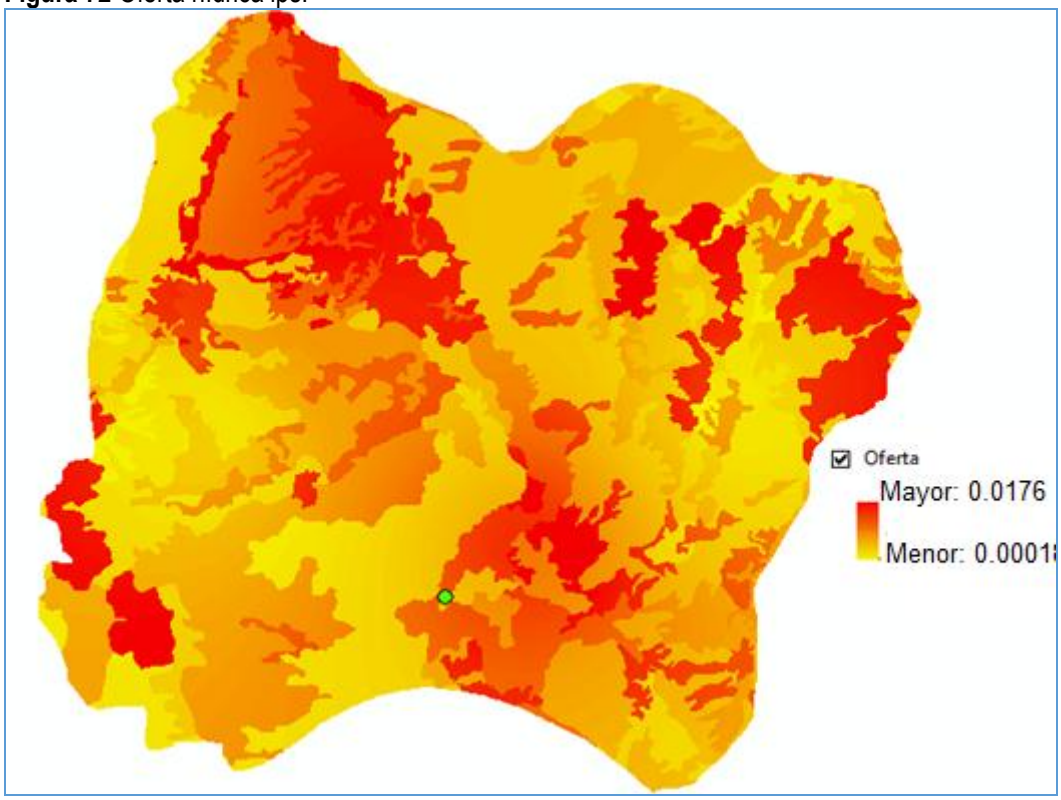
El caudal mínimo probable de la curva es el caudal que la corriente puede suministrar durante todo el año con una probabilidad de excedencia próxima al 100 %. Si este caudal es mayor que la demanda del proyecto, entonces la fuente tiene capacidad para abastecer la demanda sin necesidad de almacenamiento.

Basados en la información histórica de estaciones de monitoreo se realizó para cada uno de ellos las curvas de Duración de caudales.

El área para cada pixel es 25x25 en metros cuadrados 625 en M^2, El caudal se puede expresar como $Q=Y*2.4112654*10^{-7}M^3/seg$. Para cada celda.

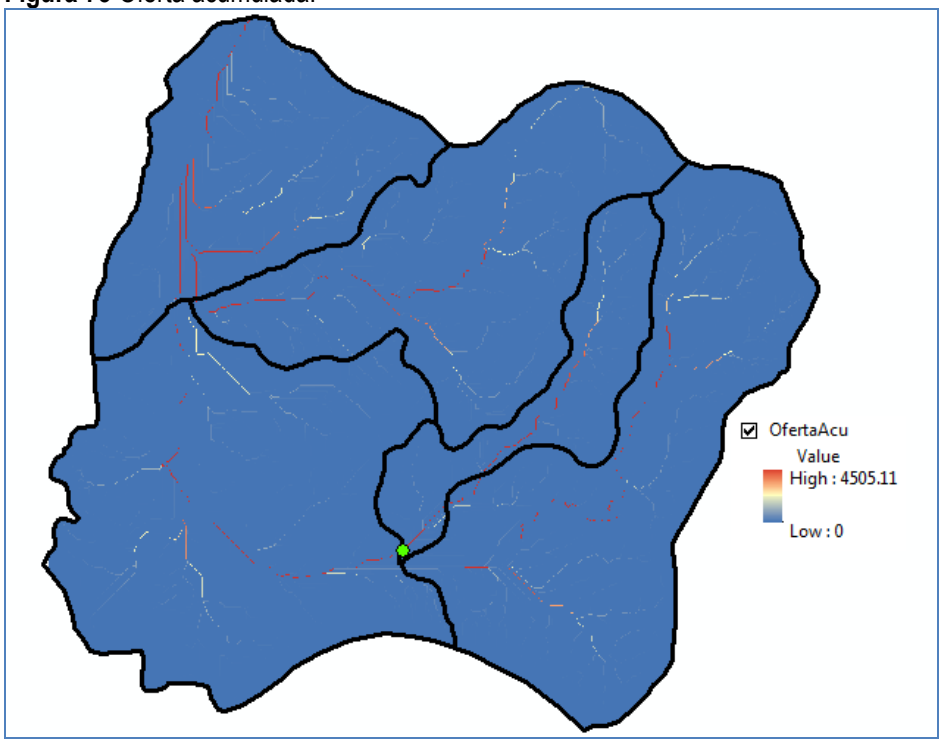
Ahora calculamos obtenemos el mapa de caudal para cada celda.

Figura 72 Oferta hídrica lps.



Acumulando la oferta podemos saber la oferta para cada cuenca.

Figura 73 Oferta acumulada.



Para consultar los valores de cada cuenca, hacemos clic en cada punto y se obtiene el valor en lps.

Cuadro 195 Tabla 1 Oferta Hídrica cuencas de estudio.

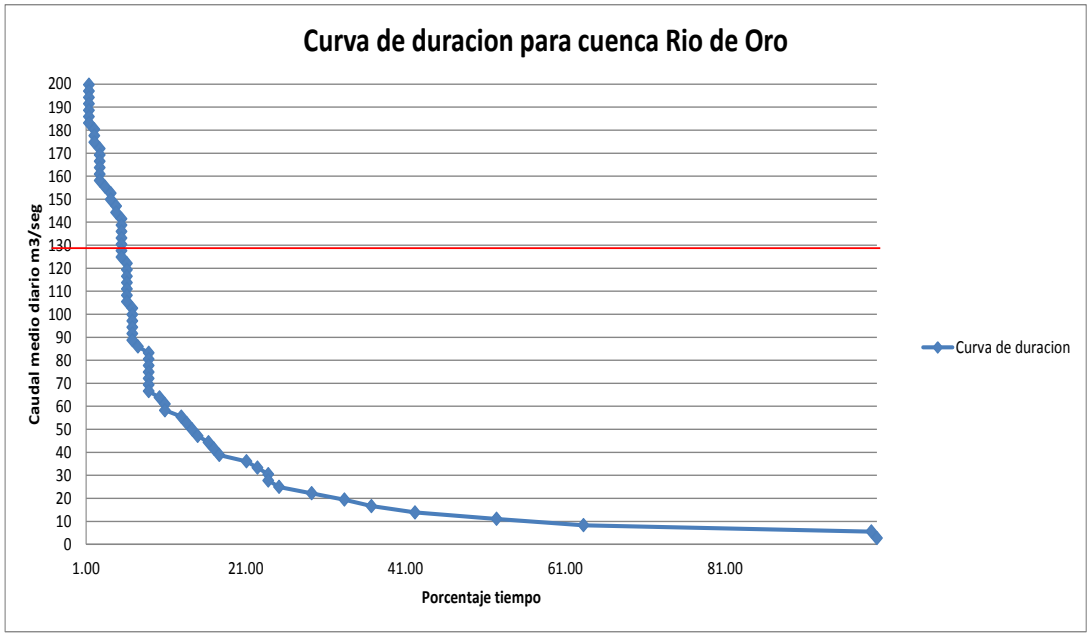
Cuenca	Oferta LPS
Oro Alto	1036.70
Oro Medio	846.74
Oro Bajo	1018.23
Lato	574.03
Frio	1029.41

3.2.14.6 (f) Estimar el índice de regulación y retención hídrica (IRH) a nivel de cuenca y subcuenca de los ríos lato y frio y puntos de monitoreo dentro de los mismos, según la propuesta metodológica del estudio nacional de aguas 2010.

Para el índice de retención y regulación hídrica, aplicamos la fórmula propuesta por el estudio nacional del agua:

$$IRH = VP / Vt$$

IRH= Índice de retención y regulación hídrica.
VP= Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio.
Vt= Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios.
Elaboramos la curva de duración con los caudales medios diarios y obtenemos el índice.



Cuadro 196 Curva de duración para la cuenca Río de Oro.

Subcuenca	IRH
Oro Alto	0.96
Oro Medio	0.62
Oro Bajo	0.65
Lato	0.95
Frio	0.98

Cuadro 197 Índice de retención y Regulación Hídrica para subcuencas.

Punto de Monitoreo	IRH
RO-O-10	0.90
RO-O-06	0.81
QRG-O-01	0.83
RO-O-05	0.90
QG-01	0.98
SO-01	0.90
RO-O-2PA	0.85

LT-01	0.90
RO-O-04	1.83
RO-O-4N	0.85
RO-O-4H	0.80
RO-O-4A	0.81
RF-1A	1.03
LI-01	0.95
RO-O-2PB	0.90
RO-O-2A	0.97
RO-O-01	0.97

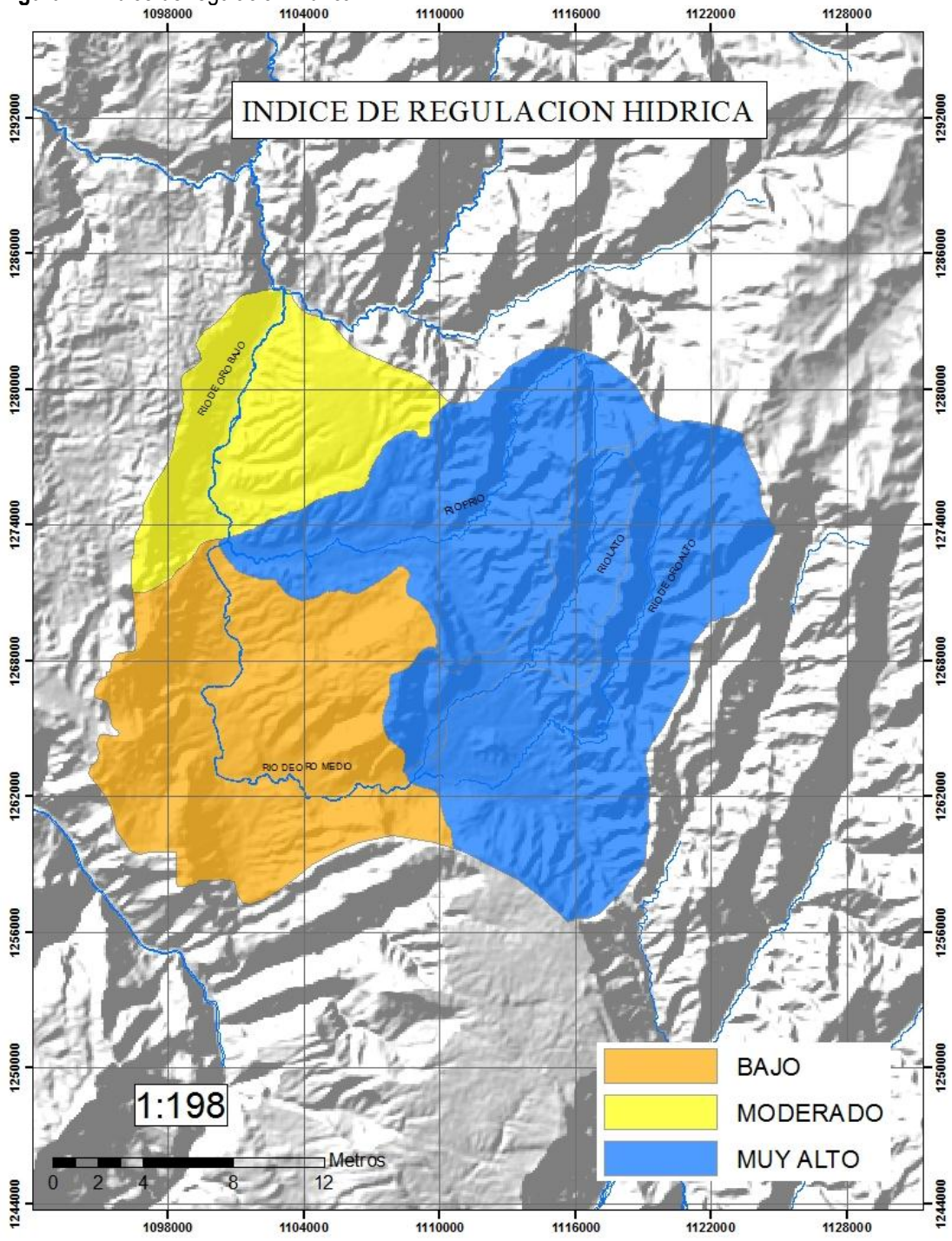
Los valores anteriormente calculados se califican para identificar los índices de regulación, basados en el siguiente cuadro expuesto en el estudio nacional de agua del IDEAM.

Cuadro 198 Valores de índice de regulación

Rango de valores del Indicador	Calificación	Descripción
>0.85	MUY ALTA	Muy alta retención y regulación de humedad
0.75 – 0.85	ALTA	Alta retención y regulación de humedad
0.65 – 0.75	MODERADA	Media retención y regulación de humedad media
0.50 – 0.65	BAJA	Baja retención y regulación de humedad
<0.50	MUY BAJA	Muy baja retención y regulación de e humedad

Con los valores obtenidos para el índice de regulación por subcuenca, y la clasificación se realiza el siguiente mapa.

Figura 74 Índice de regulación hídrica



Fuente. CDMB

3.2.14.7 (g) Estimar el caudal ambiental a nivel de cuenca del río de Oro, subcuencas de los ríos Lato y Frío y puntos de monitoreo

Para el cálculo del caudal ambiental se considerará tres metodologías: la propuesta por la resolución 865 de 2004, Q85 y Q75 dependiendo del IRH, calculado en el aparte anterior,
Metodología 1: Propuesta resolución 685 de 2004.

Teniendo en cuenta las curvas de duración calculadas anteriormente para cada una de las subcuencas y puntos de monitoreo, tomaremos como caudal el correspondientes al mínimo histórico, que deberá ser equivalente al caudal del 97,5 de la curva de duración, o el 25% del caudal medio. Teniendo en cuenta que los registros históricos no son suficientes, tomaremos un valor del 25% del caudal medio diario.
Metodología 2: Q85 para sectores con valores de IRH superiores a 0.70.

Para el caso de nuestro estudio todos los valores se encuentran por encima, o sea tomaremos para esta metodología Q85.

Cuadro 199 Valores de caudal ambiental para puntos de monitoreo.

PUNTO MONITOREO	Q MEDIO DIARIO M3/SEG.	Q Ambiental. 25%	Q Ambiental Q 85
RO-O-10	0.119	0.0298	0.077
RO-O-06	0.415	0.1038	0.270
QRG-O-01	0.16	0.0400	0.104
RO-O-05	0.56	0.1400	0.364
QG-01	0.31	0.0775	0.202
SO-01	0.34	0.0850	0.221
RO-O-2PA	1.04	0.2600	0.676
LT-01	0.59	0.1475	0.384
RO-O-04	1.83	0.4575	1.190
RO-O-4N	1.92	0.4800	1.248
RO-O-4H	2.36	0.5900	1.534
RO-O-4A	2.45	0.6125	1.593
RF-1A	1.03	0.2575	0.670
LI-01	0.13	0.0325	0.085
RO-O-2PB	2.52	0.6300	1.638
RO-O-2A	4.27	1.0675	2.776
RO-O-01	4.47	1.1175	2.906

Cuadro 200 Valores de caudal ambiental para puntos de monitoreo

Subcuenca	Q Medio diario m3/seg	Q Ambiental 25%	Q Ambiental Q85
Oro Alto	1.04	0.26	0.68
Oro Medio	2.46	0.615	1.60
Oro Bajo	4.5	1.125	2.93
Lato	0.6	0.15	0.39
Frio	1.03	0.2575	0.67

3.2.15 (w) Oferta hídrica total y disponible.

Demanda Potencial Actual, Índice de uso de agua (IUA)

Para obtener la demanda de agua tomaremos los usos del estudio del plan de manejo del Río de Oro.

◦ **El cálculo de la demanda por usos y actividades.** Las demandas de agua en las microcuencas se componen principalmente de los consumos domésticos y los consumos agropecuarios. Teniendo en cuenta que la subcuenca del Río de Oro surte de agua a los Municipios de Piedecuesta y Floridablanca mediante las concesiones del Río Frío y Río de Oro que surten los acueductos de estos dos Municipios. El cálculo de la demanda y del índice se hace teniendo en cuenta la demanda en cada microcuenca y las demandas que se hacen por la población de estos dos Municipios.

La demanda de agua representa el volumen de agua expresado en metros cúbicos, que son utilizados por las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinado y se compone por la sumatoria de las demandas de los sectores agrícola, pecuario, uso doméstico, uso industrial y sector comercial y de servicios, de acuerdo a la siguiente formula:

$$DT = DUD + DUA + DUAV + DUP + DUI$$

Donde:

DT = Demanda total de agua
DUD = Demanda de agua por uso doméstico
DUA = Demanda de agua por uso agrícola
DUAV = Demanda de agua por uso avícola
DUP = Demanda de agua por uso pecuario
DUI = Demanda de agua por uso industrial

Calculo de la Demanda de agua para Uso Domestico

La población de la subcuenca corresponde a 27.219 personas distribuidas en las cinco microcuencas. Para determinar el consumo doméstico se asume un promedio máximo diario de consumo por habitante de 180 litros diarios lo cual representa un consumo anual de 65.700 litros por persona en el año, que corresponden a 1.788.288 metros cúbicos al año para toda la población. La demanda total se presenta discriminada par cada una de las cinco Microcuencas.

Cuadro 201 Tabla 2 Demanda de agua para Uso Doméstico

MICROCUENCA	POBLACION	CONSUMO /M3/DIA	CONSUMO TOTAL /M3/AÑO
LATO	1.101	198	**72.335**
ORO ALTO	7.176	1.292	**471.463**
RIO FRIO	7.557	1.360	**496.494**
ORO MEDIO	9.467	1.704	**621.981**
ORO BAJO	1.918	345	**126.012**
TOTAL	**27.219**	**4.899**	**1.788.288**

Fuente. Calculo Grupo POAT - CDMB.

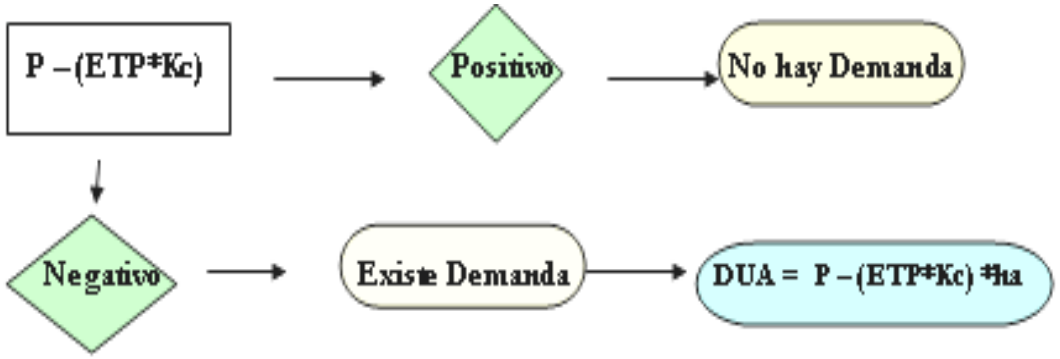
Total Demanda Uso Doméstico DUD = 1.788.288 M^3

◦ **Calculo de la Demanda de agua para uso Agrícola.** Teniendo en cuenta que cuando la precipitación es menor al uso consuntivo de un cultivo, se hace necesaria la utilización de sistemas de riego, lo cual indica que existe una demanda por uso agrícola en determinada zona de un territorio.

El uso consuntivo de un cultivo es la multiplicación del valor de la evapotranspiración potencial por el (Kc) coeficiente de cada cultivo.

Luego, cuando la diferencia entre la precipitación y el uso consuntivo es negativa, existe demanda y cuando es positiva no existe demanda para uso agrícola (entendida la demanda como las necesidades de riego para determinado cultivo).

Figura 75. La demanda para los usos agrícolas se calcula de acuerdo a la formula



DUA = [P – (EVT * Kc)]* Ha = mm/Ha * 10 = M3 /año.[29]

Dónde:

P = Precipitación
EVT = Evapotranspiración
Kc = Factor de conversión de acuerdo al cultivo.

Teniendo en cuenta que en el estudio no se reportan áreas con cultivos que demanden riego, se puede asumir que no existe demanda de agua para usos agrícolas, pero teniendo en cuenta la información por Cobertura y uso actual de las tierras, la existencia de algunos cultivos permanentes como cítricos y cultivos mixtos, permite asumir que requieren riego.

Para el análisis se tomaron como variables la precipitación promedia multianual de 1050 mm y evapotranspiración potencial de 884.4 mm, como parámetros de la formula base para el cálculo de los cultivos transitorios como los que requieren de riego en ciertas etapas de su periodo vegetativo para cual se promedió un uso consultivo de 0.85, debido a que en el territorio las áreas de los cultivos en su mayoría no son cartografiables. Para las áreas en cítricos se asume un Kc de 0.65.

[29] Formula elaborada por el IDEAM.

Los cítricos corresponden a 111 hectáreas que se localizan en la Microcuenca Oro Medio. La información de cultivos mixtos no se encuentra especificada y por lo tanto no es posible asumir áreas a las cuales calcular demanda de agua, sin embargo por las condiciones existentes en las microcuencas Oro Medio y Oro bajo, se asume que las áreas de cultivos mixtos en estas dos Microcuencas se les debe calcular la demanda de agua, especialmente cultivos de tomate, hortalizas, etc.

De acuerdo a los resultados, la demanda probable para uso agrícola aplicando la formula DUA = [P – (EVT * Kc)]* Ha = mm/Ha * 10 = M3 /año, estaría en 8.174.396 M3, que corresponde a las microcuencas Oro Medio y Oro Bajo.

Cuadro 202 Áreas en cultivos y cálculo del uso consuntivo

MICROCUENCA	CULTIVO	AREA (HAS)	COEFICIENTE DE CULTIVO Kc	P – (ETP*Kc)	DUA = [P – (EVT * Kc)]* Ha = mm/Ha * 10 = M³ /año.
Oro Medio	Cítricos	111	0.65	1050-(884*0.65)=475	**527.250**
Oro Medio	Mixtos	2.108	0.85	1050-(884*0.85)=298.6	**6.294.488**
Oro Bajo	Mixtos	453	0.85	1050-(884*0.85)=298.6	**1.352.658**
Total	**-**	**2.672**	**-**	**-**	**8.174.396**

Fuente. Calculo Grupo POAT

Total demanda uso Agrícola = 8.174.396 M3

° **La Demanda para Uso Pecuario.** La demanda para uso pecuario se calcula de acuerdo a la fórmula:

DUP = VPa * FC = DUP /dia.

Donde:
DUP = Demanda para uso pecuario.
VPa = Número de animales.
Fc = litros por día.

° **Demanda en bovinos.** Teniendo en cuenta el inventario pecuario presentado en el estudio POA de la subcuenca, los valores de consumo en litros por día se toman teniendo en cuenta el consumo para una temperatura promedio de 22º C y 46 litros de consumo diario de agua por animal (los datos utilizados en información de la CDMB son de 42 litros por animal en bovinos).

Tomando la ecuación se tiene una demanda para uso bovino de 517.570 metros cúbicos de agua al año para la subcuenca.

Cuadro 203 Demanda total en Bovinos

MICROCUENCA	BOVINO	CONSUMO M³ (No./46/365/1.000)
LATO	4.157	**69.796**
ORO ALTO	5.999	**100.726**
RIO FRIO	6.611	**110.998**
ORO MEDIO	12.650	**212.393**

ORO BAJO	1.409	**23.657**
TOTAL	**30.826**	**517.570**

Fuente. Calculo Grupo POAT

DUP Bovinos = 517.570 M³ / año.

° **Demanda en avícolas.** El inventario avícola de la microcuenca corresponde a 935.000 ponedoras y 2.522.000 pollos de engorde.

Utilizando los promedios de consumo de agua en litros por día por cada 100 aves y utilizando una temperatura promedio de 20º C, con consumos de 1.8 litros / día / ponedora y de 3 litros / día / pollo de engorde de 9 semanas, se tiene que los consumos son:

Ponedoras = 935.000 *1.8 *365 = 614.295.000 litros = 614.295 M³ / Año.
Pollos = 2.522.000 *3.0 *365 = 2.761.590.000 litros = 2.761.590 M³ / Año.

Cuadro 204 Demanda en avícolas

MICRO CUENCA	PONEDORAS	CONSUMO M³ (No./1.8/365/1.000)	POLLOS	CONSUMO m³ (No./3/365/1.000)	TOTAL CONSUMO M³
LATO	-	-	3.000	3.285	**3.285**
ORO ALTO	13.000	8.541	264.000	289.080	**297.621**
RIO FRIO	17.000	11.169	40.000	43.800	**54.969**
ORO MEDIO	900.000	591.300	2.200.000	2.409.000	**3.000.300**
ORO BAJO	5.000	3.285	15.000	16.425	**19.710**
TOTAL	**935.000**	**614.295**	**2.522.000**	**2.761.590**	**3.375.885**

Fuente. Calculo Grupo POAT

Total demanda avícola: DUA = 614.295 + 2.761.590 = 3.375.885 M3 / Año.

° **Demanda en porcinos.** Teniendo en cuenta el inventario de porcinos de la subcuenca y un consumo de 3.22 litros por día por cerdo entre 30 y 60 kilos, el consumo en porcinos es de:

Cuadro 205 Demanda en Porcinos

MICROCUENCA	PORCINOS	CONSUMO M³ (No./3.22/365/1.000)
LATO	620	**727**
ORO ALTO	550	**646**
RIO FRIO	1.625	**1.910**
ORO MEDIO	14.590	**17.147**
ORO BAJO	60	**70**
TOTAL	**17.545**	**20.500**

Fuente. Calculo Grupo POAT

DU Porcinos = 17.545 * 3.22 * 365 = 20.502.900 litros = 20.500 M³ / Año.

La demanda total de uso pecuario es: DUP = DU bovinos + DU Avícolas + DU porcinos.

Total Demanda Uso Pecuario DUP=517.570+3.375.885+ 20.50 = 3.913.955 M³/Año

° **Total demanda de agua en la Subcuenca.** Para las microcuencas Río Lato, Oro Medio y Oro Bajo la demanda corresponde a los consumos que se hacen por las distintas actividades, no teniéndose en cuenta demanda por concesión por cuanto allí no hay captación para acueductos urbanos. Para Río frío se calcula la demanda teniendo en cuenta la concesión hecha al acueducto de Floridablanca con 614 litros por segundo para una demanda total de 19.363.104 metros cúbicos anuales. Para la microcuenca Oro Alto se incluye la demanda por la concesión del Acueducto de Piedecuestana de Servicios con 375 litros por segundo para una demanda total de 11.826.000 metros cúbicos anuales.

La demanda total de agua en la subcuenca corresponde a la sumatoria de los distintos usos de acuerdo a la formula DT = DUD + DUA + DUAV + DUP+DUI, que de acuerdo a los cálculos realizados es:

DT = 1.788.288 + 8.174.396 + 3.913.955 = 13.876.639 M^3.

En el cálculo de los consumos sin concesiones se tuvo en cuenta una probable demanda para uso agrícola, que como se anotó se supone y principalmente se da en las microcuencas Oro Medio y Oro Bajo, consumo que es considerable y que de acuerdo a la metodología se calcularía solo en caso de requerirse riego para ciertos cultivos. Dicha demanda asciende a 13.876.639 metros cúbicos de agua que representan el 31% del total de la demanda sumadas las concesiones de los acueductos de Florida y Piedecuesta, demanda que es de 45.065.746 M^3.

Las concesiones otorgadas a los acueductos de: Floridablanca con 614 litros por segundo para una demanda total de 19.363.104 metros cúbicos anuales y la concesión del Acueducto de Piedecuesta con 375 litros por segundo para una demanda total de 11.826.000 metros cúbicos anuales, incrementan los consumos especialmente de las microcuencas Río Frío y Oro Alto de las cuales se hacen dichas captaciones.

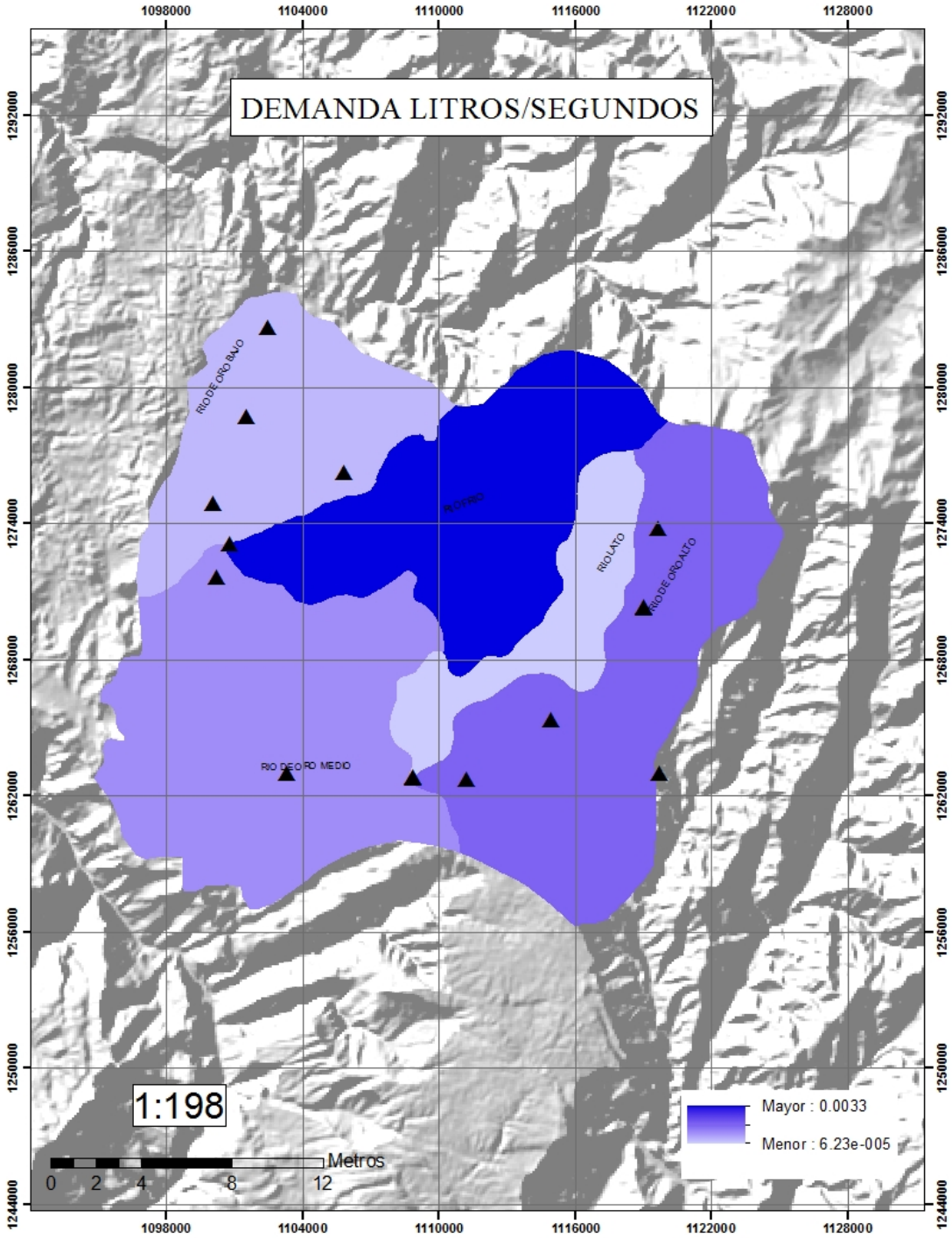
Cuadro 206 Total consumo de agua en la Subcuenca

MICROCUENCA	CONSUMO DOMESTICO M^3		CONSUMO PECUARIO M^3			CONSUMO AGRICOLA M^3	TOTAL CONSUMO M^3
	DUD	CONCESION	BOVINO	AVICOLA	PORCINO		
LATO	72.336	-	69.796	3.285	727	-	**146.144**
ORO ALTO	471.463	11.826.000	100.726	297.621	646	-	**12.696.556**
RIO FRIO	496.495	19.363.104	110.998	54.969	1.910	-	**20.027.476**
ORO MEDIO	621.982	-	212.393	3.000.300	17.147	6.821.738	**10.673.560**
ORO BAJO	126.012	-	23.657	19.710	70	1.352.658	**1.522.107**
TOTAL	**1.788.288**	**31.189.104**	**517.570**	**3.375.885**	**20.500**	**8.174.396**	**45.065.743**

Fuente. Calculo Grupo POAT

Con estos valores para cada subcuenca calculamos el valor en lps, esto para manejar las mismas unidades de la oferta y poder calcular después el índice de escasez, como tenemos pixeles de 625 m^2, (25x25), llevamos el caudal a este rendimiento.

Figura 76 Demanda lps, formato Raster.



Fuente. CDMB

Índice de escasez

A continuación se presenta el resumen de los conceptos y lineamiento impartidos desde el IDEAM para el cálculo del Índice de escasez

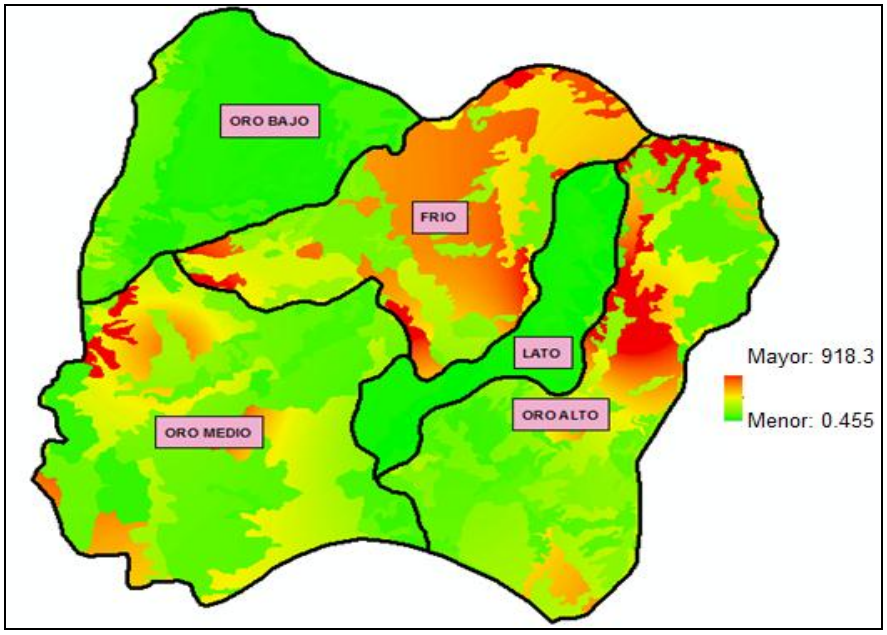
° **Fórmula de cálculo.** Además de interpretar a una corriente como fuente de agua para el consumo humano y abastecimiento de las actividades productivas, es necesario tener presente que como mínimo en la fuente debe quedar un remanente de agua capaz de garantizar las características de los caudales mínimos históricos y de abastecer la protección de las fuentes frágiles o vulnerables. Por lo anterior se distinguen dos conceptos de oferta: a) oferta total que refleja toda el agua que circula por la fuente abastecedora y b) oferta neta que define 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. Tomando en cuenta estas definiciones el índice de escasez se establece como la siguiente relación:

$$Ia = (ETP - ETR) / ETP$$

Dónde:

Ia= Índice de escasez
ETP= Evapotranspiración potencial
ETR= Evapotranspiración potencial
.
Aplicando la fórmula de índice de escasez, obtenemos el mapa de índice de escasez para las condiciones medias, caudal medio.

Figura 77 Índice de Escasez, formato Raster



3.2.15 (x). Análisis de riesgos asociados a reducción de oferta y disponibilidad del recurso hídrico.

Basados en el índice de uso del agua (IUA) y el índice de regulación hídrica (IRH) se estima el índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento (IVH), con el cual se obtiene el Riesgo asociado a la reducción de oferta, se utiliza la metodología basada en indicar la amenaza media, cuando el índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento se encuentra en alto; y amenaza alta cuando el índice se encuentra en muy alto.

La alteración de la calidad del agua genera problemas en sus consumos, siendo los más afectados o vulnerables aquellos que utilicen el recurso para el consumo humado, es por esto que La vulnerabilidad se determina identificando las captaciones para abastecimiento doméstico, las cuales se representa con una vulnerabilidad alta y los usos restantes se considera como vulnerabilidad media.

El riesgo se genera a la exposición de una amenaza, en este casos se considera tipo de riesgo alto y uno medio, el cual se genera del cruce de la amenaza indicada por el índice de vulnerabilidad y la vulnerabilidad por usos de agua.

Teniendo en cuenta la información calculada anteriormente de la demanda para consumo humano y consumo sectorial, obtendremos el valor de IUA.

IUA= (DH/OH)*100

Cuadro 207 Demanda de agua para Uso Doméstico

MICROCUENCA	POBLACION	CONSUMO /M³/DIA	CONSUMO TOTAL /M³/AÑO
LATO	1.101	198	**72.335**
ORO ALTO	7.176	1.292	**471.463**
RIO FRIO	7.557	1.360	**496.494**
ORO MEDIO	9.467	1.704	**621.981**
ORO BAJO	1.918	345	**126.012**
TOTAL	27.219	4.899	1.788.288

Fuente. Calculo Grupo POAT - CDMB.

Cuadro 208 Áreas en cultivos y cálculo del uso consuntivo

MICROCUENCA	CULTIVO	AREA (HAS)	COEFICIENTE DE CULTIVO Kc	P – (ETP*Kc)	DUA = [P – (EVT * Kc)]* Ha = mm/Ha * 10 = M³ /año.
Oro Medio	Cítricos	111	0.65	1050-(884*0.65)=475	527.250
Oro Medio	Mixtos	2.108	0.85	1050-(884*0.85)=298.6	6.294.488
Oro Bajo	Mixtos	453	0.85	1050-(884*0.85)=298.6	1.352.658
Total	-	2.672	-	-	8.174.396

Fuente. Calculo Grupo POAT

Sumando los dos usos tendremos el siguiente cuadro para la cuenca:

Cuadro 209 Consumos por cuencas

MICROCUENCA	CONSUMO TOTAL
LATO	352335
ORO ALTO	998463
RIO FRIO	976494
ORO MEDIO	6916469
ORO BAJO	1478670

Fuente. Calculo Grupo POAT

El valor de oferta corresponderá a la siguiente fórmula:

OH=OHTOTAL-OQAMBIENTAL

Es necesario llevarlo a las unidades m3/año.

Cuadro 210 Tabla valores de OH.

MICROCUENCA	CONSUMO TOTAL /M³/AÑO
LATO	14191200
ORO ALTO	24598080
RIO FRIO	24361560
ORO MEDIO	58183920
ORO BAJO	106434000

Fuente. Calculo Grupo POAT

Aplicando la relación obtenemos los siguientes valores:

Cuadro 211 Valores de IUA.

MICROCUENCA	IUA	Calificación	Descripción
LATO	2.5	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
ORO ALTO	4.1	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
RIO FRIO	4.0	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
ORO MEDIO	11.9	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
ORO BAJO	1.4	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible

Cuadro 212 Índice de retención y Regulación Hídrica para subcuencas

Traemos los valore de IRH y su calificación.

Subcuenca	IRH	Calificación	Descripción
Oro Alto	0.96	Muy Alto	Muy alta retención y regulación de humedad
Oro Medio	0.62	Bajo	Baja retención y regulación de humedad
Oro Bajo	0.65	Moderado	Muy alta retención y regulación de humedad
Lato	0.95	Muy Alto	Muy alta retención y regulación de humedad
Frio	0.98	Muy Alto	Muy alta retención y regulación de humedad

Calculados los índices de uso de agua y retención hídrica se estima el índice de vulnerabilidad hídrica para cada punto y el grado de amenaza los cuales se enuncian en las siguientes tablas.

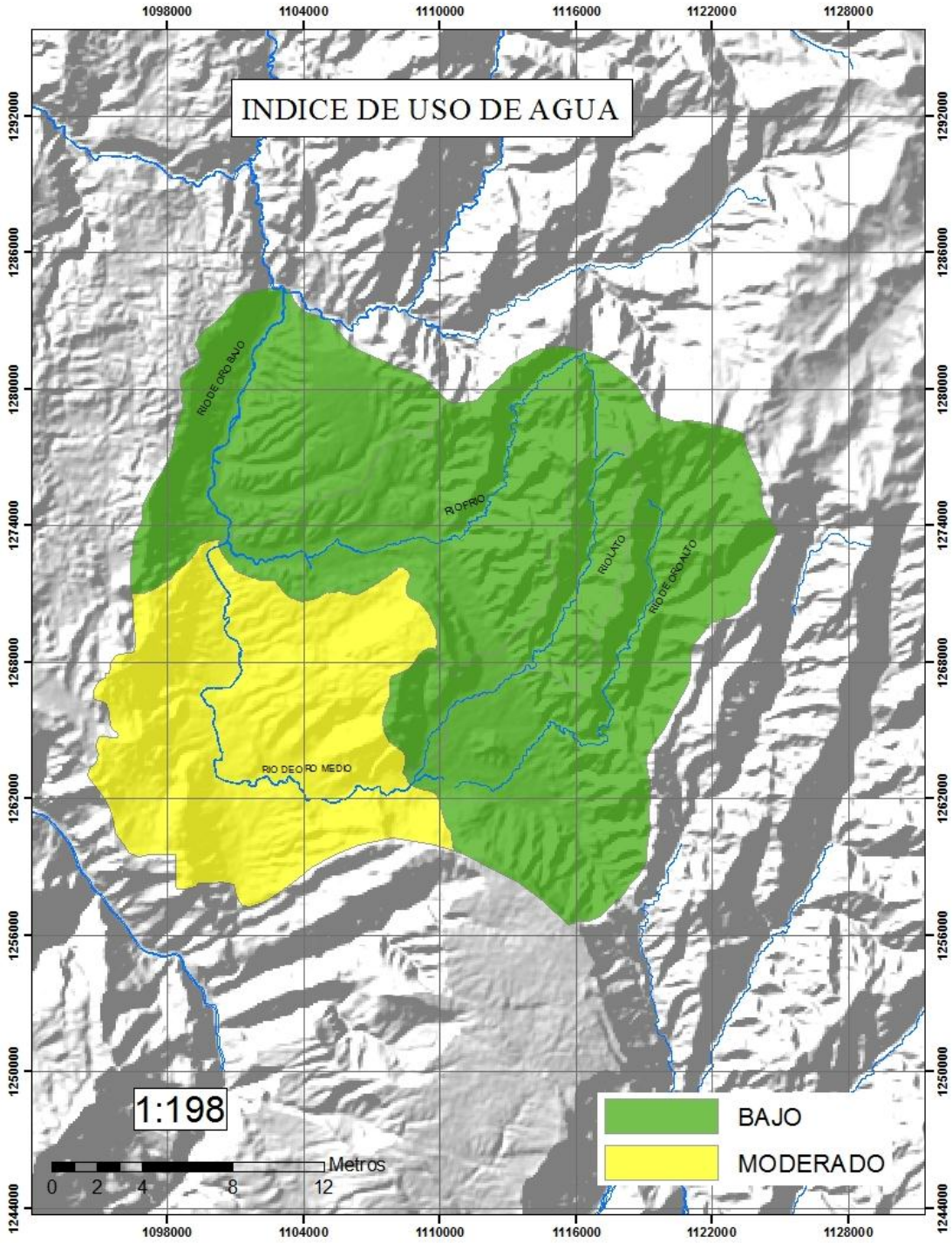
Cuadro 213 Índice de vulnerabilidad hídrica

Subcuenca	IVH
Oro Alto	MEDIO
Oro Medio	ALTO
Oro Bajo	BAJO
Lato	MEDIO
Frio	MEDIO

Cuadro 214 Tabla 3 Grado de amenaza

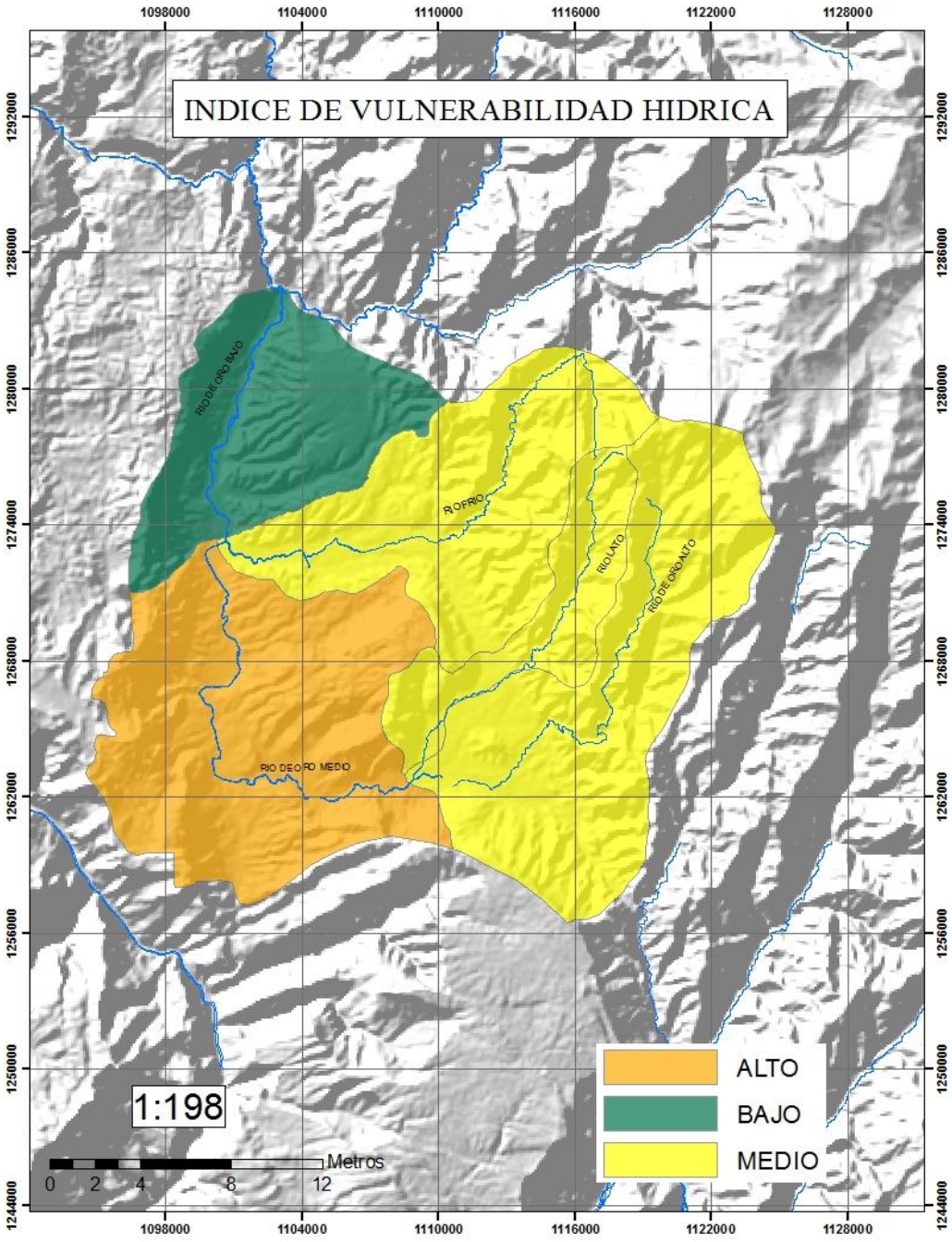
Subcuenca	IRH
Oro Alto	0.96
Oro Medio	0.62
Oro Bajo	0.65
Lato	0.95
Frio	0.98

Figura 78 Índice de uso de agua



Fuente. CDMB

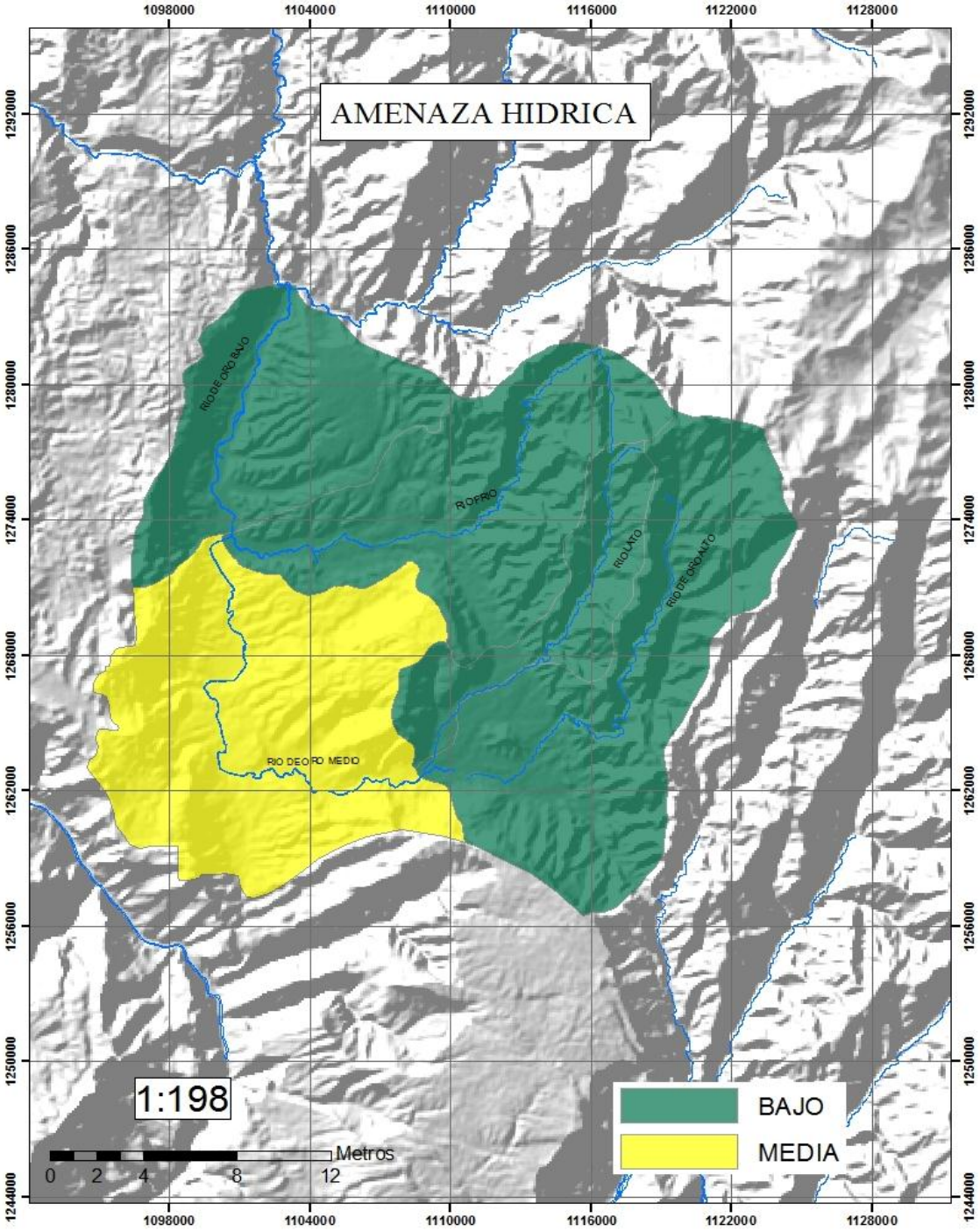
Figura 79 Índice de Vulnerabilidad



Fuente. CDMB

Teniendo en cuenta los índice se obtiene la amenaza, para nuestro caso de estudio, la cuenca del rio oro, tendrá amenaza media, las demás áreas será de amenaza baja.

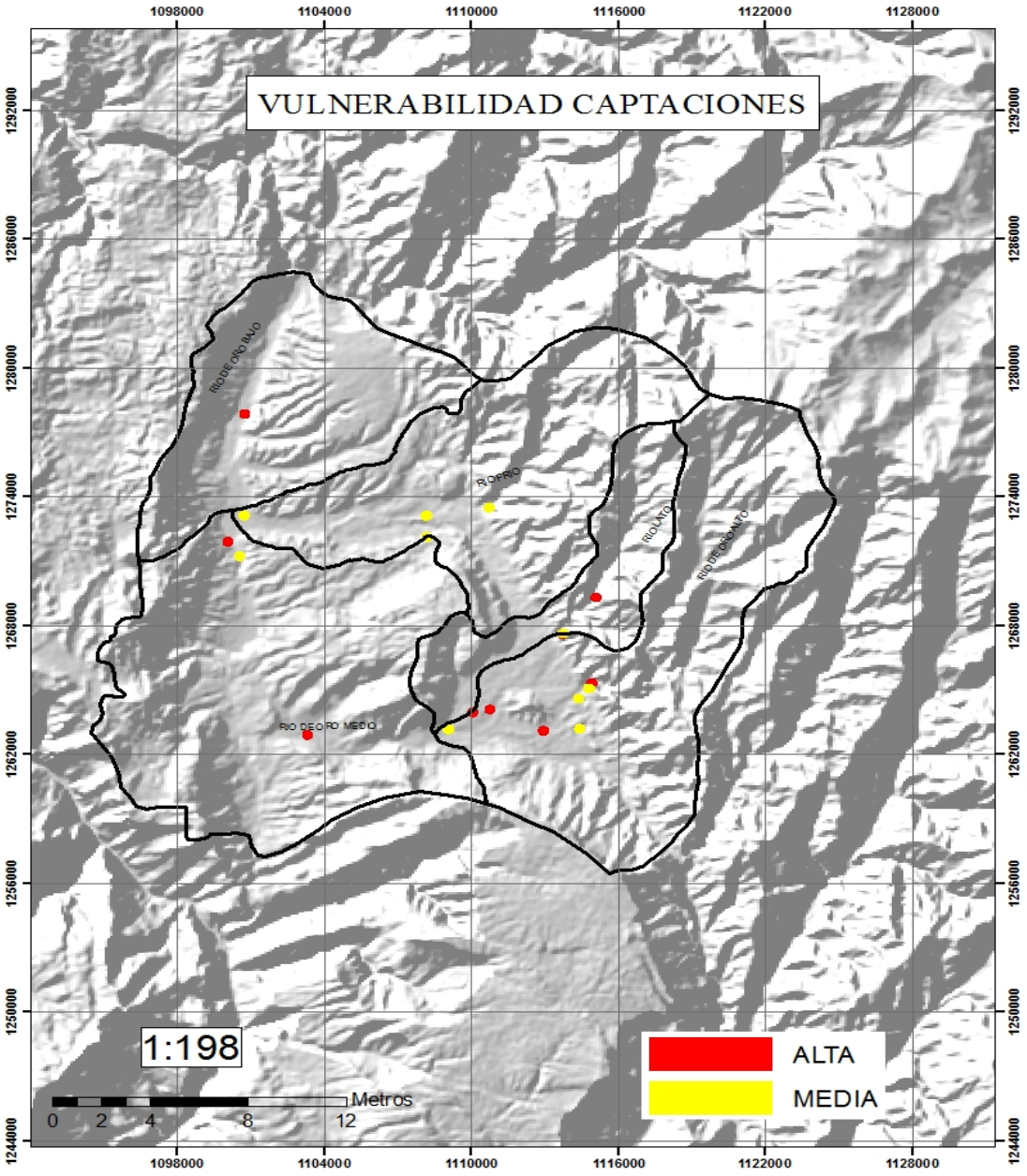
Figura 80 Mapa de amenaza.



Fuente. CDMB

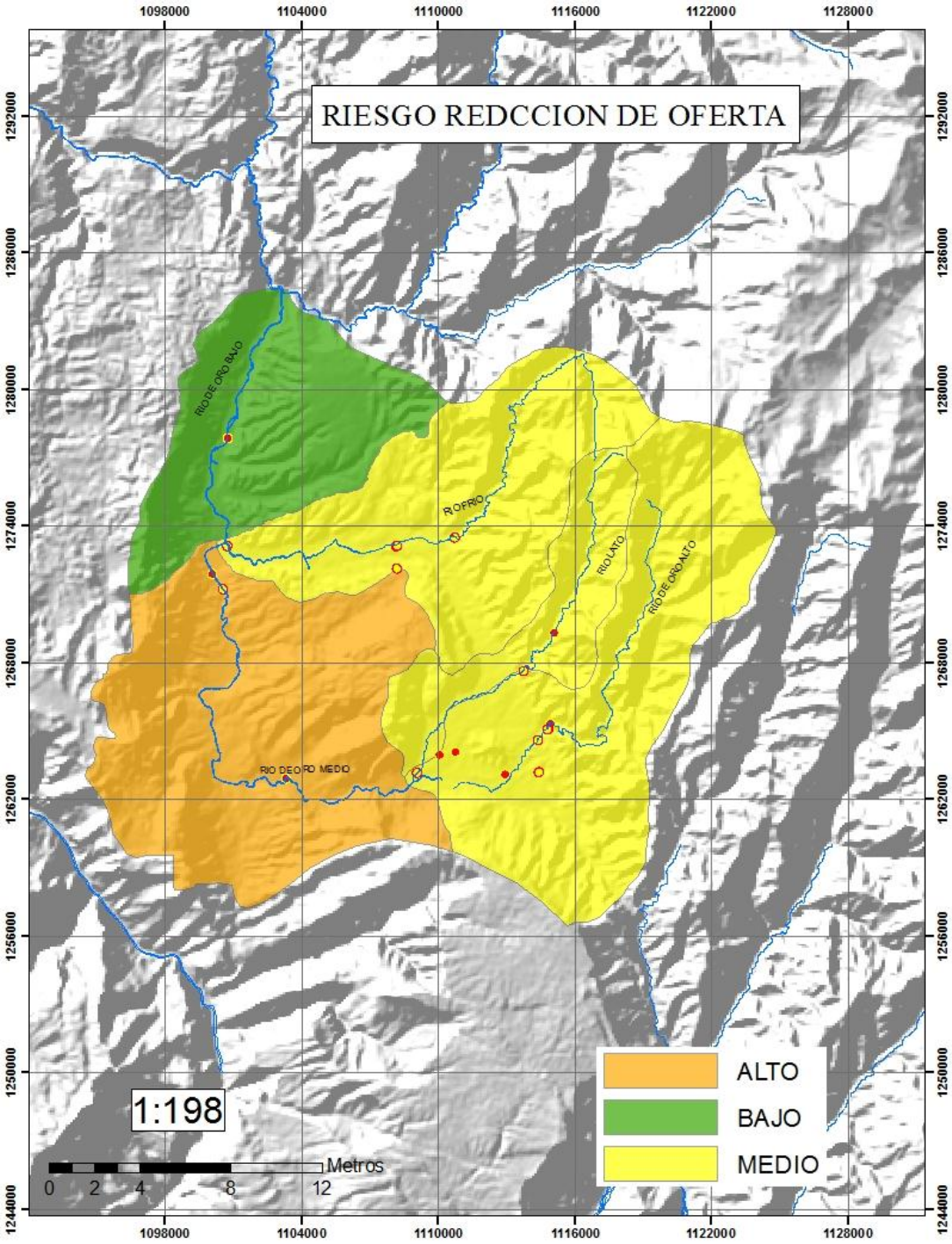
Con los valores de concesiones obtenemos la vulnerabilidad, siendo alta el consumo humano y para los demás consumos media.

Figura 81 Mapa vulnerabilidad por concesiones.



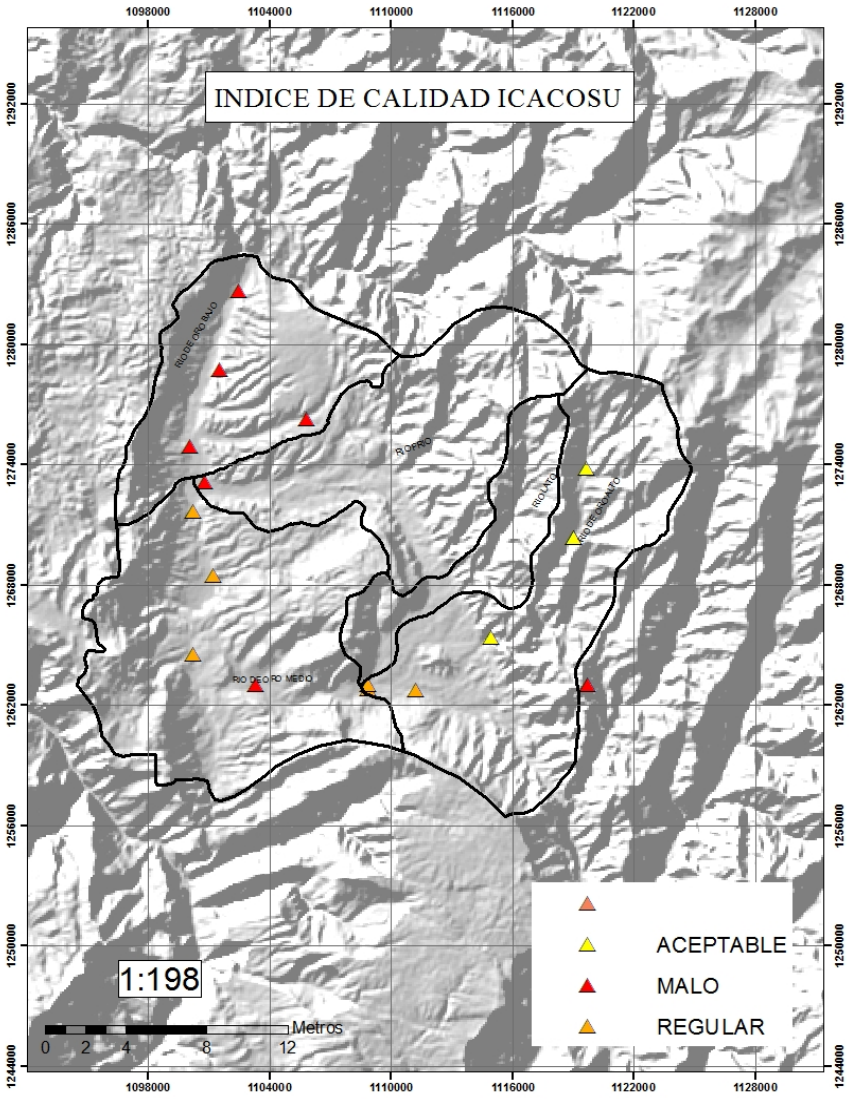
Fuente. CDMB

El riesgo alto corresponderá a la condición alta vulnerabilidad y/o alta amenaza, riesgo medio para la condición vulnerabilidad media y amenaza media



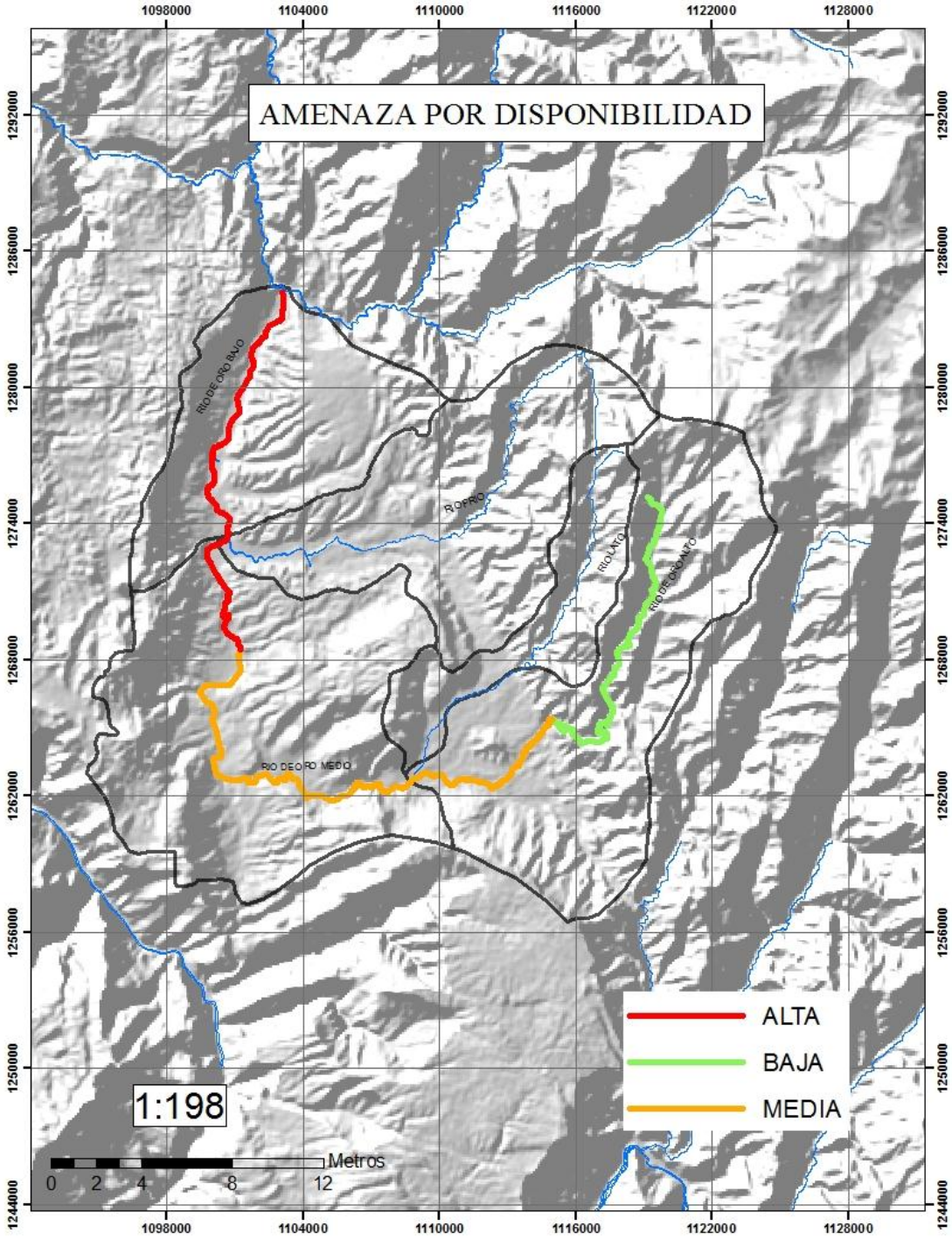
Riesgo asociado a la disponibilidad: la amenaza asociada a la disponibilidad se relacionara a la calidad del agua del recurso, mediante el análisis cualitativo de los resultados, la categorización de la amenaza se realizara asignando a los tramos la categoría de la condición más desfavorable entre los índices, asociado a la categoría de la amenaza al anterior resultado así: calidad aceptable como amenaza baja; calidad regular con amenaza media y; calidad mala con amenaza ata. La vulnerabilidad se determina identificando las captaciones para abasteciendo doméstico, agrícola y piscícola en os tramos previamente identificados con amenaza lata, media y baja; considerando vulnerabilidad alta las que capten agua para uso doméstico y media los usos agrícolas y pecuario y baja para los usos restantes.

Figura 82 Indice de calidad ICACOSU



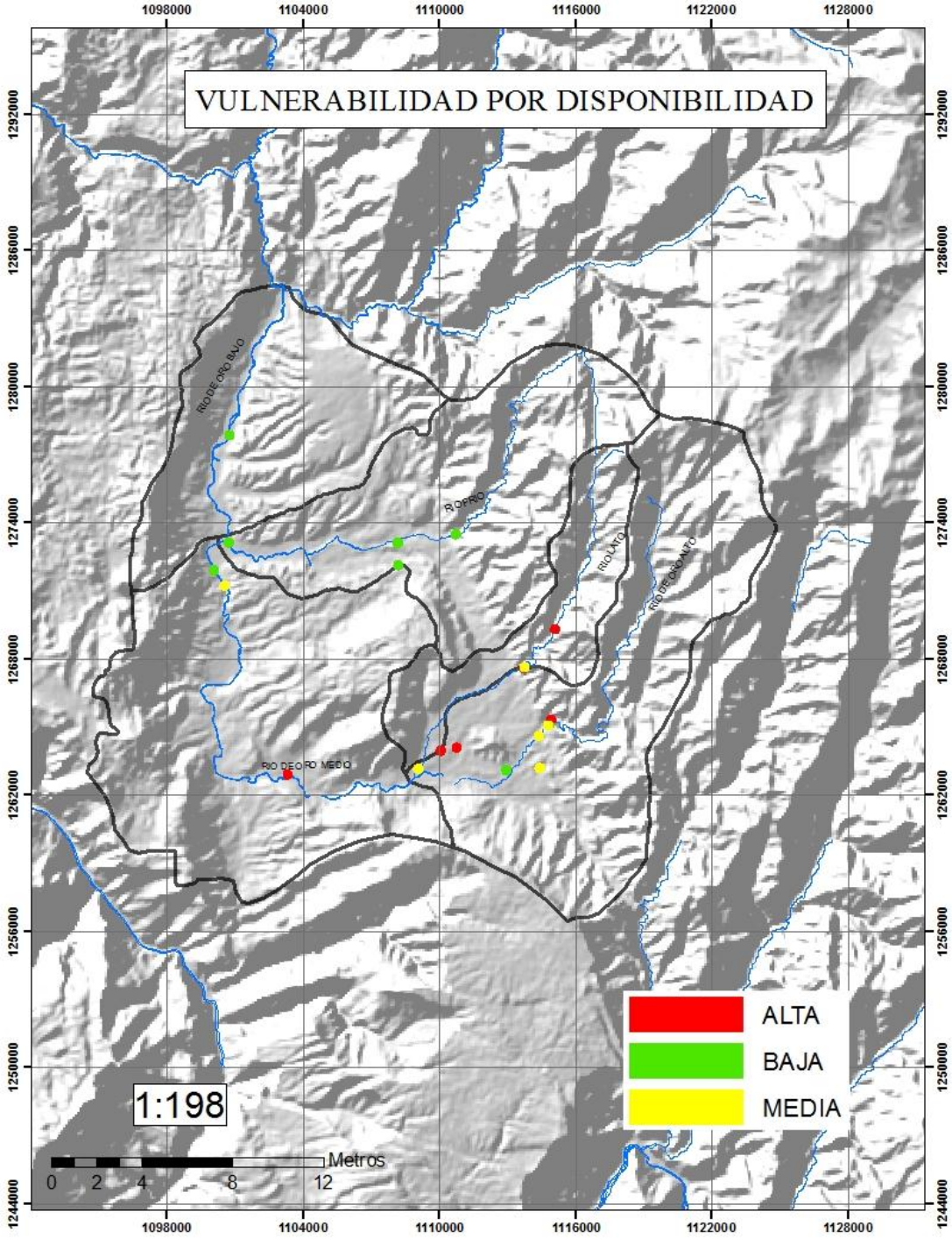
Fuente. CDMB

Figura 83 Amenaza por disponibilidad

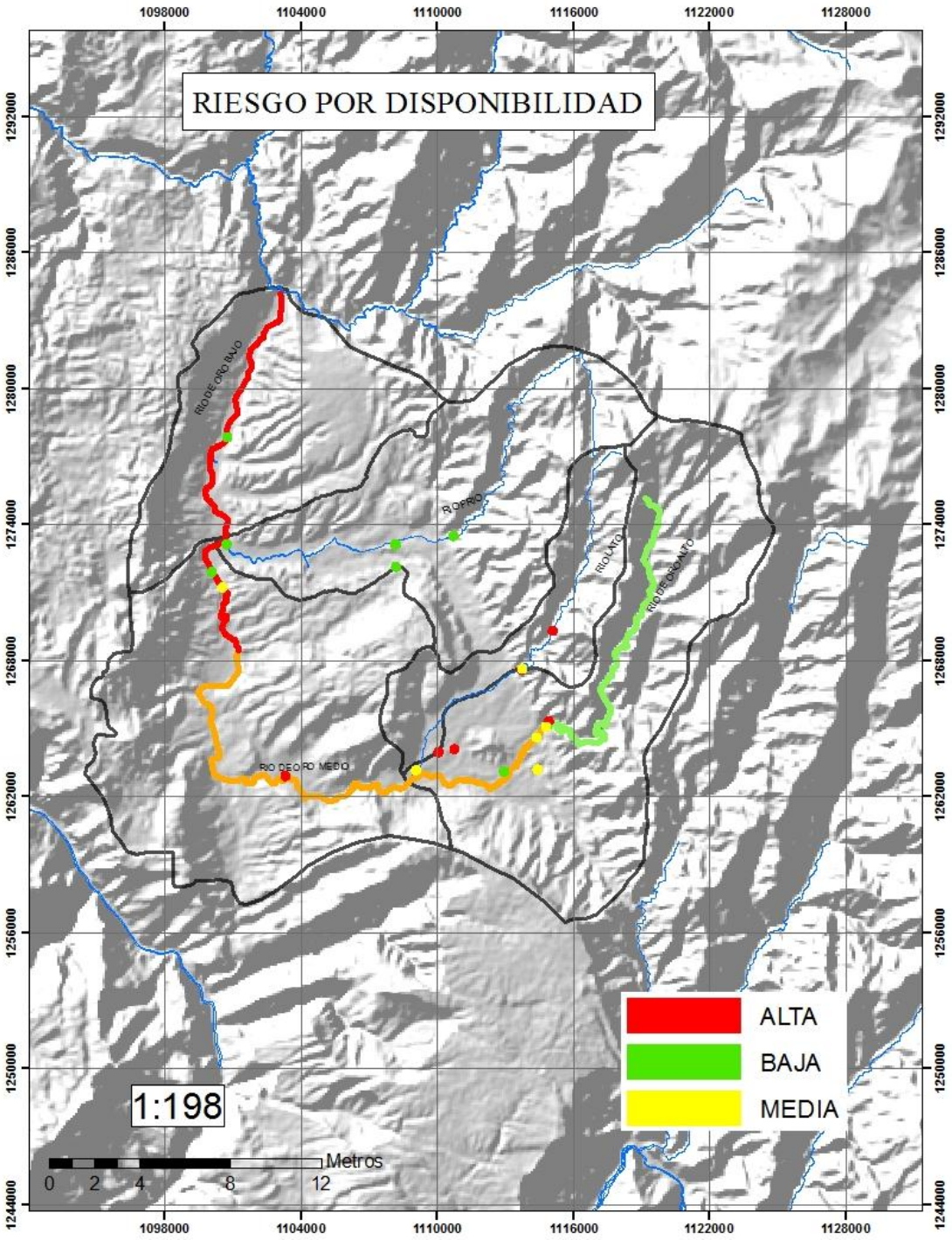


Fuente. CDMB

Figura 84 Vulnerabilidad por disponibilidad



Fuente. CDMB


RIESGO POR DISPONIBILIDAD
1098000
1104000
1110000
1116000
1122000
1128000
1292000
1286000
1280000
1274000
1268000
1262000
1256000
1250000
1244000
RIO DE ORO BAJO
RIO PRO
RIO LATO
RIO DE ORO ALTO
RIO DE ORO MEDIO
ALTA
BAJA
MEDIA
1:198
Metros
0 2 4 8 12

4 PROSPECTIVA: IDENTIFICACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES DEL RECURSO

Comprende el análisis de los usos potenciales del recurso que parte de los resultados del diagnóstico, para diseñar los escenarios futuros de uso coordinado y sostenible del recurso hídrico.

4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES DEL RECURSO POR TRAMOS Y LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LOS MISMOS

: teniendo en cuenta las características físicas, químicas, biológicas, entorno geográfico, calidades escénicas y paisajísticas, las actividades económicas y las normas de calidad necesarias para la protección de flora y fauna acuática del río De Oro y sus tributarios.

En el área de drenaje de la subcuenca de río de Oro se encuentra diversos usos desde áreas destinadas a los usos protectores, diferentes tipos de cultivo, algunas áreas de rastrojos, suburbanas y urbanas. En el siguiente cuadro se establecen las categorías de uso de suelo de la subcuenca de Río de Oro, con sus áreas respectivas y porcentajes

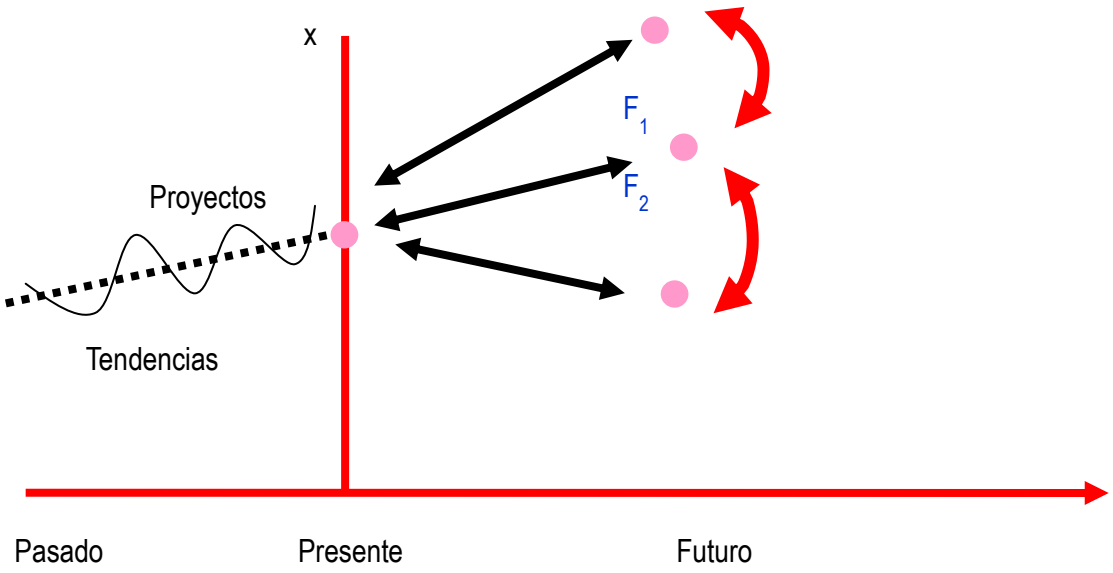
Cuadro 215. Cobertura y uso del suelo en la Subcuenca de Río de Oro

Cobertura y Uso	Área m²	Área Ha	%
Bosque secundario	160955953,37	16095,60	28,30
Caña Caracolí	1598375,28	159,84	0,28
Café con sombra	454764,31	45,48	0,08
Cítricos	1111348,64	111,13	0,20
Coníferas	1851975,31	185,20	0,33
Cultivos - Pastos - Rastrojos	18758104,11	1875,81	3,30
Cultivos mixtos	58061389,27	5806,14	10,21
Cultivos semipermanentes	38387285,74	3838,73	6,75
Distrito de manejo integrado	50622745,09	5062,27	8,90
Erial Minero	211654,11	21,17	0,04
Erosión	422314,59	42,23	0,07
Matorrales	48683596,43	4868,36	8,56
Pajonales	18143802,17	1814,38	3,19
Pastos Naturales	51263795,39	5126,38	9,01
Piña	3097576,20	309,76	0,54
Rastrojos	43794276,85	4379,43	7,70
Vegetación de paramo	3187169,56	318,72	0,56
Zona de expansión urbana	13537678,64	1353,77	2,38
Zona suburbana	1047535,16	104,75	0,18
Zona urbana	53489695,05	5348,97	9,41
TOTAL	568681035,25	56868,10	100,00

Fuente. POMCA Subcuenca Río de Oro

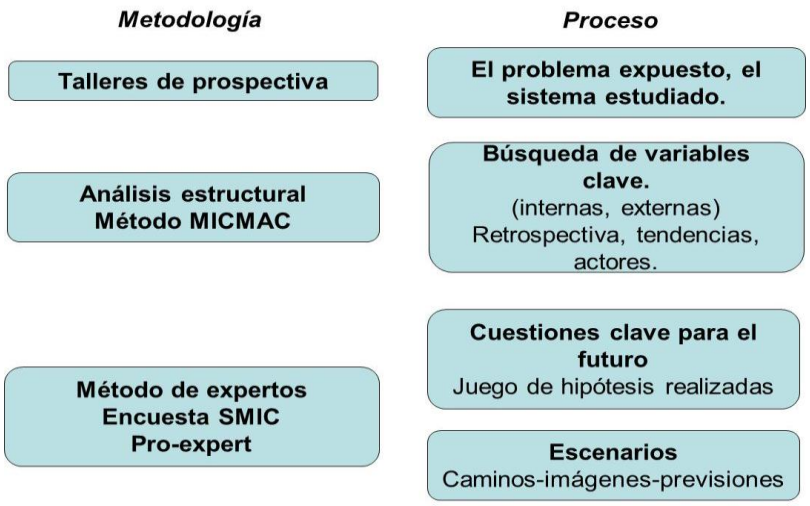
4.2 DISEÑO Y EJECUCIÓN DE TALLERES DE IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES DEL RECURSO HÍDRICO: Para la aplicación de talleres prospectivos con actores claves, se han desarrollados talleres iniciales de prospectiva, la cual junto con los talleres desarrollados por los expertos

Figura 85 Análisis Prospectivo

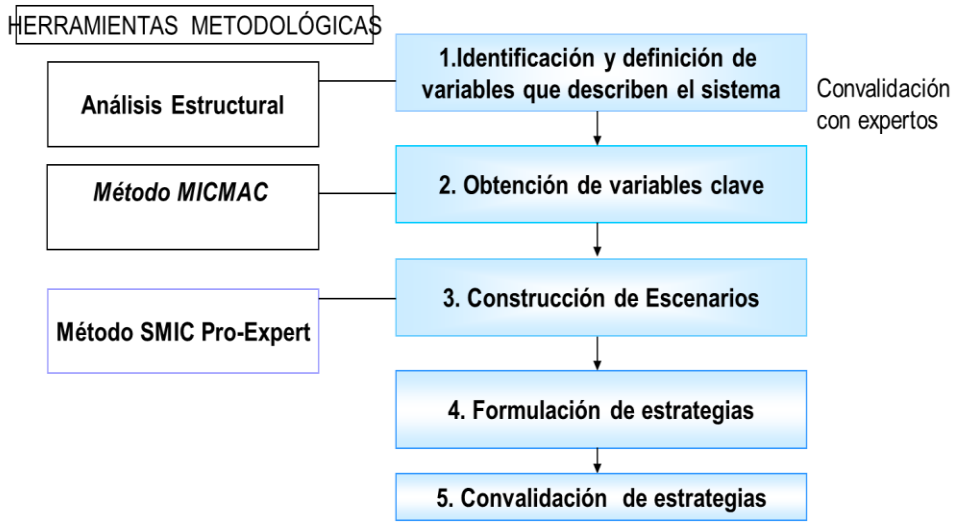


En la siguiente figura se describe la metodología a utilizar en los talleres prospectivos de primera generación.

Figura 86 Metodología talleres Prospectiva



En la figura siguiente se referencia las herramientas a utilizar en el desarrollo prospectivo.
Figura 87 Herramientas talleres Prospectiva



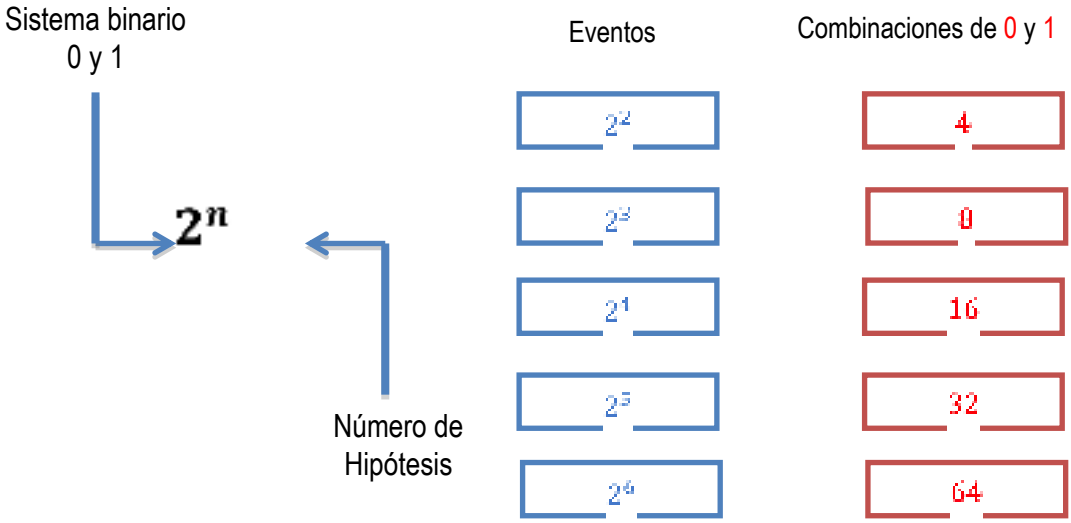
A partir de la información obtenida en los talleres de diagnóstico, se desarrolla el análisis prospectivo propuesto, a continuación se establece un avance de construcción de escenarios con participación de los actores clave.

4.2.1 Metodología para construcción de escenarios prospectiva de primera generación. Para la construcción de escenarios de primera generación se utiliza la herramienta SMIC PROB EXPERT

Finalidad del método. Entre los métodos de impactos cruzados, el método Smic presenta la ventaja de una puesta en marcha bastante simple basada sobre el establecimiento de un cuestionario. Es poco costosa y rápida para la obtención de resultados fácilmente interpretables.

El objetivo y principio de SMIC - Prob Expert. La realización, a un horizonte dado, de una hipótesis constituye un acontecimiento y el conjunto de las hipótesis constituyen un referente en el cual hay tantos estados posibles, es decir tantas imágenes finales que de combinaciones de juegos de hipótesis. El método Smic permite, a partir de informaciones provistas por expertos, elegir, entre las 2 n imágenes posibles, aquellas que merecen ser más estudiadas, teniendo en cuenta sus probabilidades de realización.

Figura 88 Combinaciones Smic Prob Expert



A los expertos interrogados se les pide (en grupo o de form islada) proveer información:

- La lista de n hipótesis consideradas como fundamentales para el objetivo del estudio : H = (H1, H2 n) ;

- Las probabilidades simples de realización a un horizonte dado :
  - P(i) probabilidad de la hipótesis Hi ;
- las probabilidades condicionales de las hipótesis cogidas de dos :
  - P (i/j) probabilidad de i si j se realiza
  - P (i/) probabilidad de i si j no se realiza.

En la práctica, las opiniones que se dan sobre ciertas cuestiones particulares sobre hipótesis no independientes, son incoherentes con los problemas clásicos sobre las probabilidades. Estas opiniones brutas deben ser de tal manera que los resultados netos respeten las condiciones que aquí se señalan:

a) < P(i) < 1
b) P(i/j).P(j) = P(j/i).P(i) = P(i.j)
c) P(i/j).P(j) + P(i/ noj).P(noj) = P(i)

El principio del método Smic consiste en corregir las opiniones brutas expresadas por los expertos de manera que se obtengan resultados netos coherentes (es decir que satisfagan los problemas clásicos sobre las probabilidades), los más cercanos posibles de las estimaciones iniciales.

El método tiene en cuenta el hecho de que las opiniones emitidas a raíz de ciertas cuestiones particulares, sobre hipótesis no independientes, encierra una cierta parte de incoherencia comparando con la opinión global expresada, pero implícita, si se considera el conjunto de respuestas a otras cuestiones. Se puede pensar en optimizar una cierta función de las probabilidades individuales y condicionales bajo el problema aquí descrito. Pero la no-linealidad de los problemas sobre las probabilidades de las hipótesis aisladas impone condiciones particulares al óptimo: esto nos lleva a interesarnos a las probabilidades de combinaciones de hipótesis, es decir escenarios de situación.

El principio retenido es el obtener probabilidades netas y coherentes sobre las hipótesis a partir de probabilidades de juegos de hipótesis, es decir de la opinión global inexpresada pero implícita sobre los escenarios.

Resultados: jerarquía de los escenarios y análisis de sensibilidad. El programa provee primero una solución llamada mediana de repartición de probabilidades sobre los juegos de hipótesis. Esta solución que, minimizando la forma cuadrática, es la menos alejada posible de la solución equiprobable, que daría a cada escenario la misma probabilidad. Por oposición, hay en la infinidad de soluciones posibles en $\prod$ algunos que dan valores extremos a cada uno de los escenarios. El programa da la secuencia de 8 primeros extremos. Para cada 8 primeros extremos, el programa provee también las incertitudes entre el valor mínimo y máximo que puede tomar cada escenario.

El módulo de cálculo Prob-Expert da para cada experto las secuencias de probabilidades (π_1, π_2, π_r) de los r escenarios que afecta el valor más elevado al escenario más probable.

Así obtenemos una clasificación cardinal de los escenarios posibles, lo que permite delimitar el dominio de los realizables reteniendo sólo aquellos que tengan una probabilidad nula.

En el interior del dominio de los realizables, se pueden distinguir escenarios más probables que otros, entre los cuales se podrá elegir situaciones de referencia y situaciones contrastadas. De las probabilidades de juegos de hipótesis, se puede deducir probabilidades simples y condicionales coherentes de las hipótesis, es decir satisfaciendo a las condiciones a, b, c recordadas más arriba. La continuación del método consiste en un análisis de sensibilidad y permite deducir variables motrices (o dominantes) y variables dominadas.

Los efectos de la acción sobre cada hipótesis se miden con los coeficientes de elasticidad eij. Así se construye una matriz de elasticidad en el cual los totales marginales en línea dan, por una variación relativa de la probabilidad de i (10 % por ejemplo), las sumas (en valor absoluto) de las variaciones relativas inducidas sobre las probabilidades de otras hipótesis. Esta suma traduce de alguna manera la motricidad de la hipótesis i sobre las otras. De la misma manera, los totales marginales en columna permiten apreciar la dependencia de las hipótesis.

El análisis de sensibilidad indica cuales son las hipótesis que hay que favorecer o impedir para que el sistema evalúe en el sentido deseado. Estas elasticidades se pueden calcular por simulación (haciendo girar varias veces el modelo de relaciones entre las probabilidades). Sin embargo, para un gran número de expertos, es posible medir el impacto de un acontecimiento sobre otro por comparación de desplazamientos de histogramas de los P (i), P (i/j), P (i/j),

4.2.2 Construcción de escenarios prospectiva de primera generación. En el siguiente cuadro se referencian los eventos o hipótesis a ser contrastadas y valoradas. Denominados datos brutos.

El listado de hipótesis es el resultado de la valoración de la comunidad en los talleres MIC-MAC de construcción colectiva descritos en la primera fase del diagnóstico y serán clave para la formulación de planes programas y proyectos, en los cuales se identificaron las variables claves del sistema.

Con la identificación de las variables clave definidas en la aplicación de talleres de diagnóstico se redactaron las siguientes hipótesis:

Cuadro 216 Listado de hipótesis

No.	Titulo Largo	Título Corto	Descripción
1	Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro	(CEPHOABRO)	La oferta de agua está representada por el aporte de agua superficial de la corriente, es importante conocer la oferta real del recurso, para evitar la sobreexplotación del mismo y el posible abatimiento de la corriente. Los Ecosistemas estratégicos y áreas de manejo especial por su importancia ecosistémica, realizan una trascendental y sensible actividad como áreas productoras de agua, además son los encargados de regular la oferta del recurso hídrico en el área de drenaje, siendo de especial interés para los acueductos rurales y urbanos. La intervención a estos ecosistemas puede generar un impacto considerable a la oferta de agua regional.
2	Promoción del uso adecuado del recurso hídrico	(PUARH)	Esta variable está definida por un análisis de información básica para identificar áreas y coberturas actuales y determinar por actividad el consumo de recurso hídrico de un cuerpo o tramo de agua. Es importante realizar la integración de producción, uso potencial de los suelos y consumo sostenible del recurso para estimar el uso potencial del recurso en el área de drenaje.
3	Requerimientos de recurso hídrico por densidad poblacional.	(RRHDP)	La población se encuentra en continuo crecimiento, y demanda cada vez más productos y servicios ambientales, siendo relevante la aplicación de una estrategia de conocimiento e interés por parte del consumidor en materia ambiental y para el caso particular en referencia al recurso hídrico
4	Contaminación hídrica por procesos antrópicos	(CHPPA)	Esta variable pone en consideración la afectación que se presenta en la corriente por parte de descargas producto de actividad residencial, Industrial, agroindustrial, pecuaria y aportes domésticos
5	Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico	(VARH)	Con esta variable se busca incorporar el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener la oferta de abastecimiento de agua ante eventos extremos como largos periodos secos (fenómeno del niño).
6	Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y fomento de la Participación	(FCGCEPRO)	Con esta variable se busca identificar mecanismos que permitan el aseguramiento de la implementación del PORH, para el cual se busca mejorar la capacidad técnica y logística de la red de calidad y cantidad para realizar el seguimiento requerido durante la ejecución del PORH. (Realimentar el software

No.	Titulo Largo	Título Corto	Descripción
	ciudadana para la ejecución del PORH.		QUAL2KWBETA de modelamiento). De igual manera Con esta variable, se busca capacitar a los diferentes actores sociales en mecanismos de participación ciudadana, en procesos de gestión ambiental, incentivando la creación de la promotoría ambiental comunitaria y control social.

Es importante referenciar que las variables descritas en el modelo estructural del sistema para el análisis MIC MAC fueron son redactadas con base en la identificación de problemáticas con respecto al recurso hídrico y coherentes con la Política Nacional de la Gestión Integral del Recurso Hídrico y el resultado de dicha valoración esta descrita en las hipótesis del cuadro anterior

Probabilidades simples de los datos netos por grupo de expertos. La calificación de las probabilidades simples de las hipótesis se enmarca en un contexto de fortalezas y debilidades (internas al sistema Área de drenaje y CDMB) y las amenazas y oportunidades (de origen externo al área de drenaje y la CDMB), identificadas por el equipo técnico de la CDMB y que son base para la determinación de la probabilidad simple de ocurrencia de cada una de las hipótesis

Se califica de 0 a 1 la probabilidad simple de la ocurrencia de un evento y cada evento es cada una de las hipótesis. Estas hipótesis fueron calificadas por el equipo técnico de la CDMB, y consultores en talleres denominados talleres de prospectiva utilizando el software de prospectiva SMIC PROB EXPERT.

En el siguiente cuadro se relacionan los datos netos de las probabilidades simples de ocurrencia consolidad por grupo de expertos calificadores.

Cuadro 217 Probabilidades simples corregidas por grupo de expertos con datos neto

Hipótesis	Probabilidades
1 – CEPHOABRO. Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro	0,541
2 – PUARH. Promoción del uso adecuado del recurso hídrico	0,538
3 – GDRHDP. Requerimientos de recurso hídrico por densidad poblacional.	0,532
4 – CHPPA. Contaminación hídrica por procesos antrópicos	0,525
5 – VARH. Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico	0,487
6 – FCGCEPRO. Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y fomento de la Participación ciudadana para la ejecución del PORH.	0,526

Calificación de las probabilidades condicionales positivas (PI/J). Se califica de 0 a 1 la probabilidad de ocurrencia de los eventos (2, 3, 4, 5, 6), teniendo en cuenta la ocurrencia del evento 1. De igual manera se realiza la ponderación con cada evento

- Que tan probable es que el evento e1 se cumpla si ocurre el evento 2.

- Que tan probable es que el evento e1 se cumpla si ocurre el evento 3.
- Que tan probable es que el evento e1 se cumpla si ocurre el evento 4.
- Que tan probable es que el evento e1 se cumpla si ocurre el evento 5.
- Que tan probable es que el evento e1 se cumpla si ocurre el evento 6.

Cuadro 218 . Probabilidades condicionales positivas corregidas (datos netos), por conjunto de experto

	CEPHOABRO	PUARH	GDRHDP	CHPPA	VARH	FCGCEPRO
1 CEPHOABRO. Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro	0	0,896	0,868	0,556	0,534	0,863
2 PUARH. Promoción del uso adecuado del recurso hídrico	0,892	0	0,908	0,529	0,5	0,87
3 GDRHDP. Requerimientos de recurso hídrico por densidad poblacional	0,854	0,897	0	0,588	0,569	0,828
4 CHPPA. Contaminación hídrica por procesos antrópicos	0,539	0,516	0,58	0	0,936	0,586
5 VARH. Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico	0,481	0,452	0,521	0,868	0	0,513
6 FCGCEPRO. Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y fomento de la Participación ciudadana para la ejecución del PORH.	0,84	0,851	0,82	0,588	0,555	0

Calificación de las probabilidades condicionales negativas (I/J). Se califica de 0 a 1 la probabilidad de NO ocurrencia de los eventos (2, 3, 4, 5, 6), teniendo en cuenta la ocurrencia del evento 1. De igual manera se realiza la ponderación con cada evento.

- Que tan probable es que el evento e1 se cumpla si no ocurre el evento 2.
- Que tan probable es que el evento e1 se cumpla si no ocurre el evento 3.
- Que tan probable es que el evento e1 se cumpla si no ocurre el evento 4.
- Que tan probable es que el evento e1 se cumpla si no ocurre el evento 5.
- Que tan probable es que el evento e1 se cumpla si no ocurre el evento 6.

Cuadro 219. Probabilidades condicionales negativas corregidas (datos netos) por conjunto de expertos

	CEPHOABRO	PUARH	GDRHDP	CHPPA	VARH	FCGCEPRO
1 CEPHOABRO. Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos de los	0	0,126	0,169	0,524	0,547	0,183

que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro						
2 PUARH. Promoción del uso adecuado del recurso hídrico	0,122	0	0,118	0,549	0,575	0,17
3 GDRHDP. Requerimientos de recurso hídrico por densidad poblacional	0,153	0,106	0	0,47	0,497	0,202
4 CHPPA. Contaminación hídrica por procesos antrópicos	0,508	0,535	0,462	0	0,135	0,457
5 VARH. Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico	0,494	0,527	0,448	0,065	0	0,458
6 FCGCEPRO. Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y fomento de la Participación ciudadana para la ejecución del PORH.	0,157	0,148	0,193	0,459	0,5	0

Anexo 36 Taller prospectiva método SMIC – PROB EXPERT

Cuadro 220 Tendencias en la ocurrencia de eventos probabilidad simple corregida

HIPÓTESIS	PROBABILIDAD SIMPLE CORREGIDA	SEÑALE CON UNA X EL TIPO DE TENDENCIA						
		Muy Fuerte (< 90)	Fuerte (> 80 < 90)	Moderada (> 70 < 80)	Débil (> 60 < 70)	Muy débil (> 50 < 60)	Duda (50)	Improbable (> 50)
1 – CEPHOABRO. Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro	0,541					**X**		
2 – PUARH. Promoción del uso adecuado del recurso hídrico	0,538					**X**		
3 – GDRHDP. Requerimientos de recurso hídrico por densidad poblacional.	0,532					**X**		
4 – CHPPA. Contaminación hídrica por procesos antrópicos	0,525					**X**		
5 - VARH. Vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico	0,487							**X**
6 – FCGCEPRO. Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y fomento de la Participación ciudadana para la ejecución del PORH.	0,526					**X**		

Como podemos observar en el cuadro anterior, las hipótesis 1, 2, 3, 4 presentan una probabilidad simple con probabilidad de ocurrencia Muy débil, haciendo probable la ocurrencia de dichos eventos, por otra parte la variable 5, presenta una probabilidad de ocurrencia improbable, en los próximos 10 años.

Generación de escenarios SMIC PROB. Para analizar los escenarios se realiza por medio de la siguiente matriz

Cuadro 221 Escenarios PORH Río de Oro

	RAFAEL	OSCAR	ANDREA.	CESAR	JUAN	VIVIAN	MARIA	CARLOS	CDMB
01 - 111111	0,287	0,093	0,196	0,079	0,082	0,073	0,344	0,076	0,154
02 - 111110	0,113	0	0	0,003	0	0	0	0,039	0,019
03 - 111101	0	0,073	0	0	0,066	0,08	0	0,169	0,049
04 - 111100	0,025	0,033	0	0	0	0	0	0	0,007
05 - 111011	0	0,148	0	0	0	0	0	0,011	0,02
06 - 111010	0	0	0	0	0	0	0	0,048	0,006
07 - 111001	0,083	0,215	0,166	0,126	0,123	0,145	0,255	0,183	0,162
08 - 111000	0,082	0,031	0,076	0	0	0	0	0	0,024
09 - 110111	0	0	0	0	0	0	0	0,059	0,007
10 - 110110	0	0	0	0	0	0	0	0,007	0,001
11 - 110101	0	0	0	0,004	0,017	0	0	0	0,003
12 - 110100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 - 110011	0	0,011	0	0	0	0	0	0	0,001
14 - 110010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 - 110001	0	0,03	0	0,019	0,076	0,077	0	0	0,025
16 - 110000	0	0,001	0	0,037	0	0	0	0	0,005
17 - 101111	0	0,029	0,065	0,021	0,03	0	0	0	0,018
18 - 101110	0	0,022	0	0	0	0	0	0	0,003
19 - 101101	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 - 101100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 - 101011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 - 101010	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0,001
23 - 101001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 - 101000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 - 100111	0	0	0,034	0,001	0,023	0,058	0	0	0,014
26 - 100110	0	0,037	0	0,046	0,021	0,022	0	0	0,016
27 - 100101	0	0	0	0	0	0,009	0	0	0,001
28 - 100100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29 - 100011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30 - 100010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31 - 100001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32 - 100000	0	0	0	0,044	0	0	0	0	0,006
33 - 011111	0	0	0	0,002	0,048	0,041	0,008	0,057	0,019

34 - 011110	0	0	0	0,054	0,007	0	0	0,021	0,01
35 - 011101	0	0	0	0	0	0,014	0	0	0,002
36 - 011100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37 - 011011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38 - 011010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39 - 011001	0,015	0	0	0,034	0,016	0,01	0	0	0,009
40 - 011000	0	0	0	0,015	0	0	0	0	0,002
41 - 010111	0	0	0	0	0	0	0,027	0,015	0,005
42 - 010110	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43 - 010101	0	0	0	0,012	0	0	0	0	0,001
44 - 010100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45 - 010011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46 - 010010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47 - 010001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48 - 010000	0	0,016	0	0,003	0,032	0	0	0	0,006
49 - 001111	0	0	0	0,016	0	0,008	0	0	0,003
50 - 001110	0	0,01	0	0,094	0,04	0,048	0	0	0,024
51 - 001101	0	0	0	0	0	0,003	0	0	0
52 - 001100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53 - 001011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54 - 001010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55 - 001001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56 - 001000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57 - 000111	0,017	0	0,014	0,021	0	0	0,168	0	0,027
58 - 000110	0,101	0,112	0,216	0,194	0,144	0,157	0,057	0,093	0,134
59 - 000101	0	0	0	0,032	0	0	0	0	0,004
60 - 000100	0	0,01	0	0	0	0	0	0,007	0,002
61 - 000011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62 - 000010	0	0,01	0	0,007	0	0	0	0,009	0,003
63 - 000001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64 - 000000	0,278	0,119	0,233	0,133	0,277	0,256	0,141	0,204	0,205

Como se describió en la metodología Smic Prob Expert, el número de escenarios generados es igual a 2^n, siendo n el número de hipótesis, razón por la cual el número de combinaciones probables es de 64.

Cada escenario está representado por una combinación de 0 y 1, siendo 1 una alta probabilidad de ocurrencia y 0 es muy baja probabilidad de ocurrencia de la hipótesis del escenario. Es de notar que el orden en que aparecen las combinaciones es igual al orden de las hipótesis.

Siguiendo con el análisis en el cuadro anterior hay una columna, en la cual se expresa la media de los resultados de los escenarios calificados por los expertos, se ordena dicha columna de mayor a menor y se calcula la probabilidad acumulada de cada escenario, siendo hasta el 80% los posibles, en el siguiente cuadro se realiza la selección de los escenarios posibles.

Cuadro 222 Selección de escenarios posibles

Escenario	Grupo CDMB	Probabilidad Acumulada
64 - 000000	0,205	0,205
07 - 111001	0,162	0,367
01 - 111111	0,154	0,521
58 - 000110	0,134	0,655
03 - 111101	0,049	0,704
57 - 000111	0,027	0,731
15 - 110001	0,025	0,756
08 - 111000	0,024	0,78
50 - 001110	0,024	0,804
05 - 111011	0,02	0,824
02 - 111110	0,019	0,843
33 - 011111	0,019	0,862
17 - 101111	0,018	0,88
26 - 100110	0,016	0,896
25 - 100111	0,014	0,91
34 - 011110	0,01	0,92
39 - 011001	0,009	0,929
04 - 111100	0,007	0,936
09 - 110111	0,007	0,943
06 - 111010	0,006	0,949
32 - 100000	0,006	0,955
48 - 010000	0,006	0,961
16 - 110000	0,005	0,966
41 - 010111	0,005	0,971
59 - 000101	0,004	0,975
11 - 110101	0,003	0,978
18 - 101110	0,003	0,981
49 - 001111	0,003	0,984
62 - 000010	0,003	0,987
35 - 011101	0,002	0,989
40 - 011000	0,002	0,991
60 - 000100	0,002	0,993

Escenarios Posibles

Escenario	Grupo CDMB	Probabilidad Acumulada
10 - 110110	0,001	0,994
13 - 110011	0,001	0,995
22 - 101010	0,001	0,996
27 - 100101	0,001	0,997
43 - 010101	0,001	0,998
12 - 110100	0	0,998
14 - 110010	0	0,998
19 - 101101	0	0,998
20 - 101100	0	0,998
21 - 101011	0	0,998
23 - 101001	0	0,998
24 - 101000	0	0,998
28 - 100100	0	0,998
29 - 100011	0	0,998
30 - 100010	0	0,998
31 - 100001	0	0,998
36 - 011100	0	0,998
37 - 011011	0	0,998
38 - 011010	0	0,998
42 - 010110	0	0,998
44 - 010100	0	0,998
45 - 010011	0	0,998
46 - 010010	0	0,998
47 - 010001	0	0,998
51 - 001101	0	0,998
52 - 001100	0	0,998
53 - 001011	0	0,998
54 - 001010	0	0,998
55 - 001001	0	0,998
56 - 001000	0	0,998
61 - 000011	0	0,998
63 - 000001	0	0,998

Analizando los escenarios y la columna de probabilidad de ocurrencia, es posible determinar que solo hasta la iteración número 9, tienen probabilidad de que se cumpla.

A continuación se enuncian los nombre de os escenarios con mayor probabilidad de ocurrencia

Cuadro 223 Nombre de los escenarios con mayor probabilidad de ocurrencia

	Escenarios						Probabilidades dispuestas de mayor a menor	Nombre
	CEPHOABRO	PUARH	GDRHDP	CHPPA	VARH	FCGCEPRO		
64	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	0,205	Tendencial
07	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**	0,162	Lógico
01	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	0,154	Gestión inadecuada del recurso hídrico
58	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	0,134	Catastrófico
03	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**1**	0,049	Baja vulnerabilidad
57	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	0,027	Sin gestión del recurso hídrico
15	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	0,025	Optimista
08	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	0,024	Gestión sin participación ciudadana

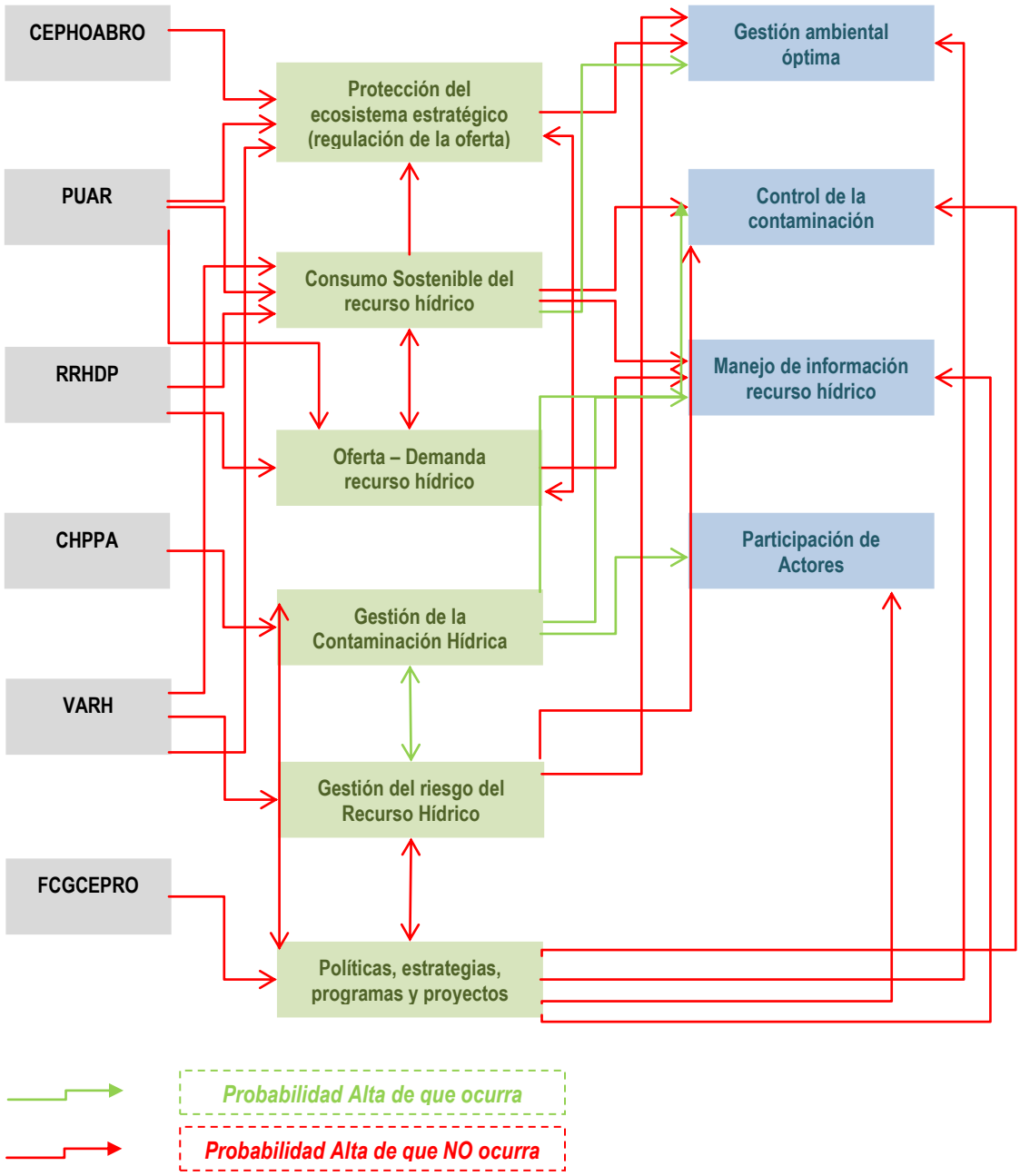
En el cuadro anterior se presentan la combinación de las hipótesis que generaran los escenarios posibles con mayor probabilidad de ocurrencia, el valor cero (0), significa una baja probabilidad de ocurrencia del evento y el valor uno (1), significa una alta probabilidad de ocurrencia del evento en el tiempo, estos escenarios presentan un horizonte de tiempo a 10 años.

4.2.2.1 Escenario Tendencial. Es el escenario que trata de mostrar lo que sucederá si las cosas siguen como van. No obstante, no basta con pensar las extrapolaciones de las tendencias que se pueden producir, se requiere explicar cuáles son los factores históricos, o nuevos que influyen o contribuyen a que la tendencia esperada sea similar a la actual, es decir, se necesita precisar aquellos factores que hacen que la tendencia tienda a reforzarse

4.2.2.1.1 ***Escenario (64) Código 0 0 0 0 0 0.*** Son insuficientes los esfuerzos por la conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro y sus principales tributarios río Frío y Lato, percibiéndose la disminución de la oferta hídrica y la amenaza de abatimiento de algunas corrientes, lo cual es empeorado con una débil promoción del uso adecuado del recurso hídrico, que no consigue incentivar el consumo sostenible, aunque se percibe la disminución de los requerimientos de la demanda del recurso hídrico por densidad poblacional y la contaminación hídrica por procesos antrópicos presenta resultados positivos, lo que obedece al cumplimiento de las metas de reducción de carga contaminante formuladas en los PSMV, de igual manera se realiza la construcción STAR de piedecuestana y se amplía la capacidad de tratamiento de la PTAR de río Frío, por otra parte es preocupante la no se incorporan variables que permitan identificar el grado de vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico de río de Oro, Frío y Lato, que permita mantener la oferta de abastecimiento de agua ante eventos extremos, no se llevó a cabo el fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y

fomento de la Participación ciudadana para la ejecución del PORH de río de Oro, disminuyendo su capacidad técnica y logística especialmente la red de monitoreo y la no alimentación del modelo de calidad de agua que permitiría realizar seguimiento a las metas del PORH, igualmente la CDMB no realizó gestión con los actores clave del zona de influencia del PORH de río de Oro.

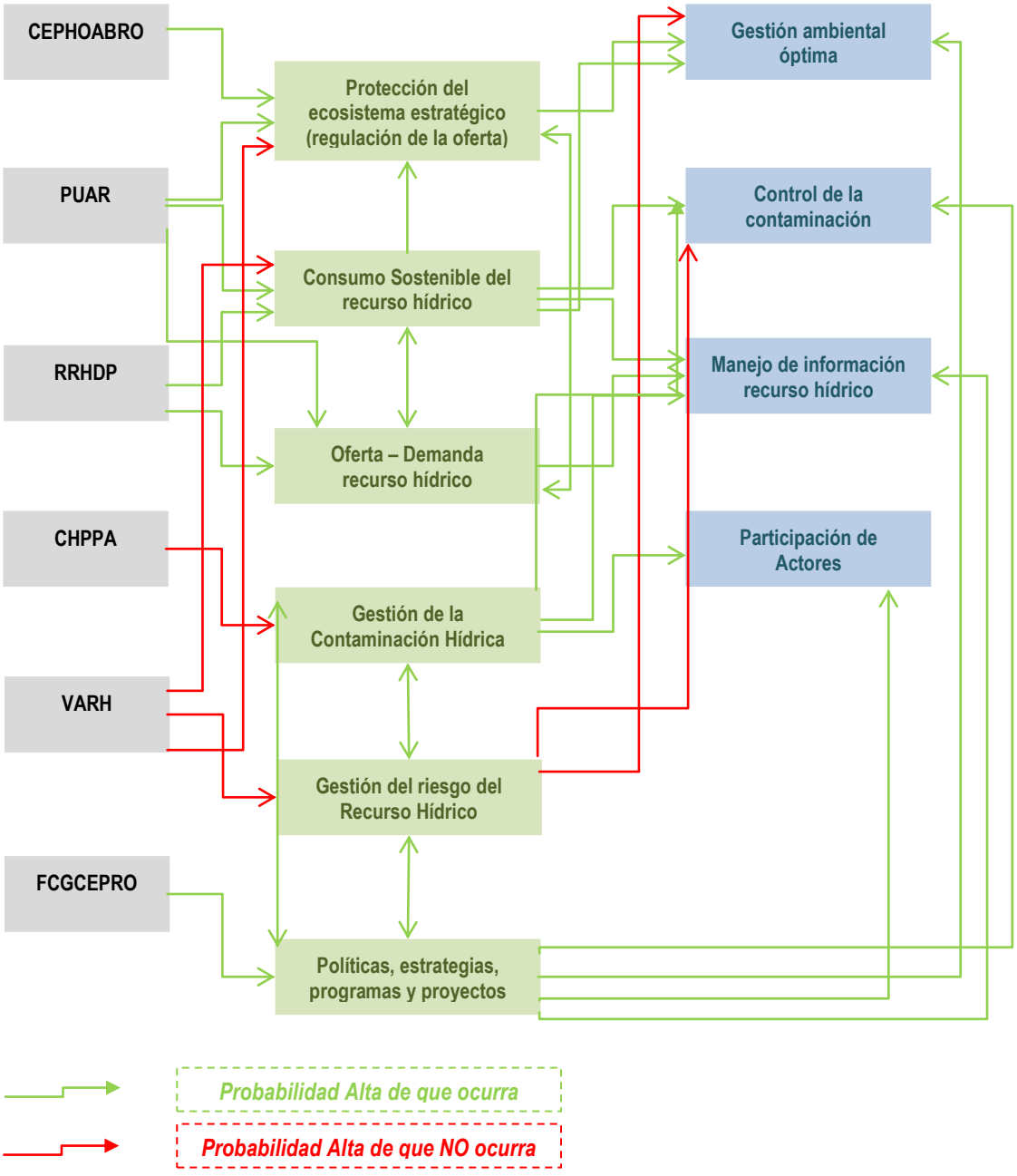
Figura 89 Esquema del primer escenario de futuro (Tendencial *(64) Código 0 0 0 0 0 0*)



4.2.2.2 Escenario Ideal. Este escenario representa el mejor futuro para la corriente en ordenamiento de su recurso hídrico de los escenarios posibles, en donde los factores que afectan este futuro generarían una gestión importante en referencia al cumplimiento de la Política Nacional de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico. Este escenario es el más lógico de encontrar, en donde la demanda de agua aumenta, disminuye la contaminación y los ecosistemas de importancia hídrica se conservan.

4.2.2.2.1 ***Escenario (07) Código 1 1 1 0 0 1.*** La conservación de ecosistemas y procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro y sus principales tributarios río Frío y Lato se encuentra en marcha y se ha minimizado las amenazas sobre los ecosistemas reguladores de las corrientes en ordenamiento, además la promoción del uso adecuado del recurso hídrico es un éxito y ha generado el empoderamiento de la comunidad hacia la protección y el óptimo consumo del recurso, se da el aumento de la demanda de agua pero al igual esta se contrarresta con el fortalecimiento institucional, que permite identificar las área vulnerables y el no otorgamiento de agua a corrientes que ya alcanzaron su máxima capacidad de otorgamiento, esto basado en un sistema gerencial del recurso hídrico, en referencia a la contaminación hídrica por procesos antrópicos presenta resultados positivos, lo que obedece al cumplimiento de las metas de reducción de carga contaminante formuladas en los PSMV, de igual manera se realiza la construcción STAR de piedecuestana y se amplía la capacidad de tratamiento de la PTAR de río Frío, si bien es cierto que la gestión del riesgo por recurso hídrico no presenta grandes resultados, si lo hacen las otras variables de regulación hídrica, la CDMB es líder en la innovación técnica, tecnológica y de recurso humano que permite mantener un sistema de información gerencial del recurso hídrico actualizado, ha alimentado el modelo de calidad de río de Oro, permitiéndole tomar acertadas decisiones, de igual manera ha generado programas con actores sociales que permiten una interacción positiva en la implementación de políticas institucionales en referencia al recurso hídrico. La descontaminación y la gestión integral del recurso hídrico de la corriente río de Oro es el proyecto bandera de la CDMB.

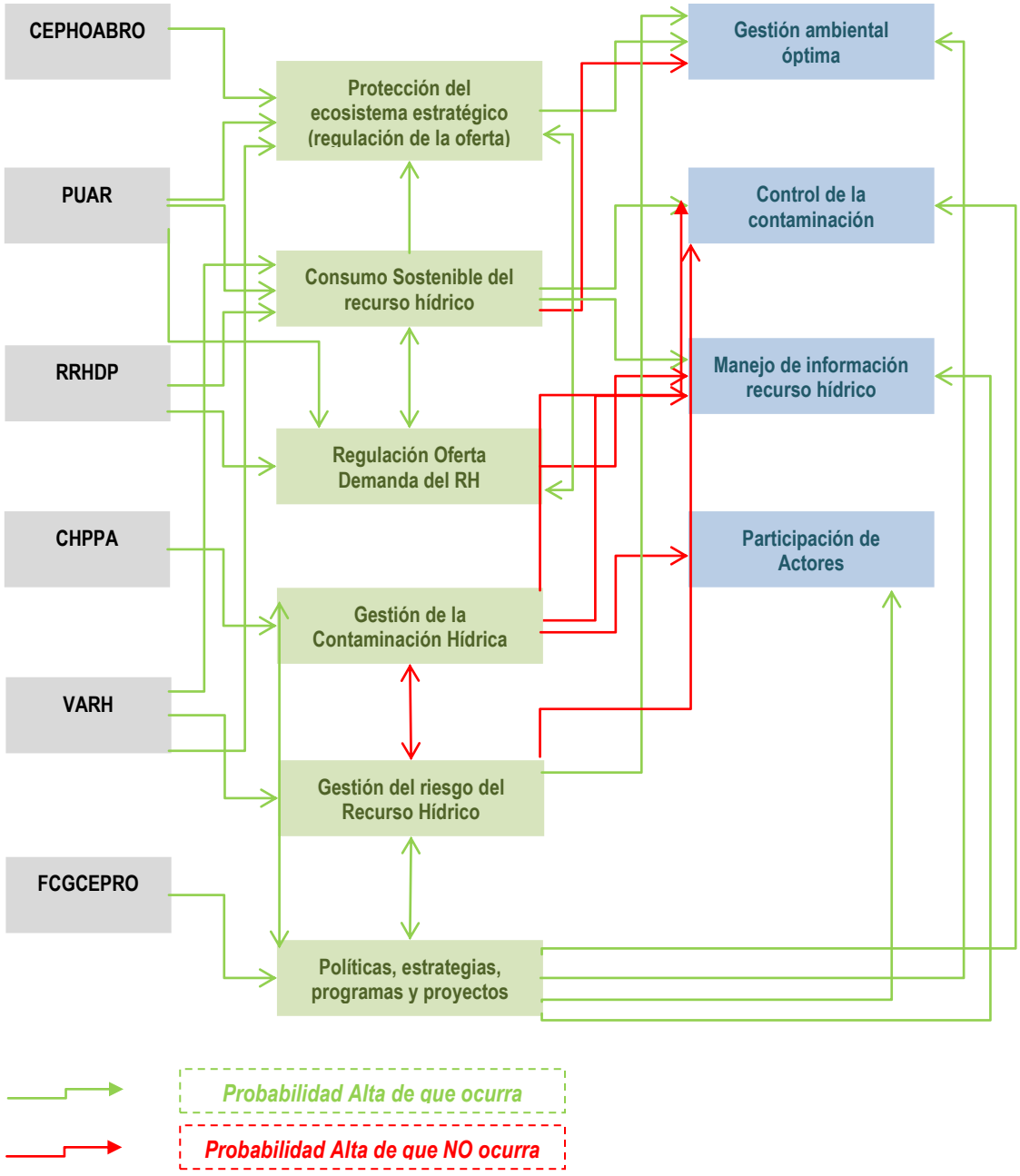
Figura 90 Esquema del segundo escenario de futuro (Ideal *(07) Código 1 1 1 0 0 1*)



4.2.2.3 Escenario gestión inadecuada del recurso hídrico. Este escenario representa situaciones favorables para futuro para la corriente en ordenamiento de su recurso hídrico de los escenarios posibles, en donde todos los eventos se dan, tanto los positivos como los negativos, en este escenario se prevé un retroceso en acciones de la descontaminación de los cuerpos de agua. Haciendo a este escenario no deseado

4.2.2.3.1 ***Escenario (01) Código 1 1 1 1 1 1.*** La conservación de ecosistemas y procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro y sus principales tributarios río Frío y Lato se encuentra en marcha y se ha minimizado las amenazas sobre los ecosistemas reguladores de las corrientes en ordenamiento, además la promoción del uso adecuado del recurso hídrico es un éxito y ha generado el empoderamiento de la comunidad hacia la protección y el óptimo consumo del recurso, se da el aumento de la demanda de agua pero al igual esta se contrarresta con el fortalecimiento institucional, que permite identificar las área vulnerables y el no otorgamiento de agua a corrientes que ya alcanzaron su máxima capacidad de otorgamiento, esto basado en un sistema gerencial del recurso hídrico, la contaminación hídrica ha aumentado, no se han cumplido con las metas trazadas en los PSMV, la planta de tratamiento de Piedecuestana, no fue una realidad, la PTAR de río frío aún no trata todo el caudal de llegada, los objetivos de calidad están de los tramos de río de Oro no fueron cumplidos, Se han incorporado estrategias para la gestión del riesgo del recurso hídrico, pero los riesgos asociados a la contaminación han sobrepasado el alcance de las estrategias formuladas, la CDMB es líder en la innovación técnica, tecnológica y de recurso humano que permite mantener un sistema de información gerencial del recurso hídrico actualizado, ha alimentado el modelo de calidad de río de Oro, lo que ha evidenciado el deterioro de la calidad del río y proyectado un escenario nada alentador, de igual manera ha generado programas con actores sociales que permiten una interacción positiva en la implementación de políticas institucionales en referencia al recurso hídrico, especialmente en la zonas de importancia ambiental.

Figura 91 Esquema del tercer escenario de futuro (gestión inadecuada del recurso hídrico *(01) Código 1 1 1 1 1 1*)

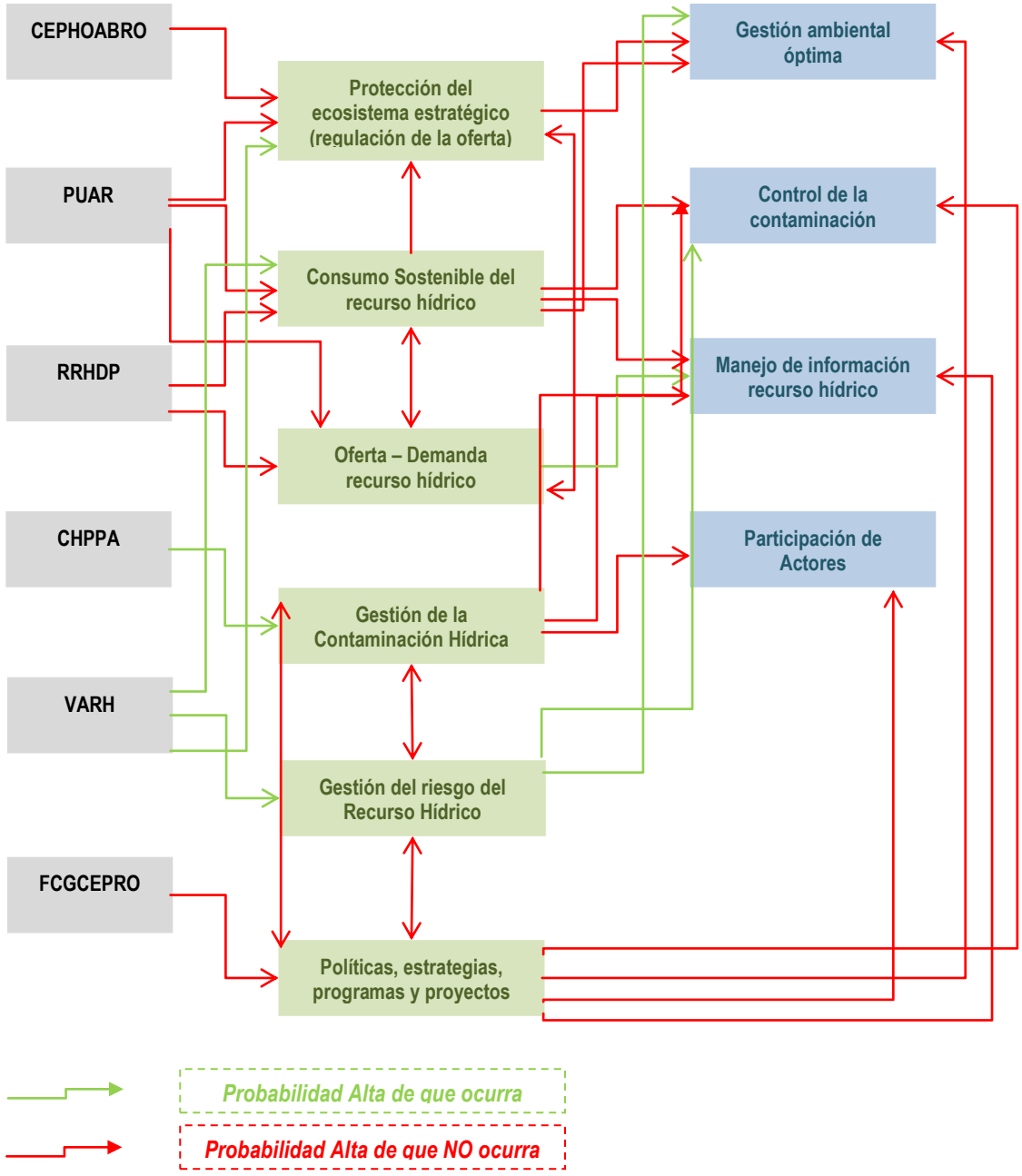


4.2.2.4 Escenario catastrófico. Escenario donde ocurre lo inesperado y reina la incertidumbre, es decir donde abundan los factores de ruptura que quiebran las tendencias existentes en un momento determinado. Sus consecuencias son negativas, pues es un escenario que invita a pensar creativamente en nuevas posibilidades para canalizar los pocos hechos positivos.

Este escenario representa las situaciones más desfavorables para futuro para la corriente en ordenamiento de su recurso hídrico de los escenarios posibles, en donde todos los eventos positivos no ocurren y los negativos presentan alta probabilidad de ocurrencia.

4.2.2.4.1 ***Escenario (58) Código 0 0 0 1 1 0.*** La conservación de ecosistemas y procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro y sus principales tributarios río Frío y Lato son un fracaso, la ampliación de la frontera agrícola y ganadera ha avanzado considerablemente causando disminución del recurso, la promoción y uso adecuado del recurso hídrico nunca se realizó generando consumos excesivo e innecesarios, el aumento de demanda de agua ha aumentado agravando los problemas de abastecimiento del recurso, la contaminación hídrica ha aumentado, no se han cumplido con las metas trazadas en los PSMV, la planta de tratamiento de Piedecuestana, no fue una realidad, la PTAR de río frío aún no trata todo el caudal de llegada, los objetivos de calidad están de los tramos de río de Oro no fueron cumplidos, los brotes de enfermedades a los pobladores de las riveras de río de Oro han aumentado considerablemente a causa del agua contaminada, se han incorporado estrategias para la gestión del riesgo del recurso hídrico, pero los riesgos asociados a la contaminación han sobrepasado el alcance de las estrategias formuladas, no se llevó a cabo el fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y fomento de la Participación ciudadana para la ejecución del PORH de río de Oro, disminuyendo su capacidad técnica y logística especialmente la red de monitoreo y la no alimentación del modelo de calidad de agua que permitiría realizar seguimiento a las metas del PORH, igualmente la CDMB no realizó gestión con los actores clave del zona de influencia del PORH de río de Oro.

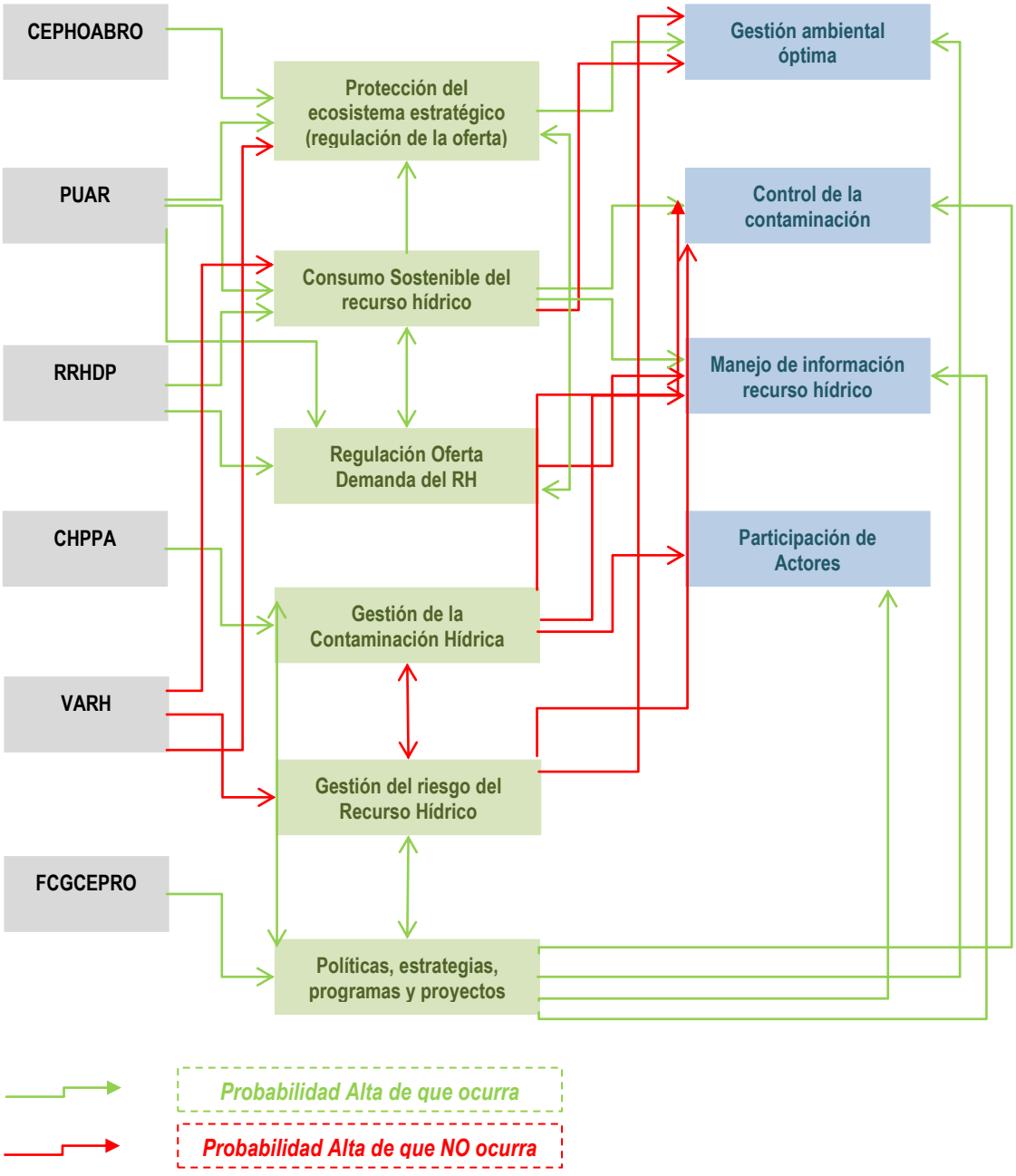
Figura 92 Esquema del cuarto escenario de futuro (Catastrófico *(58) Código 0 0 0 1 1 0*)



4.2.2.5 Escenario gestión Alta vulnerabilidad. Este escenario representa situaciones favorables y desfavorables para futuro para la corriente en ordenamiento de su recurso hídrico, es denominado de alta vulnerabilidad por presentar aumento en la contaminación y no incorporar estrategias para la gestión del riego.

4.2.2.5.1 ***Escenario (03) Código 1 1 1 1 0 1.*** La conservación de ecosistemas y procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro y sus principales tributarios río Frío y Lato se encuentra en marcha y se ha minimizado las amenazas sobre los ecosistemas reguladores de las corrientes en ordenamiento, además la promoción del uso adecuado del recurso hídrico es un éxito y ha generado el empoderamiento de la comunidad hacia la protección y el óptimo consumo del recurso, se da el aumento de la demanda de agua pero al igual esta se contrarresta con el fortalecimiento institucional, que permite identificar las área vulnerables y el no otorgamiento de agua a corrientes que ya alcanzaron su máxima capacidad de otorgamiento, esto basado en un sistema gerencial del recurso hídrico, la contaminación hídrica ha aumentado, no se han cumplido con las metas trazadas en los PSMV, la planta de tratamiento de Piedecuestana, no fue una realidad, la PTAR de río frío aún no trata todo el caudal de llegada, los objetivos de calidad están de los tramos de río de Oro no fueron cumplidos, si bien es cierto que la gestión del riesgo por recurso hídrico no presenta grandes resultados, si lo hacen las otras variables de regulación hídrica, pero también es de resaltar que la gestión del riesgo por contaminación hídrica no ha sido efectiva, la CDMB es líder en la innovación técnica, tecnológica y de recurso humano que permite mantener un sistema de información gerencial del recurso hídrico actualizado, ha alimentado el modelo de calidad de río de Oro, lo que ha evidenciado el deterioro de la calidad del río y proyectado un escenario nada alentador, de igual manera ha generado programas con actores sociales que permiten una interacción positiva en la implementación de políticas institucionales en referencia al recurso hídrico, especialmente en la zonas de importancia ambiental.

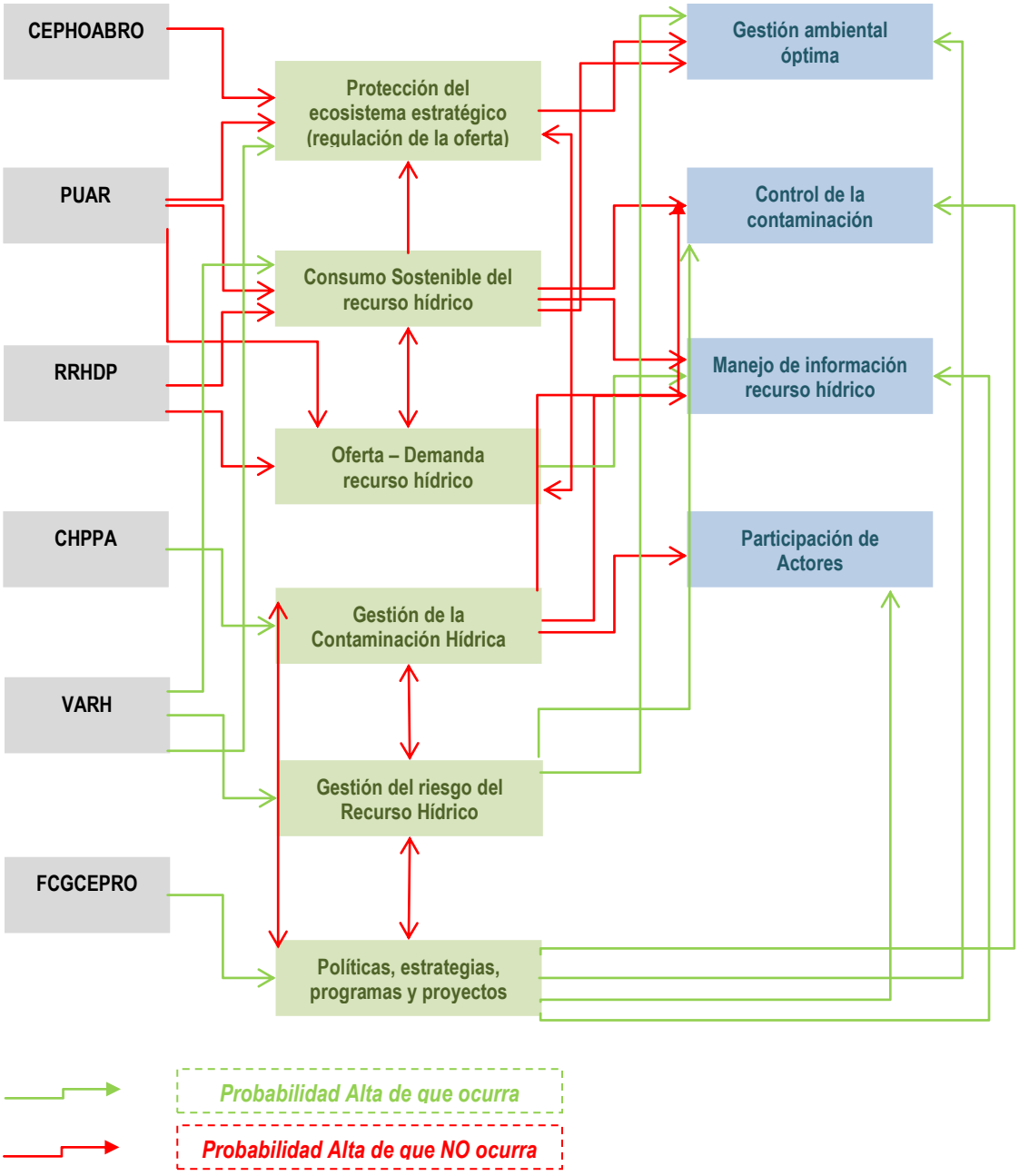
Figura 93 Esquema del quinto escenario de futuro (alta vulnerabilidad *(03) Código 1 1 1 1 0 1*)



4.2.2.6 Escenario sin gestión del recurso hídrico. Este escenario representa situaciones desfavorables para futuro para la corriente en ordenamiento de su recurso hídrico de los escenarios posibles, en donde la conservación de ecosistemas no se lleva a cabo.

Escenario (57) Código 0 0 0 1 1 1. La conservación de ecosistemas y procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro y sus principales tributarios río Frío y Lato son un fracaso, la ampliación de la frontera agrícola y ganadera ha avanzado considerablemente causando disminución del recurso, la promoción y uso adecuado del recurso hídrico nunca se realizó generando consumos excesivo e innecesarios, el aumento de demanda de agua ha aumentado agravando los problemas de abastecimiento del recurso, la contaminación hídrica ha aumentado, no se han cumplido con las metas trazadas en los PSMV, la planta de tratamiento de Piedecuestana, no fue una realidad, la PTAR de río frío aún no trata todo el caudal de llegada, los objetivos de calidad están de los tramos de río de Oro no fueron cumplidos, los brotes de enfermedades a los pobladores de las riveras de río de Oro han aumentado considerablemente a causa del agua contaminada, se han incorporado estrategias para la gestión del riesgo del recurso hídrico, pero los riesgos asociados a la contaminación han sobrepasado el alcance de las estrategias formuladas, la CDMB es líder en la innovación técnica, tecnológica y de recurso humano que permite mantener un sistema de información gerencial del recurso hídrico actualizado, ha alimentado el modelo de calidad de río de Oro, lo que ha evidenciado el deterioro de la calidad del río y proyectado un escenario nada alentador, de igual manera ha generado programas con actores sociales que permiten una interacción positiva en la implementación de políticas institucionales en referencia al recurso hídrico, aunque han sido poco eficientes en materia de conservación de ecosistemas y la promoción del uso adecuado del recurso hídrico.

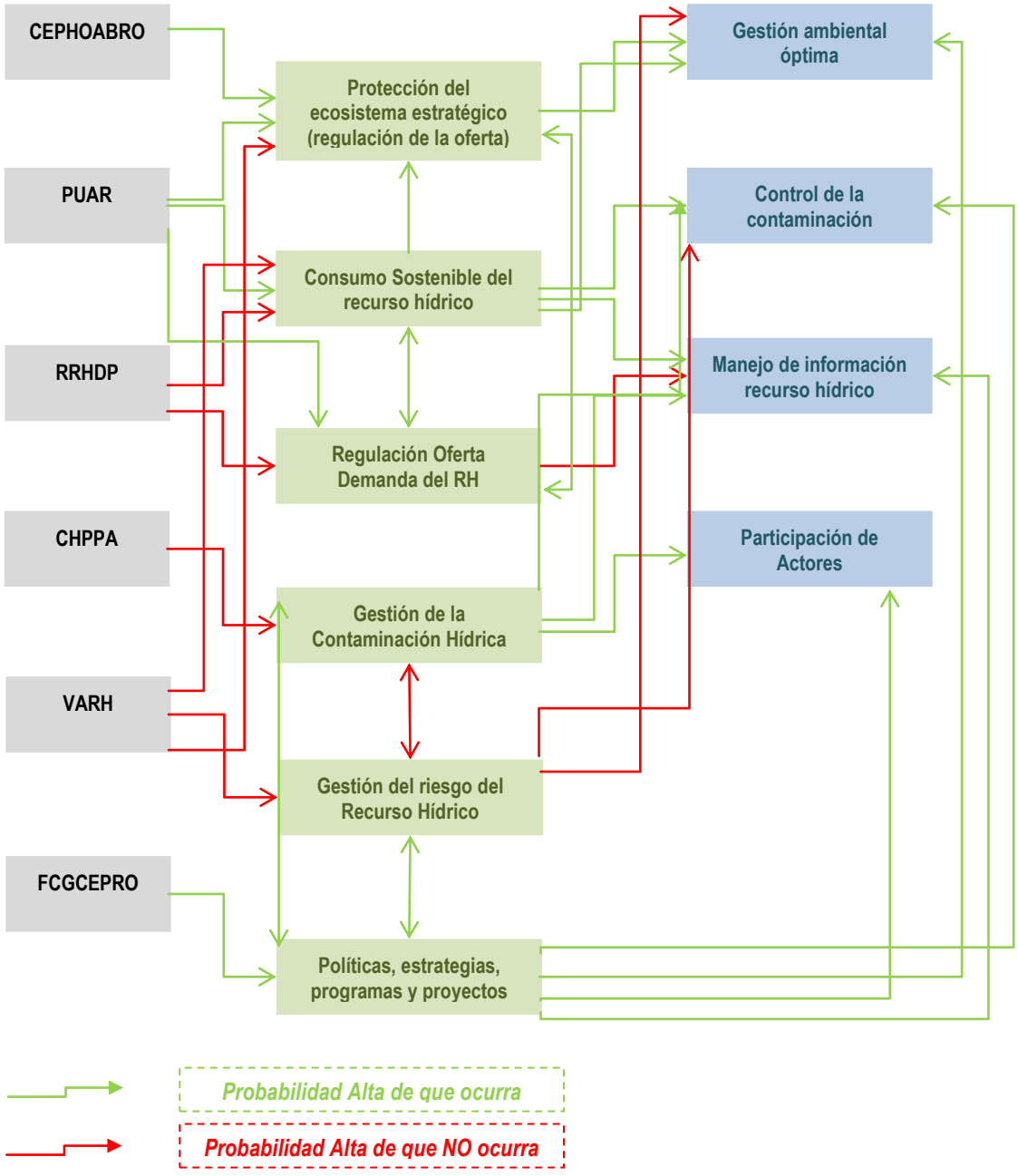
Figura 94 Esquema del sexto escenario de futuro (Catastrófico *(57) Código 0 0 0 1 1 1*)



4.2.2.7 ***Escenario optimista.*** Es el escenario que se ubica entre el escenario tendencial y el escenario ideal o más deseable. El escenario optimista contempla cambios razonables y positivos que no rayan en una ambición desmesurada, basada más en los deseos que en los fundamentos que conllevan los hechos y los datos. El escenario optimista plantea acciones deseables pero plausibles o verosímiles que distinguen aquello que puede lograrse en el corto, mediano y largo plazo.

4.2.2.7.1 ***Escenario (15) Código 1 1 0 0 0 1.*** La conservación de ecosistemas y procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro y sus principales tributarios río Frío y Lato se encuentra en marcha y se ha minimizado las amenazas sobre los ecosistemas reguladores de las corrientes en ordenamiento, además la promoción del uso adecuado del recurso hídrico es un éxito y ha generado el empoderamiento de la comunidad hacia la protección y el óptimo consumo del recurso, No se ha dado el aumento de la demanda de agua, en referencia a la contaminación hídrica por procesos antrópicos presenta resultados positivos, lo que obedece al cumplimiento de las metas de reducción de carga contaminante formuladas en los PSMV, de igual manera se realiza la construcción STAR de piedecuestana y se amplía la capacidad de tratamiento de la PTAR de río Frío, si bien es cierto que la gestión del riesgo por recurso hídrico no presenta grandes resultados, si lo hacen las otras variables de regulación hídrica, la CDMB es líder en la innovación técnica, tecnológica y de recurso humano que permite mantener un sistema de información gerencial del recurso hídrico actualizado, ha alimentado el modelo de calidad de río de Oro, permitiéndole tomar acertadas decisiones, de igual manera ha generado programas con actores sociales que permiten una interacción positiva en la implementación de políticas institucionales en referencia al recurso hídrico. La descontaminación y la gestión integral del recurso hídrico de la corriente río de Oro es el proyecto bandera de la CDMB.

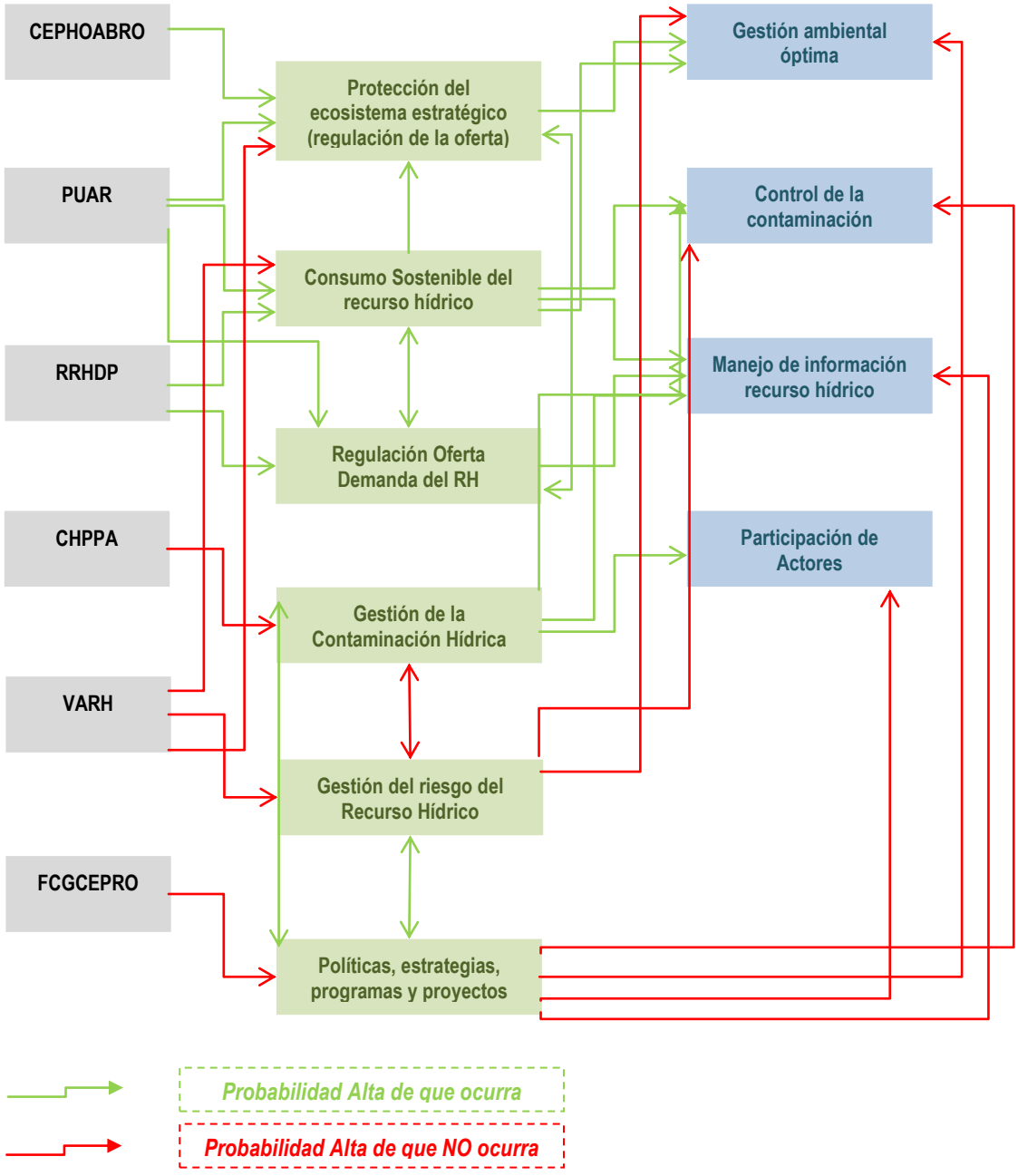
Figura 95 Esquema del quinto escenario de futuro (optimista *(15) Código 1 1 0 0 0 1*)



4.2.2.8 ***Escenario gestión sin participación ciudadana.*** En este escenario se da la gestión del recurso hídrico, pero no se promueven acciones participativas con actores.

4.2.2.8.1 ***Escenario (08) Código 1 1 1 0 0 0.*** La conservación de ecosistemas y procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro y sus principales tributarios río Frío y Lato se encuentra en marcha y se ha minimizado las amenazas sobre los ecosistemas reguladores de las corrientes en ordenamiento, además la promoción del uso adecuado del recurso hídrico es un éxito y ha generado el empoderamiento de la comunidad hacia la protección y el óptimo consumo del recurso, se da el aumento de la demanda de agua pero al igual esta se contrarresta con el fortalecimiento institucional, que permite identificar las área vulnerables y el no otorgamiento de agua a corrientes que ya alcanzaron su máxima capacidad de otorgamiento, esto basado en un sistema gerencial del recurso hídrico, la contaminación hídrica por procesos antrópicos presenta resultados positivos, lo que obedece al cumplimiento de las metas de reducción de carga contaminante formuladas en los PSMV, de igual manera se realiza la construcción STAR de piedecuestana y se amplía la capacidad de tratamiento de la PTAR de río Frío, por otra parte es preocupante la no se incorporan variables que permitan identificar el grado de vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico de río de Oro, Frío y Lato, que permita mantener la oferta de abastecimiento de agua ante eventos extremos, no se llevó a cabo el fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y fomento de la Participación ciudadana para la ejecución del PORH de río de Oro, disminuyendo su capacidad técnica y logística especialmente la red de monitoreo y la no alimentación del modelo de calidad de agua que permitiría realizar seguimiento a las metas del PORH, igualmente la CDMB no realizó gestión con los actores clave del zona de influencia del PORH de río de Oro.

Figura 96 Esquema del quinto escenario de futuro (optimista *(15) Código 1 1 0 0 0 1*)



4.3 MODELACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS. Se simularan diversos escenarios en el modelo de calidad con el objetivo de ser utilizados como herramientas para establecer los usos potenciales del agua, fijar objetivos de calidad y determinar las cargas máximas permisibles.

Los escenarios simulados partieron de la base del modelo calibrado y validado, y además, la generación o estructuración de los escenarios tiene como propósito cubrir la predicción de la calidad del agua en el recurso hídrico objeto de ordenamiento bajo las condiciones más desfavorables.

Dentro de la estructuración del desarrollo del componente de simulación de la fuente hídrica Río de Oro y dentro de la metodología presentada se describen los siguientes resultados obtenidos:

4.3.1 Definición de escenarios para la calidad del agua. Con los datos obtenidos en las jornadas de caracterización realizadas en los meses de Septiembre y Octubre de 2013, los cuales fueron reportados por el laboratorio de aguas residuales de la CDMB, el equipo consultor trabajo en la generación de escenarios los cuales se referencian a continuación:

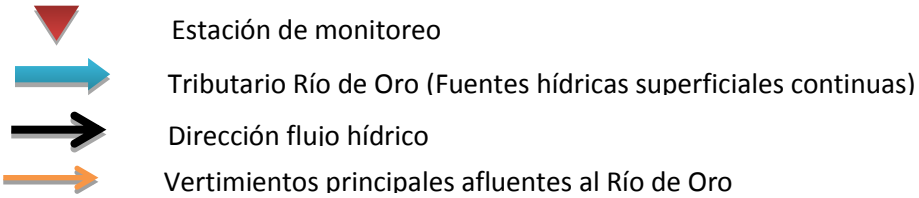
- Escenario con condiciones actuales – calibrado y validado,
- Escenario con vertimientos principales,
- Escenario a corto plazo 2014 – 2017,
- Escenario mediano plazo 2017 – 2020 y
- Escenario largo plazo 2020 – 2024,
- Escenario cargas máximas.

Escenarios que permitirán evaluar la calidad del agua de la fuente hídrica Rio de Oro con respecto a diversas situaciones de ordenamiento y mejora en el saneamiento básico del área metropolitana teniendo en cuenta las características hidráulicas, las concentraciones físico-químicas y microbiológicas de la fuente hídrica y los lineamientos establecidos por los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Líquidos PSMV de las empresa EMPAS S.A. y Piedecuestana de Servicios E.S.P S.A., Objetivos de Calidad de la fuente principal establecidos mediante acuerdo 1075 del 2006 por la CDMB, normatividad ambiental vigente Decreto 3930 del 2010 y Proyecto Ley de Vertimientos (En curso de aprobación – Versión 2013).

De acuerdo a la información obtenida y el reconocimiento de los sitios por parte del equipo consultor, se presenta a continuación el planteamiento para la modelación de la calidad del agua del Río de Oro, donde se definen los tramos o secciones que harán parte de la modelación y sus tributarios principales o vertimientos de significancia ambiental.

Los tramos seleccionados corresponden a 5 secciones las cuales se presentan en las siguientes figuras con su respectiva nomenclatura simbólica

Figura 97 Nomenclatura simbólica de tramos seleccionados



En las figuras 98 a la 102 se presenta el desglose de cada uno de los tramos evaluados, se presenta el esquema general de la fuente hídrica con sus principales elementos.

Figura 98 Esquema Planteado para el desarrollo del modelo Qual2Kw – Tramo A



Figura 99 Esquema Planteado para el desarrollo del modelo Qual2Kw – Tramo B



Figura 100 Esquema Planteado para el desarrollo del modelo Qual2Kw – Tramo C



Figura 101 Esquema Planteado para el desarrollo del modelo Qual2Kw – Tramo D

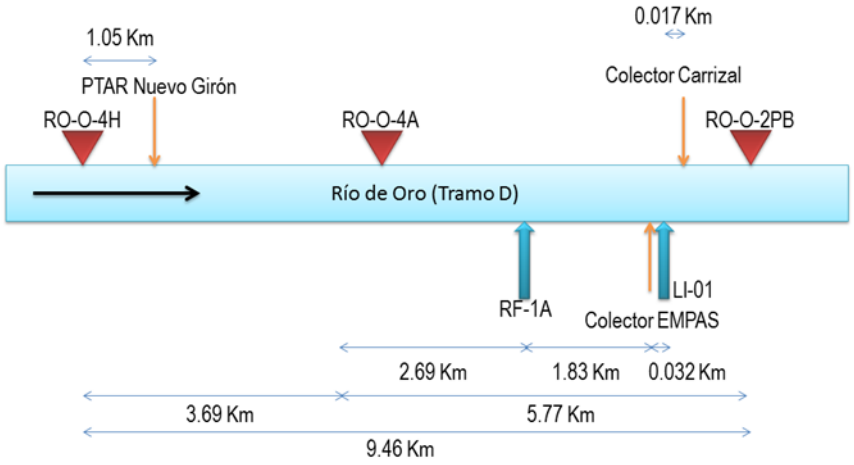
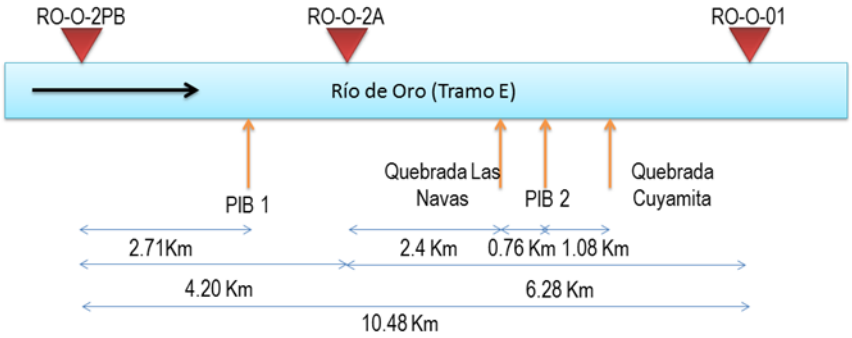


Figura 102 Esquema Planteado para el desarrollo del modelo Qual2Kw – Tramo E



Para la determinación de los escenarios a simular en el presente estudio, el equipo consultor se ajustó a los lineamientos establecidos en los términos de referencia dado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para la formulación del Plan de Ordenamiento del Rio de Oro, a continuación se describe cada uno de los escenarios evaluados y se presentan los resultados e interpretaciones respectivas:

- ✓ **Escenario Base (Calibración Septiembre de 2013 – Validación Octubre 2013): Río de Oro y tributarios principales**.

Para la simulación del escenario base, se utilizó la información reportada por el laboratorio de la CDMB correspondiente al desarrollo de las dos jornadas de caracterización de agua superficial desarrollada en los meses de Septiembre y Octubre del 2013, estos datos corresponden a los puntos seleccionados por el personal que integra el equipo de trabajo para la formulación del Plan de Ordenamiento del Río de Oro, a lo largo de la fuente hídrica y algunos tributarios que representan interés ambiental, por su aporte hidráulico y de carga contaminante.

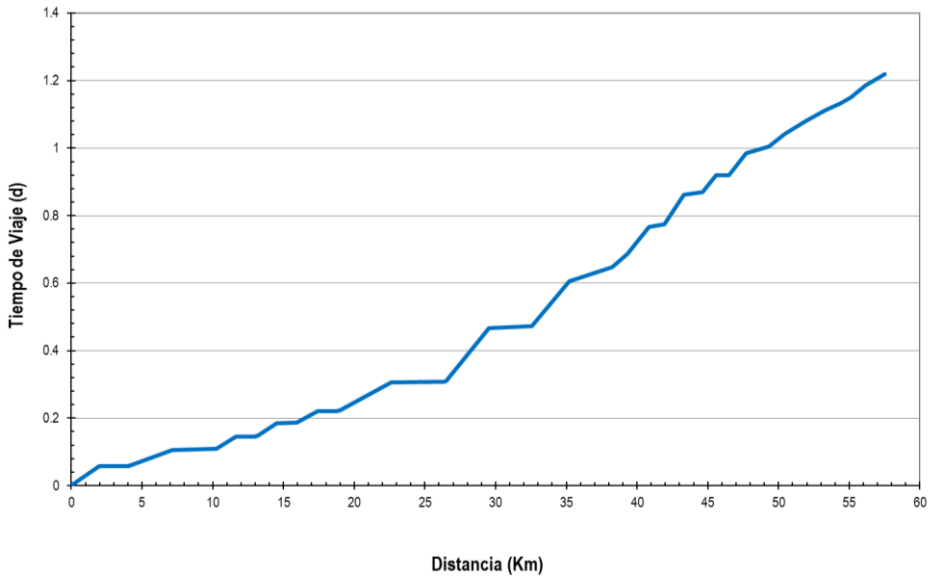
Para el presente escenario, se realizó una jornada de caracterización donde se evaluaron diez (10) vertimientos principales sobre el Río de Oro, correspondientes a descargas consideradas significativas en aporte hidráulico y carga contaminante a la fuente hídrica en estudio, se precisa que los datos utilizados para este escenario en lo referente a los vertimientos corresponden a los obtenidos en la segunda muestra compuesta, la cual abarcaba la jornada diurna del periodo de monitoreo.

En el cuadro 224 se presentan las condiciones obtenidas para el establecimiento del primer escenario con los datos reportados en la jornada base de calibración que obedece al estudio realizado en el mes de Septiembre de 2013, donde las variables de significancia corresponden a la altitud, distancia entre puntos de control, caudal, DBOU (calculada a partir de la DBO_5 filtrada e inhibida), OD y Coliformes termotolerantes. Así mismo, en las siguientes gráficas se ilustran los resultados del comportamiento de la matriz de agua en el Río de Oro desde su nacimiento (RO-O-10) hasta su confluencia con el Río Surata (RO-01), en términos hidráulicos, fisicoquímicos y microbiológicos para el escenario base de calibración y los datos obtenidos en la jornada de caracterización realizada en el mes de Septiembre de 2013, siendo este el escenario seleccionado como crítico para la calibración del modelo, atendiendo los lineamientos dados en los términos de referencia del convenio interadministrativo entre el MADS y CDMB.

Cuadro 224 Condiciones Escenario Base – Fuente principal - Septiembre 2013

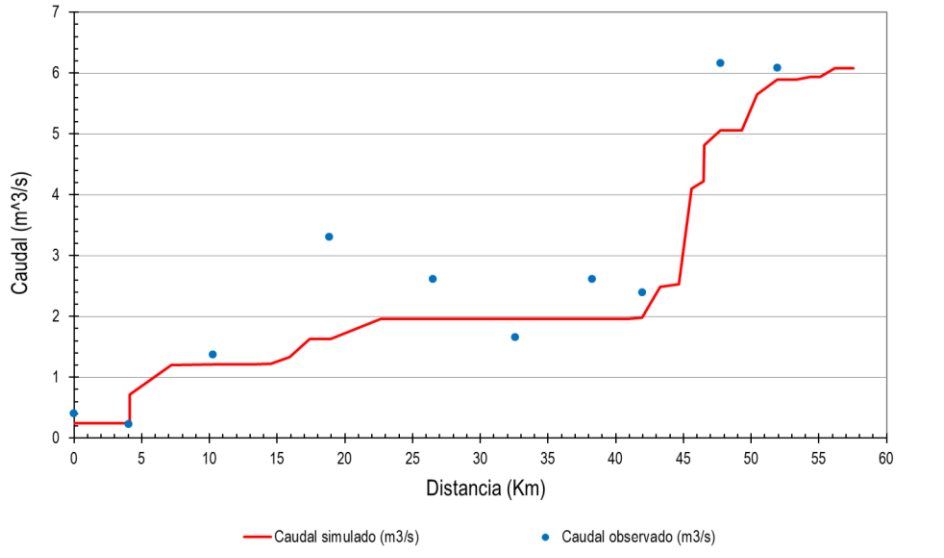
Escenario 1: Base Septiembre							
Condiciones generales							
Caracteristicas	Puntos Rio de Oro	Altitud (m.s.n.m)	Distancia (m)	Caudal (m^3/s)	DBOU (mg/l)	O.D (mg/l)	Coliformes (UFC)
TRAMO A	RO-10	2357	0	0.403	2.82	7.14	4
	RO-06	2140	4.03267	0.223	2.03	7.65	150
	Q. Rasgon	2137	4.12786	0.477	1.95	7.51	3800
	RO-05	1064	10.25874	1.372	3.55	7.79	800
TRAMO B	C. Los Cerros	981	12.98532	0.001	315.43	-	-
	C. los Cisnes	970	13.143951	0.008	289.50	-	-
	Q. Grande	921	15.9384	0.116	1.87	7.13	2500
	Q. Soratoque	895	17.3908	0.290	151.95	0.17	2420000
	RO-2PA	891	18.8628	3.308	71.84	3.7	2880000
	Rio Lato	885	18.9194	0.331	6.31	6.48	300000
	C. Palogordo	860	26.352411	0.001	100.87	-	-
	RO-04	849	26.49512	2.611	15.84	4.39	340000
TRAMO C	RO-4N	821	32.58165	1.659	7.06	5.9	70000
	RO-4H	736	38.26168	2.613	7.76	6.91	380000
TRAMO D	PTAR nuevo Grion	754	39.315138	0.005	99.05	-	-
	RO-4A	716	41.95335	2.388	8.71	6.8	40000
	Rio Frio	711	44.6416	1.224	39.25	2.09	3000000
	C. EMPAS	698	46.478334	0.117	289.57	-	-
	Q. Iglesia	705	46.51005	0.504	40.92	5.75	3440000
	C. Carrizal	695	46.527379	0.080	298.57	-	-
	RO-2PB	686	47.72481	6.159	12.99	2.44	2880000
TRAMO E	Q. Chimita		50.1618	0.592	63.87	6.25	-
	PIB I	684	50.43904	0.005	700.76	-	-
	Q. Cuyamita	675	52.4887	0.236	27.40	-	-
	Q. Argelia		54.2656	0.013	8.89	6.39	-
	RO-2A	659	51.92698	6.083	28.76	2.45	1920000
	Q. Las Navas	658	54.3349	0.035	32.29	-	-
	PIB II	652	55.08034	0.002	375.11	-	-
	Q. Chapinero		55.5669	0.101	37.48	6.82	-
	Q. La Picha		55.9746	0.0368	88.29	3.41	-
	RO-01	627	58.20357		35.95	3.86	3040000

Gráfica 158 Tiempo de viaje Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



De acuerdo a los resultados obtenidos y las características hidráulicas de la fuente principal Rio de Oro, el tiempo de viaje de una partícula de agua es de 1.32 días, entre el punto RO – 10 nacimiento a RO – 01 confluencia con el río Surata.

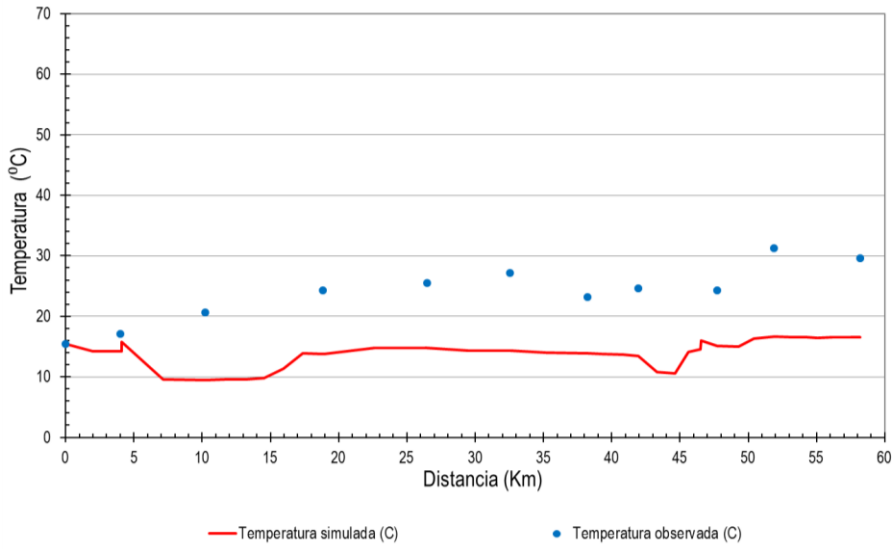
Gráfica 159 Comportamiento hidráulico Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



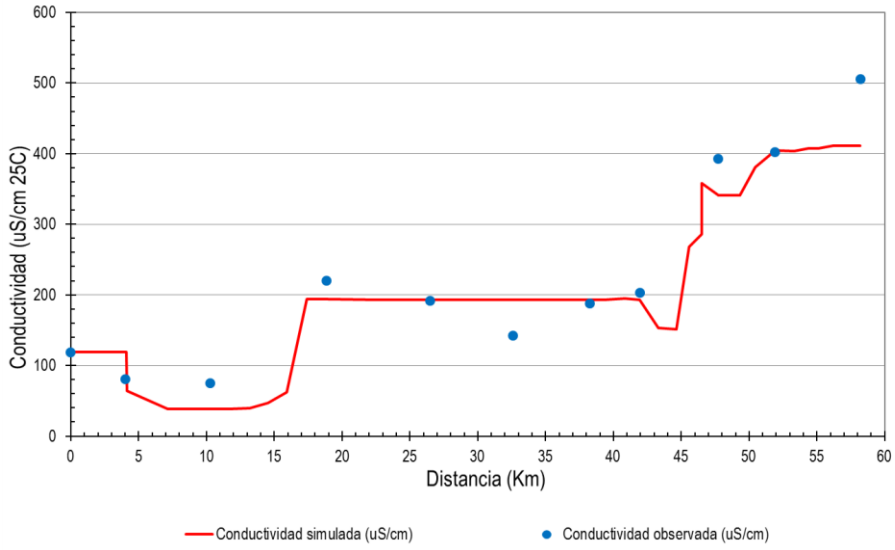
Se precisa que los grandes tributarios hidráulicos corresponden a fuentes hídricas superficiales algunas sin mayor detrimento ambiental y otras usadas como cuerpos receptores de aguas residuales

domésticas de las cabeceras principales, tal como se presenta en el Cuadro 224 Condiciones Escenario Base – Fuente principal - Septiembre 2013

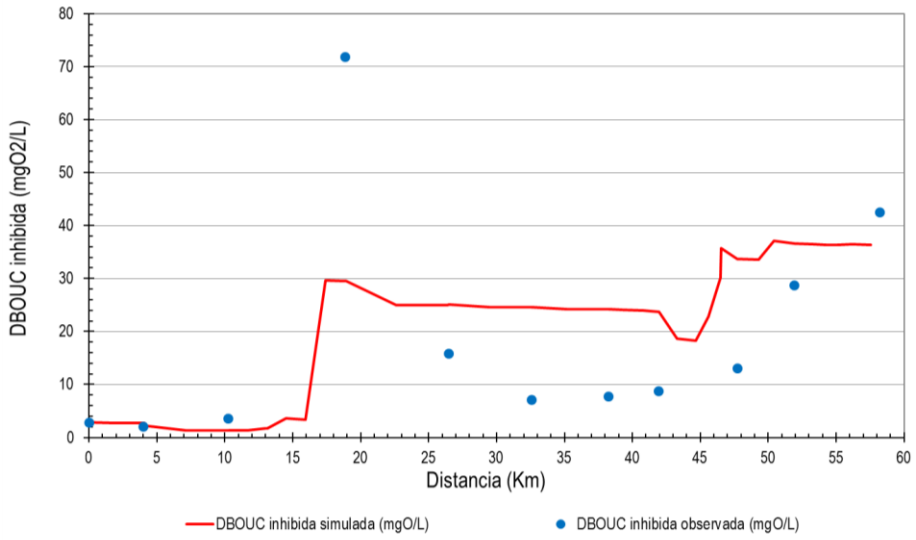
Gráfica 160 Comportamiento Temperatura del agua Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



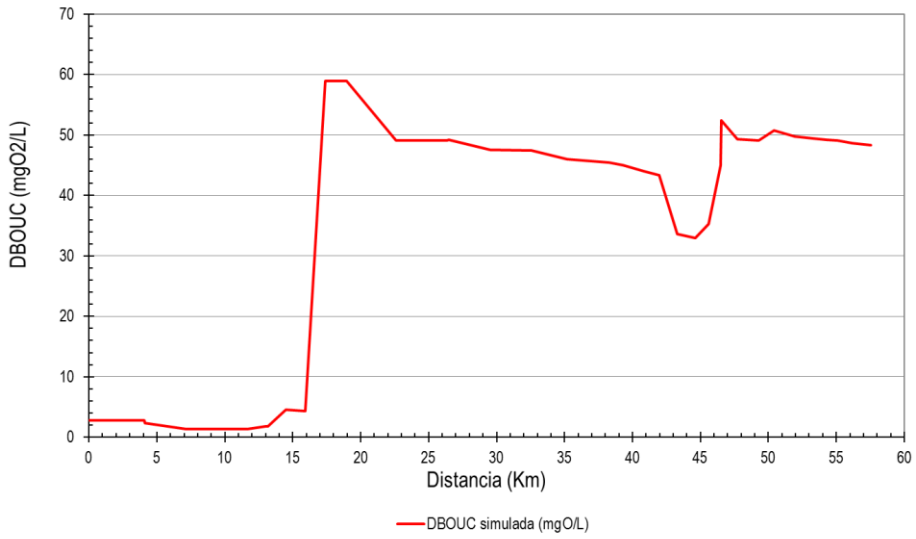
Gráfica 161 Comportamiento conductividad Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



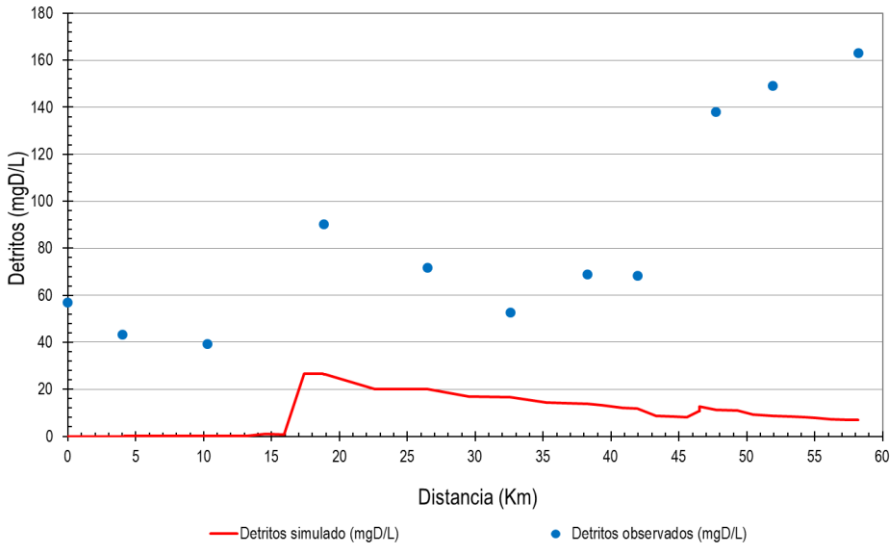
Gráfica 162 Comportamiento DBOUC inhibida Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



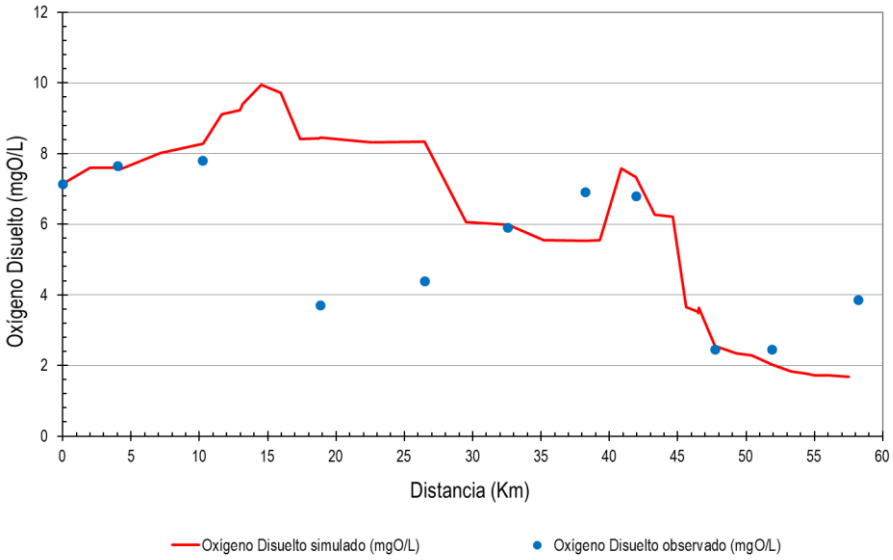
Gráfica 163 Comportamiento DBOUC Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



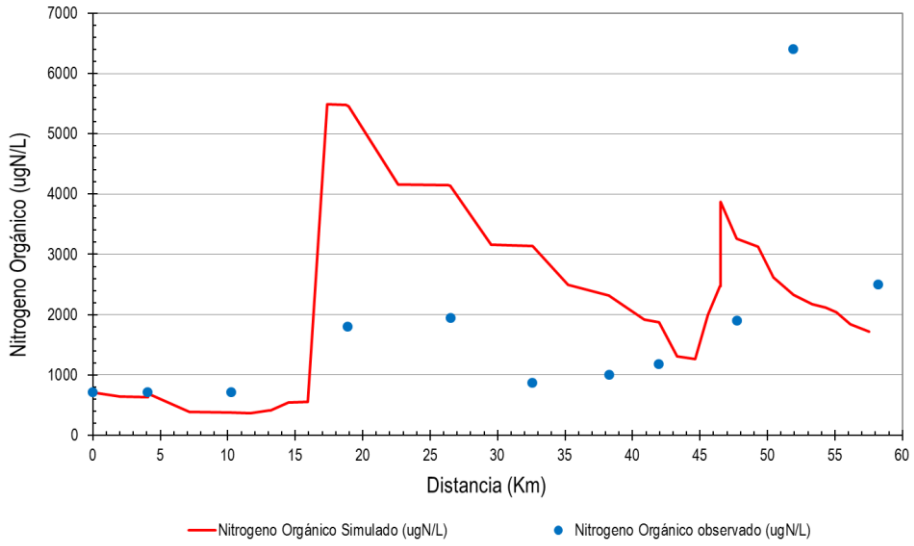
Gráfica 164 Comportamiento Detritos Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



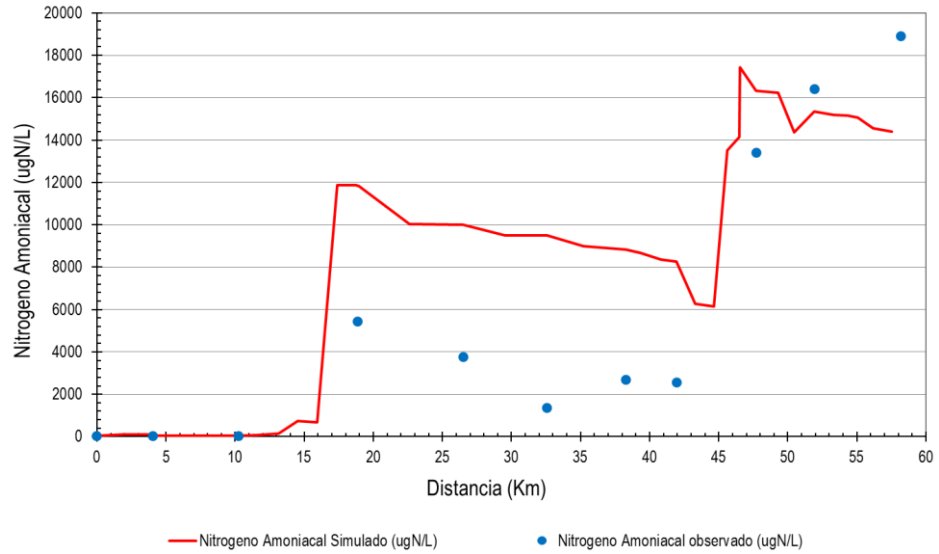
Gráfica 165 Comportamiento Oxígeno Disuelto Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



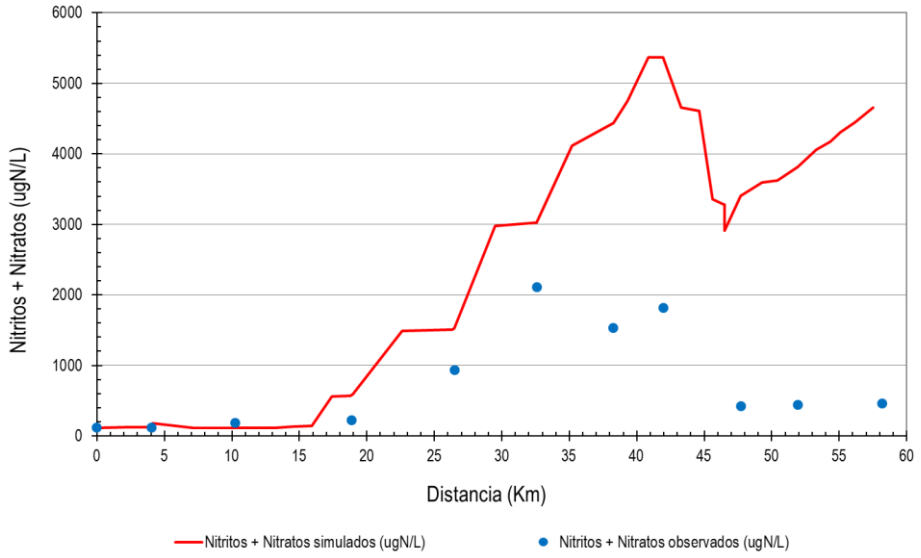
Gráfica 166 Comportamiento Nitrógeno Orgánico Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



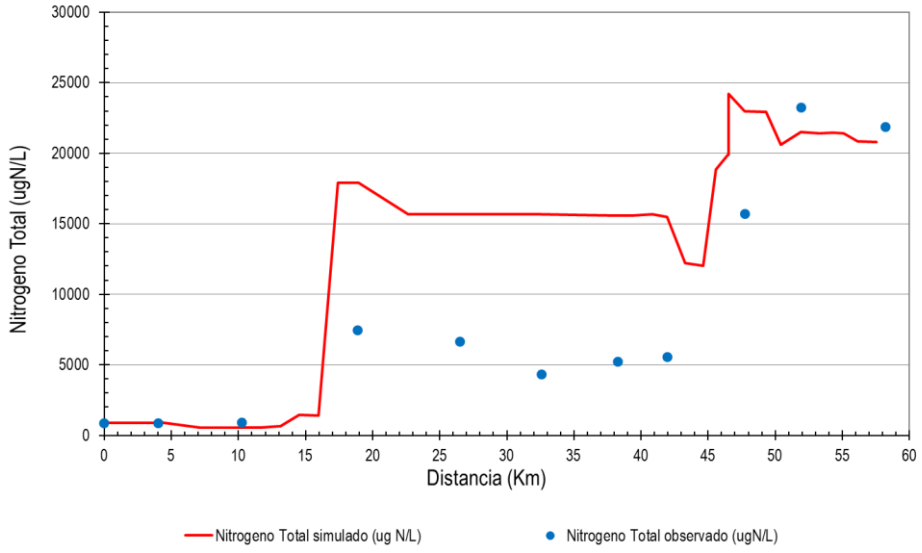
Gráfica 167 Comportamiento Nitrógeno Amoniacal Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



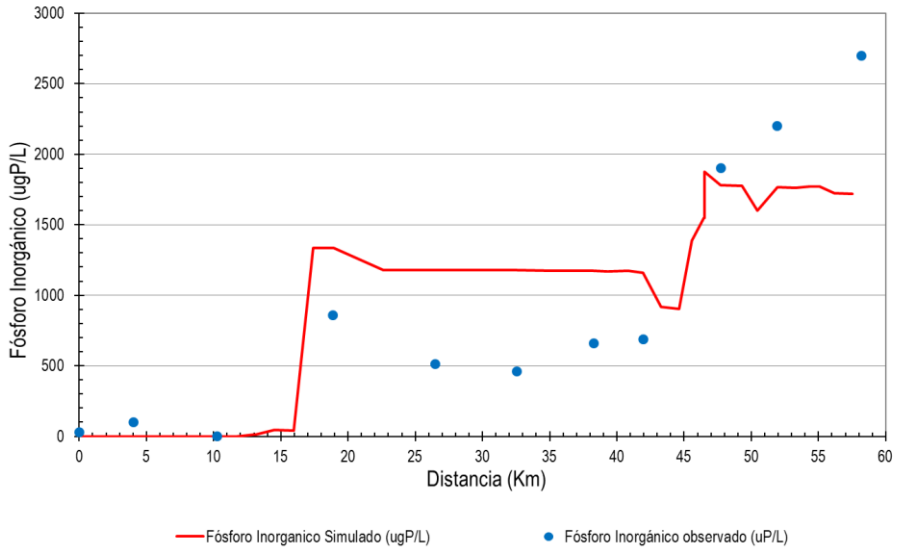
Gráfica 168 Comportamiento Nitritos + Nitratos Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



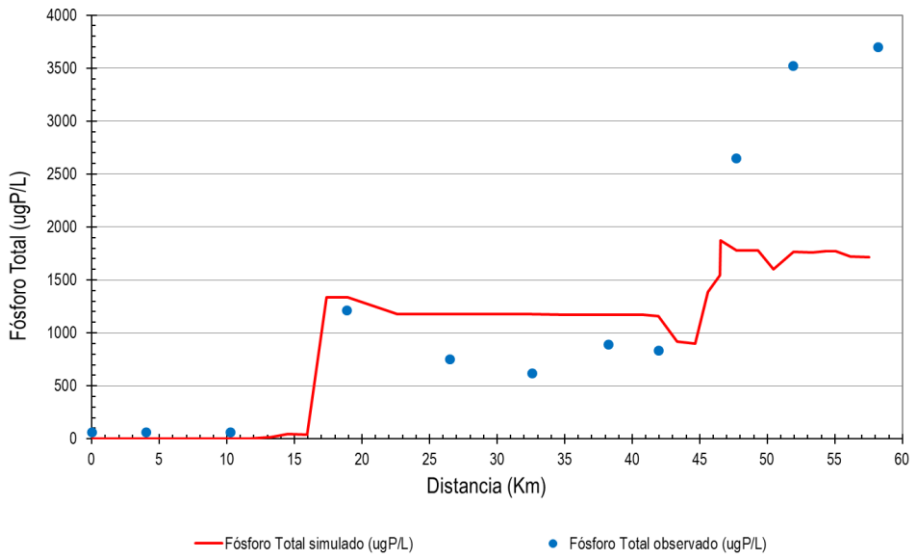
Gráfica 169 Comportamiento Nitrógeno Total Río de Oro – Escenario base- calibrado Septiembre 2013



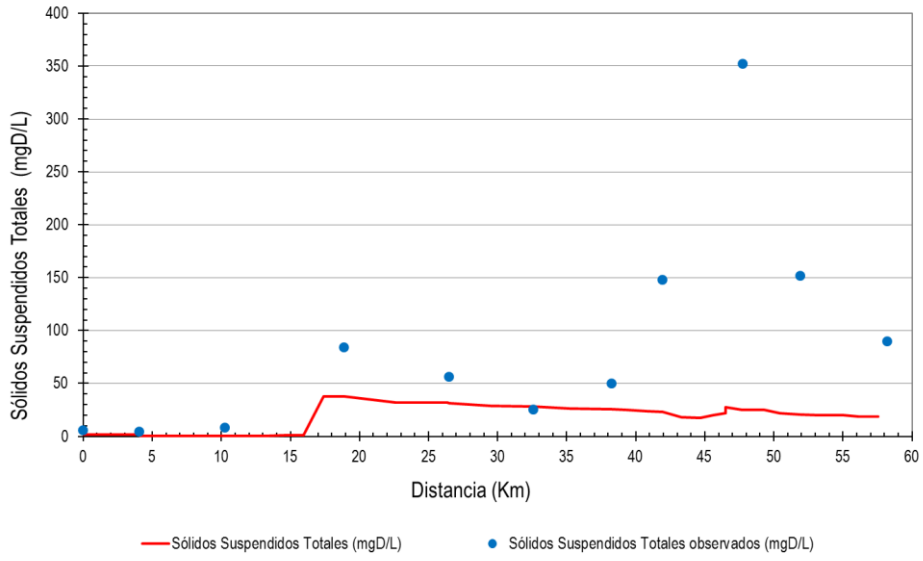
Gráfica 170 Comportamiento Fósforo Inorgánico Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



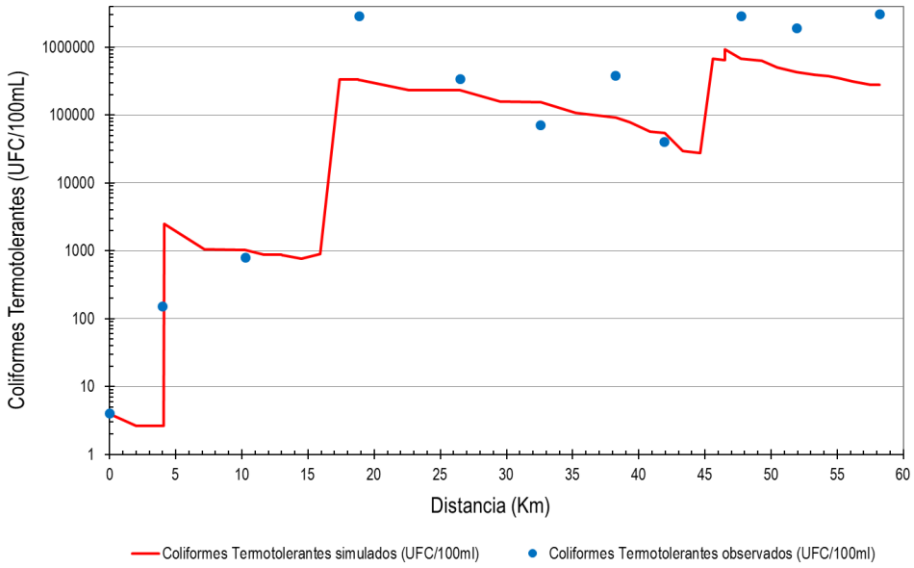
Gráfica 171 Comportamiento Fósforo Total Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



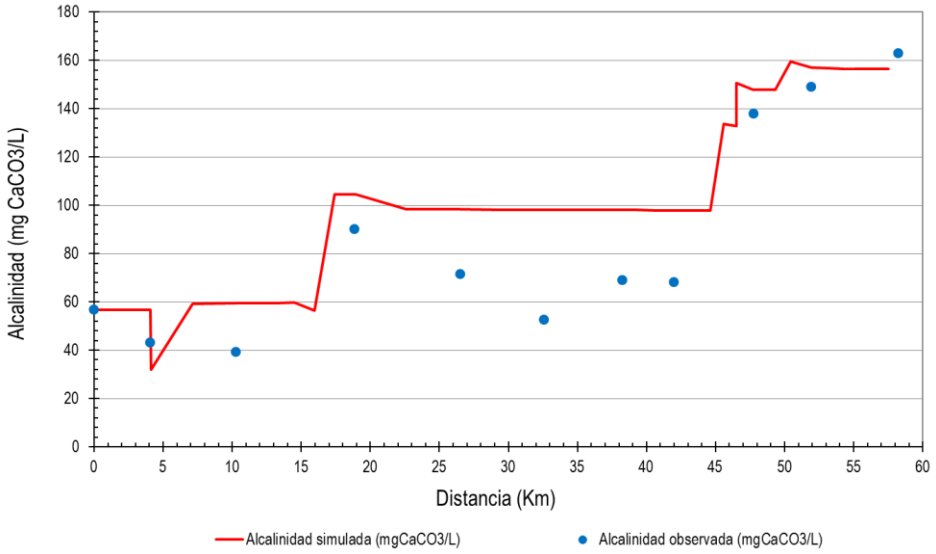
Gráfica 172 Comportamiento Sólidos Suspendidos Totales Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



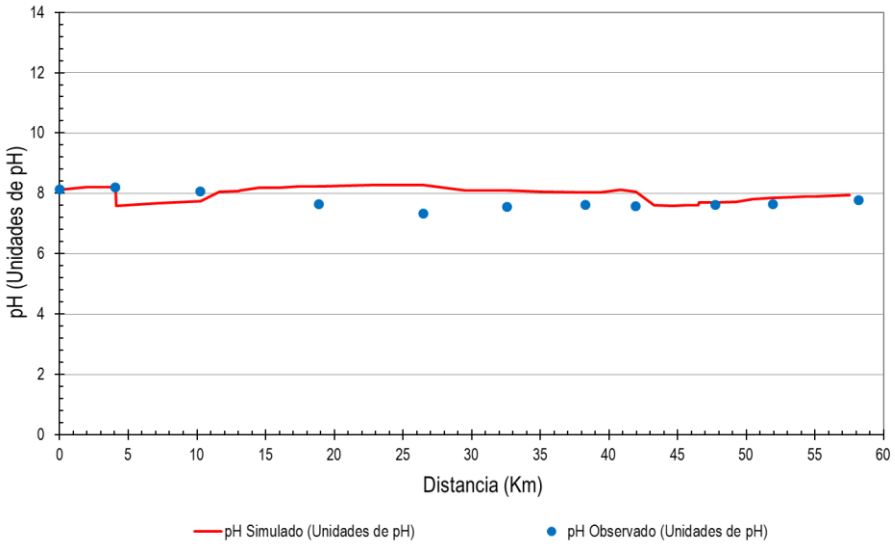
Gráfica 173 Comportamiento Coliformes Termotolerantes Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



Gráfica 174 Comportamiento Alcalinidad Río de Oro – Escenario base - calibrado Septiembre 2013



Gráfica 175 Comportamiento pH Río de Oro – Escenario base – calibrado Septiembre 2013



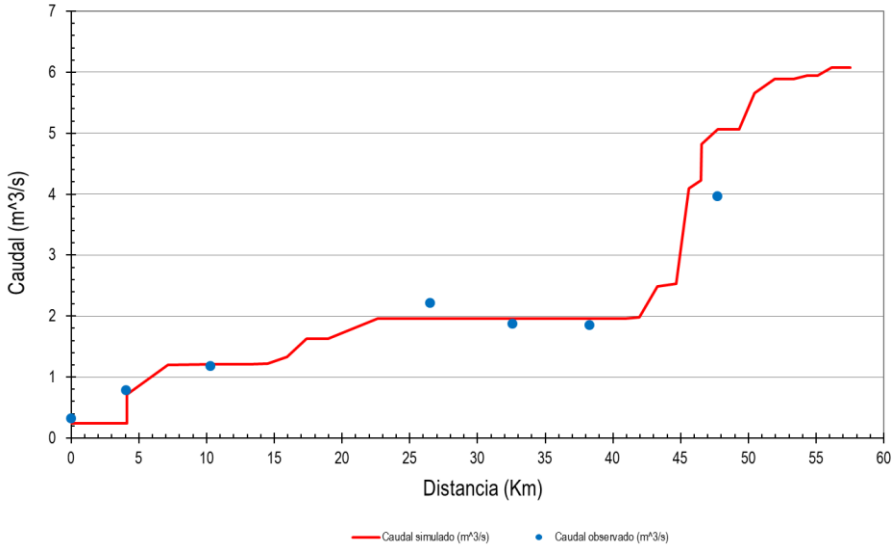
Validación del modelo - Datos Jornada de Octubre de 2013. El equipo consultor realizo la validación del modelo con los datos obtenidos en la segunda jornada de caracterización, la cual se llevó a cabo en el mes de Octubre de 2013, donde se mantuvo las tasas calibradas obtenidas con los

datos del monitoreo realizado en el mes de Septiembre de 2013 y se ingresaron las variables externas de interés ambiental las cuales se presentan en el siguiente cuadro.

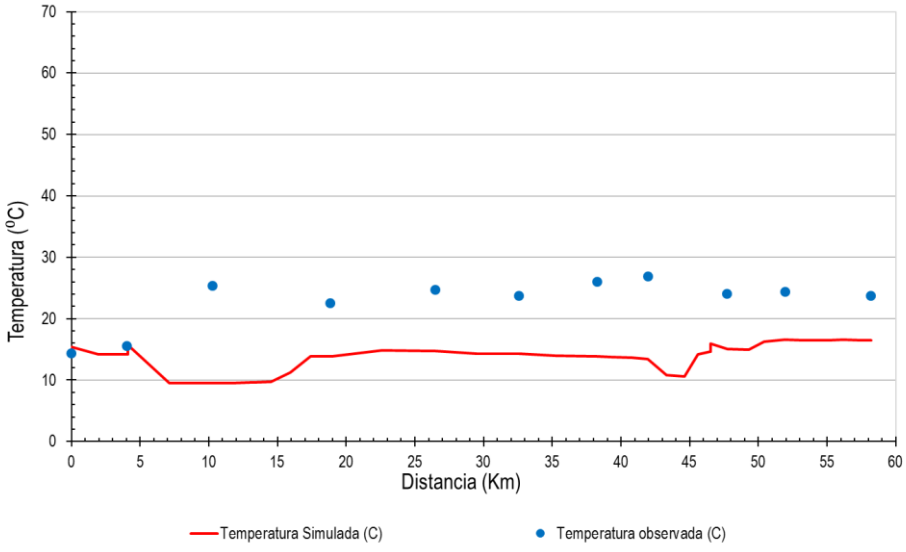
Cuadro 225 Condiciones Validación del modelo - Octubre 2013

Escenario 1: Base Octubre.							
Condiciones generales							
Caracteristicas	Puntos Rio de Oro	Altitud (m.s.n.m)	Distancia (m)	Caudal (m^3/s)	DBOU (mg/l)	O.D (mg/l)	Coliformes (UFC)
TRAMO A	RO-10	2357	0	0.321	3.27	7.69	2
	RO-06	2140	4.03267	0.787	2.73	7.73	25
	Q. Rasgon	2137	4.12786	0.480	2.56	7.83	278
	RO-05	1064	10.25874	1.187	3.41	7.29	560
TRAMO B	C. Los Cerros	981	12.98532	0.001	315.43	-	-
	C. los Cisnes	970	13.143951	0.008	289.50	-	-
	Q. Grande	921	15.9384	0.136	2.02	8.74	100
	Q. Soratoque	895	17.3908	0.182	167.40	0.13	2440000
	RO-2PA	891	18.8628	-	62.59	5.05	2360000
	Rio Lato	885	18.9194	-	4.46	6.69	13200
	C. Palogordo	860	26.352411	0.001	100.87	-	-
	RO-04	849	26.49512	2.220	9.79	3.87	220000
TRAMO C	RO-4N	821	32.58165	1.882	10.19	6.44	12000
	RO-4H	736	38.26168	1.859	6.84	7.1	81600
TRAMO D	PTAR nuevo Grion	754	39.315138	0.005	99.05	-	-
	RO-4A	716	41.95335	2.838	6.12	6.75	218000
	Rio Frio	711	44.6416	1.742	74.37	5	2420000
	C. EMPAS	698	46.478334	0.117	289.57	-	-
	Q. Iglesia	705	46.51005	0.605	114.11	5.13	1600000
	C. Carrizal	695	46.527379	0.080	298.57	-	-
	RO-2PB	686	47.72481	3.966	18.42	5.62	3200000
TRAMO E	Q. Chimita		50.1618	0.592	63.87	6.25	-
	PIB I	684	50.43904	0.005	700.76	-	-
	Q. Cuyamita	675	52.4887	0.236	27.40	-	-
	Q. Argelia		54.2656	0.013	8.89	6.39	-
	RO-2A	659	51.92698	-	15.18	5	3460000
	Q. Las Navas	658	54.3349	0.035	32.29	-	-
	PIB II	652	55.08034	0.002	375.11	-	-
	Q. Chapinero		55.5669	0.101	37.48	6.82	-
	Q. La Picha		55.9746	0.0368	88.29	3.41	-
	RO-01	627	58.20357	-	6.54	4.93	2800000

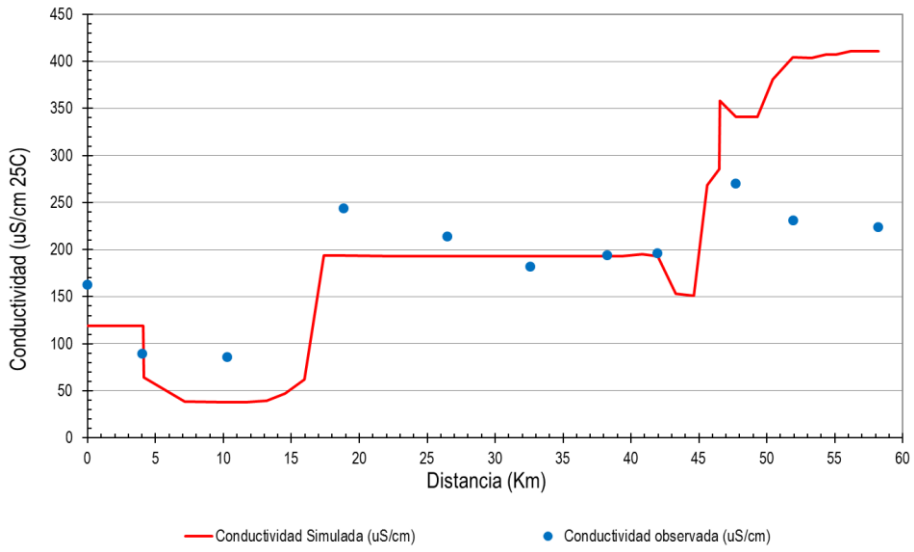
Gráfica 176 Comportamiento hidráulico Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



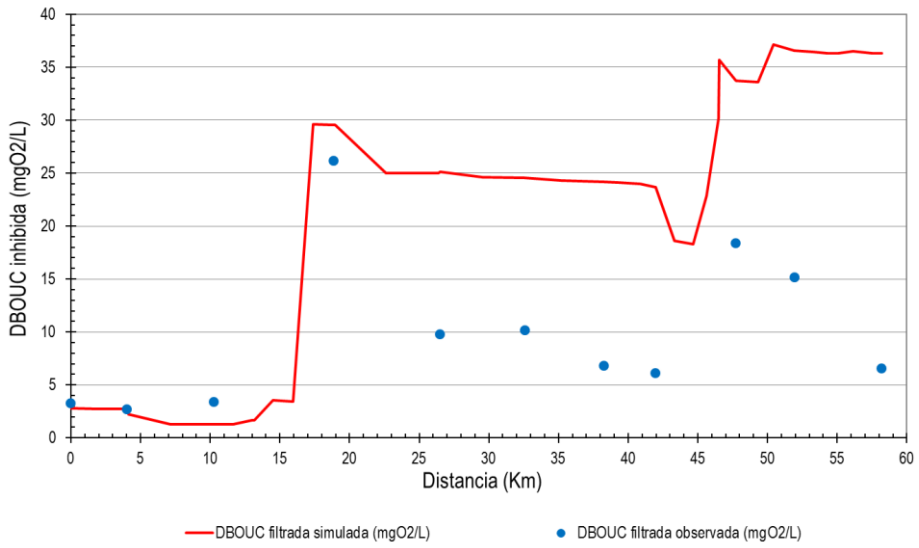
Gráfica 177 Comportamiento Temperatura del agua Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



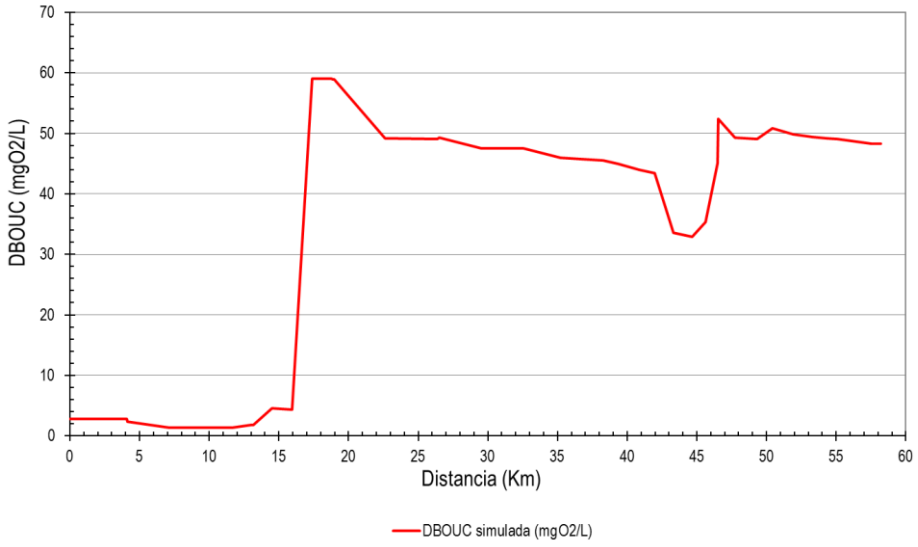
Gráfica 178 Comportamiento conductividad Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



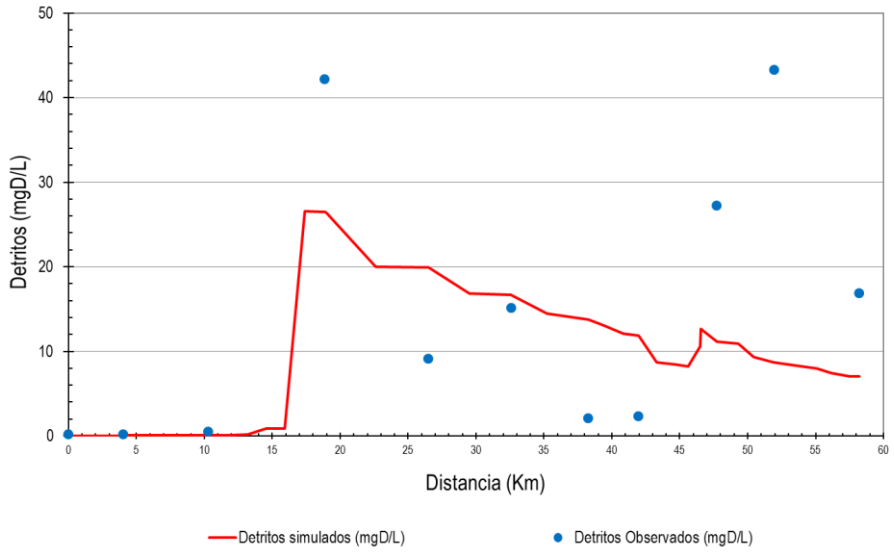
Gráfica 179 Comportamiento DBOUC inhibida Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



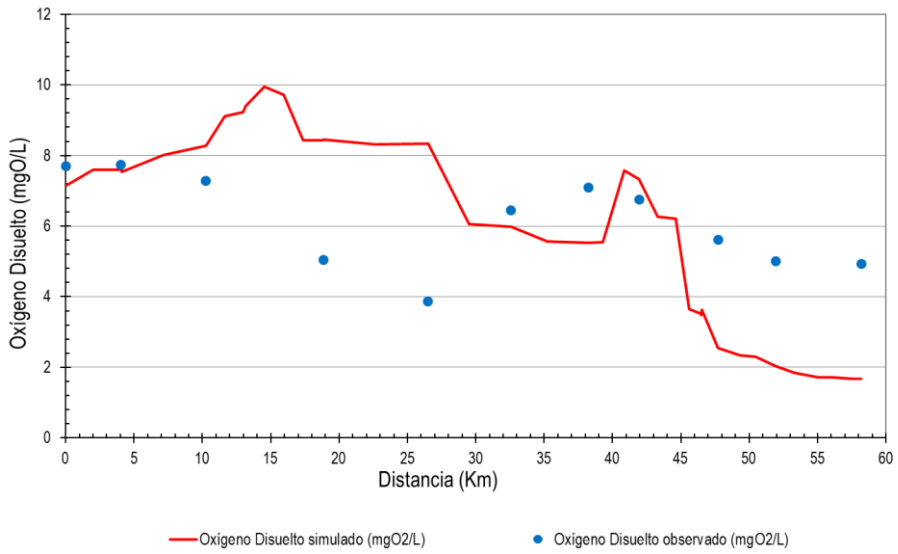
Gráfica 180 Comportamiento DBOUC Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



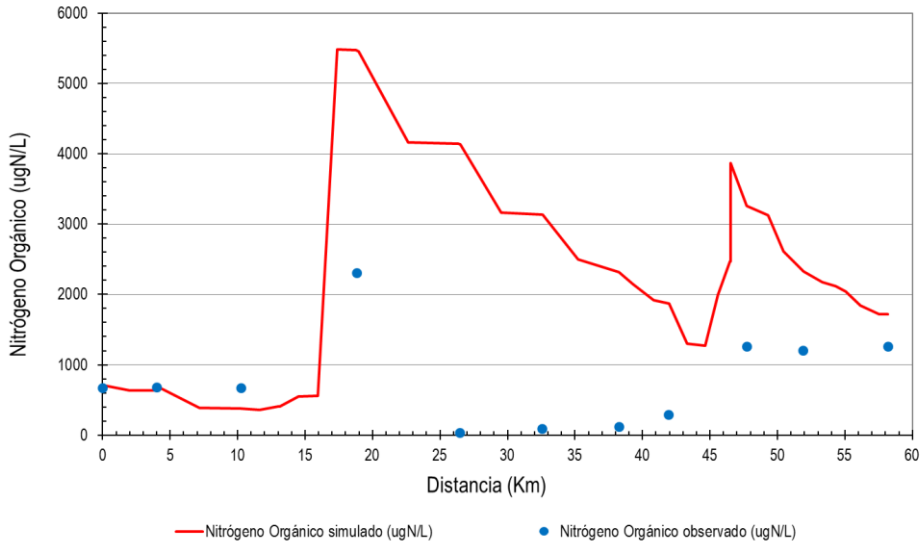
Gráfica 181 Comportamiento Detritos Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



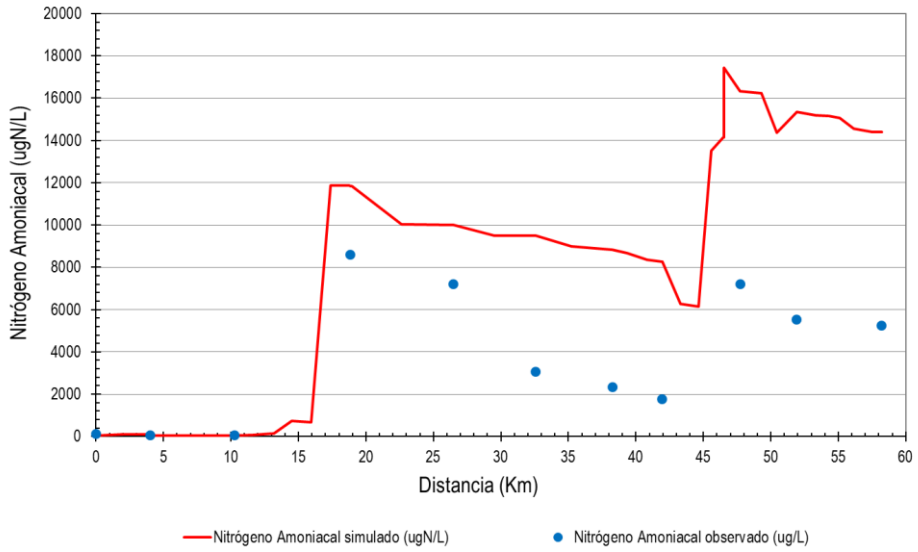
Gráfica 182 Comportamiento Oxígeno Disuelto Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



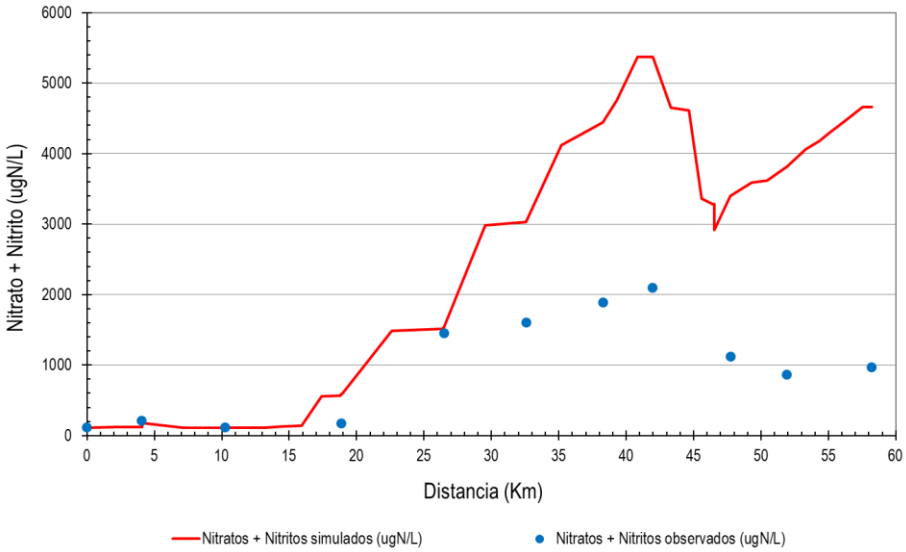
Gráfica 183 Comportamiento Nitrógeno Orgánico Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



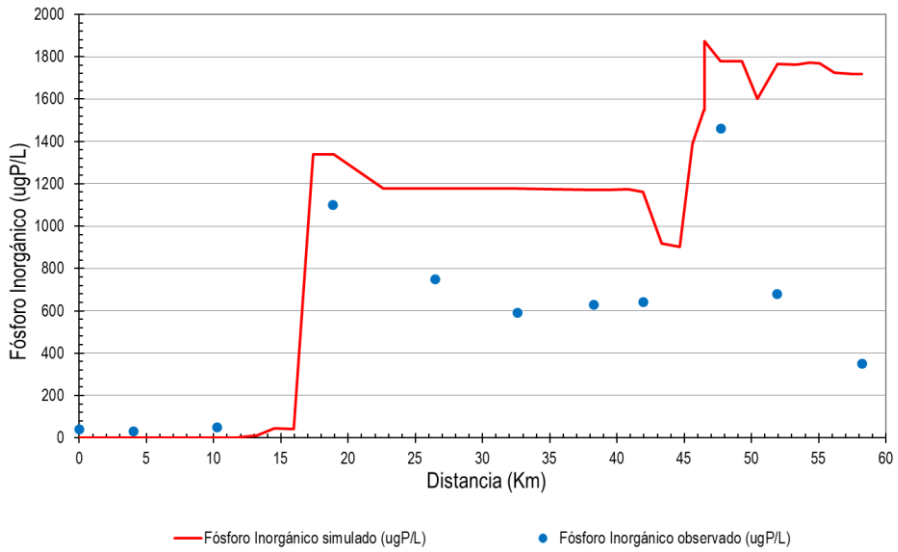
Gráfica 184 Comportamiento Nitrógeno Amoniacal Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



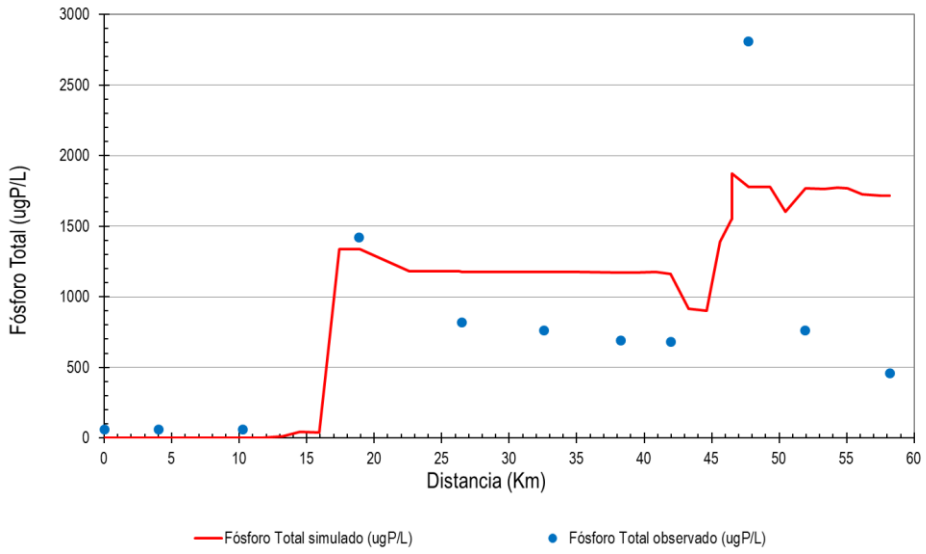
Gráfica 185 Comportamiento Nitritos + Nitratos Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



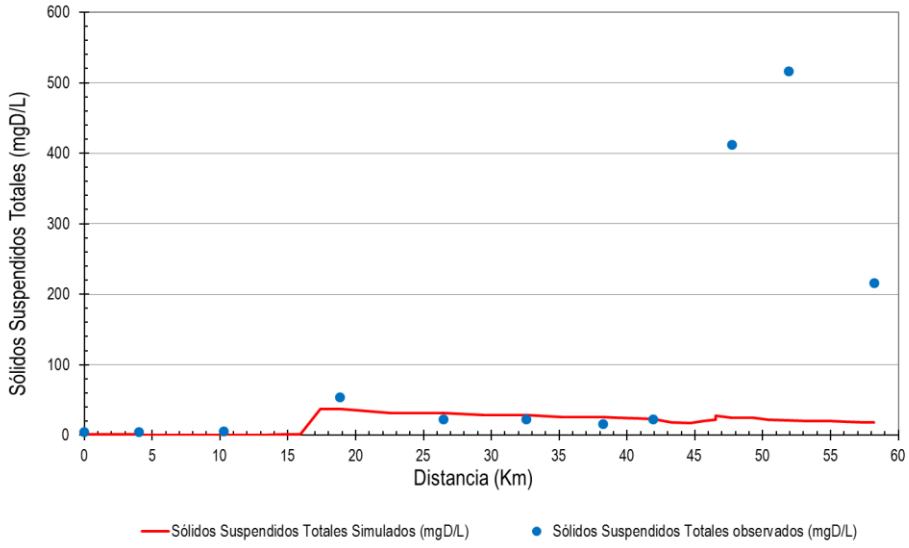
Gráfica 186 Comportamiento Fósforo Inorgánico Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



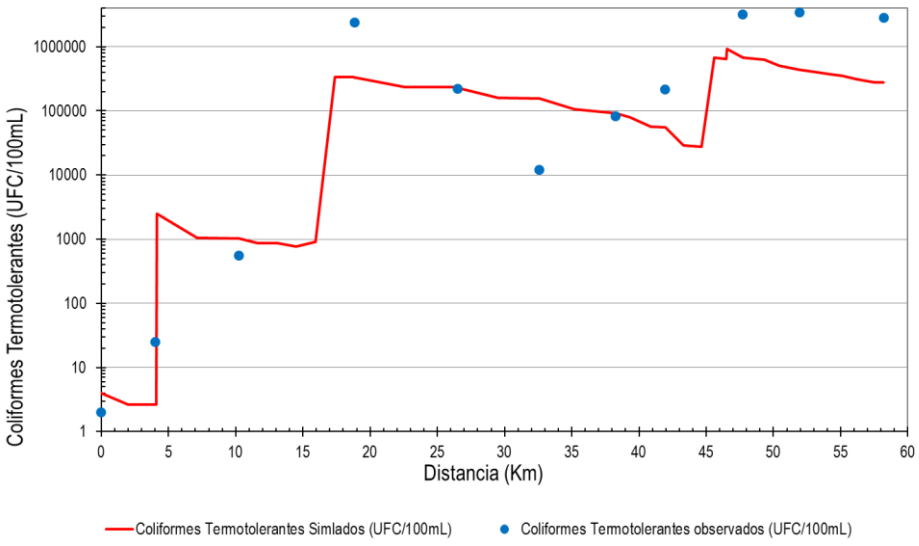
Gráfica 187 Comportamiento Fósforo Total Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



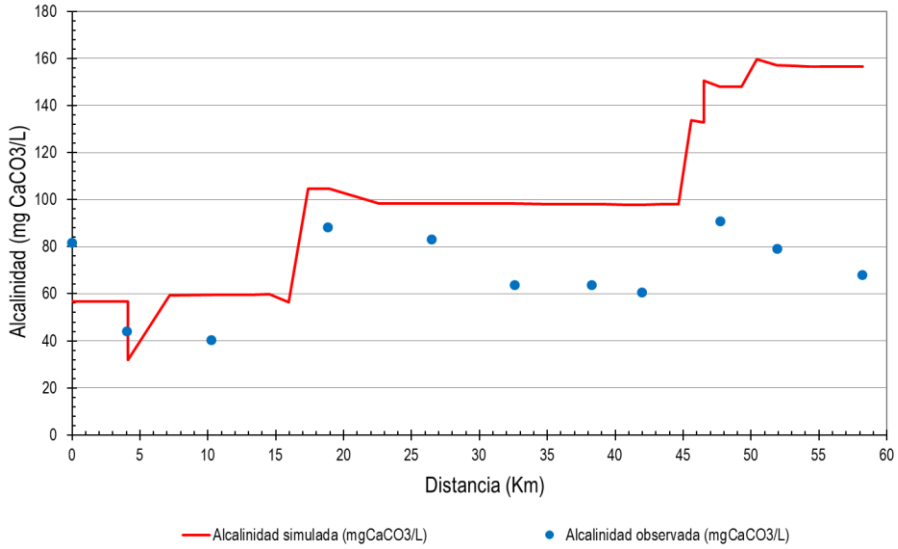
Gráfica 188 Comportamiento Sólidos Suspendidos Totales Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



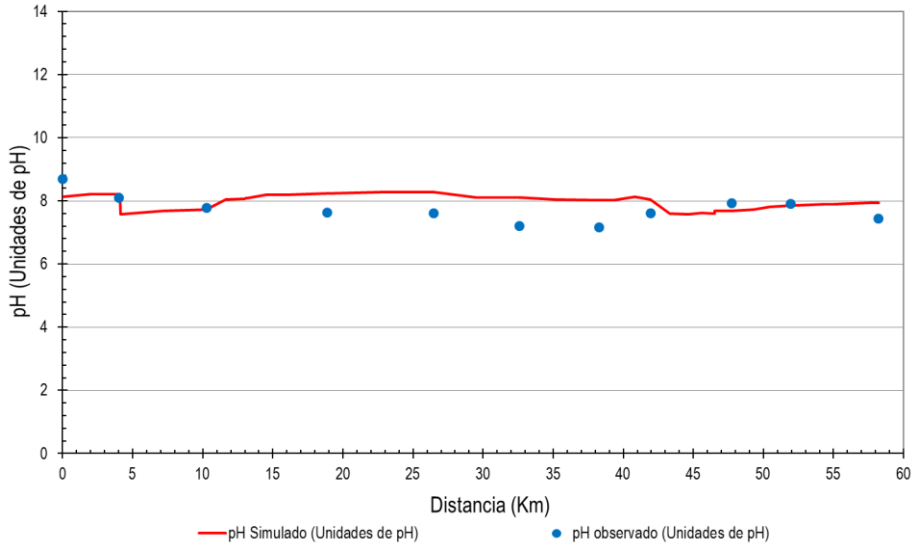
Gráfica 189 Comportamiento Coliformes Termotolerantes Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



Gráfica 190 Comportamiento Alcalinidad Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



Gráfica 191 Comportamiento pH Río de Oro – Validación del modelo – Octubre 2013



Escenario Corto Plazo. Río de Oro, tributarios y vertimientos principales, Proyectos PSMV Periodo 2014 - 2017

Con el objeto de verificar el comportamiento de las características fisicoquímicas e hidráulicas de la subcuenca Río de Oro, una vez implementado la puesta en marcha de los proyectos establecidos en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Líquidos de las empresas Piedecuestana de Servicios E.S.P. S.A. y EMPAS E.S.P. S.A., para el periodo entre el 2014 y 2017, se realizó la simulación de la calidad del agua implementando los datos reportados por el laboratorio de la CDMB para la jornada de caracterización de agua superficial ejecutada en el mes de Septiembre de 2013.

Según lo establecido en el PSMV de las empresas anteriormente referenciadas, se contará para el 2014 con la construcción y puesta en marcha de la PTAR El Santuario, la cual cubrirá el 100% del agua residual doméstica generada en el casco urbano de Piedecuesta y su vertimiento se realizará a la Quebrada Soratoque, para la PTAR Río Frio se tiene estipulado tratar el 100% del Agua Residual generada en Floridablanca y el 11% de Bucaramanga. Los datos asumidos en términos de concentraciones para estos vertimientos corresponden a los determinados en el Proyecto Ley de Vertimientos versión 2013, artículo 16, donde se contempla una descarga de DBO5 de 50.0 mg de O2/L y un oxígeno disuelto de 2.0 mg de O2/L, debido a que provienen de unidades aireadas para las dos situaciones.

Es importante resaltar que los vertimientos puntuales que actualmente existen en el municipio de Piedecuesta y vierten al Río de Oro directamente, serán clausurados, debido a que se conectaran a los colectores construidos denominados Barroblanco y Soratoque, infraestructura lineal que se encargara de transportar el agua residual doméstica hasta la PTAR El Santuario y posteriormente realizar el vertimiento único a la quebrada Soratoque.

Finalmente, las condiciones utilizadas en el Río Frio corresponden a los objetivos de calidad de la CDMB para este tramo (Uso Estético).

En el siguiente cuadro se presentan las condiciones simuladas para el presente escenario.

Cuadro 226 Condiciones Escenario corto Plazo

Escenario 3: Corto plazo (2014-2017)							
Condiciones generales							
Caracteristicas	Puntos Rio de Oro	Altitud (m.s.n.m)	Distancia (m)	Caudal (m^3/s)	DBOU (mg/l)	O.D (mg/l)	Coliformes (UFC)
TRAMO A	RO-10	2357	0	0.403	2.82	7.14	4
	RO-06	2140	4.03267	0.223	2.03	7.65	150
	Q. Rasgon	2137	4.12786	0.477	1.95	7.51	3800
	RO-05	1064	10.25874	1.372	3.55	7.79	800
TRAMO B	Q. Grande	921	15.9384	0.116	1.87	7.13	2500
	Q. Soratoque	895	17.3908	0.335	45.23	4.01	-
	RO-2PA	891	18.8628	3.308	71.84	3.7	2880000
	Rio Lato	885	18.9194	0.331	6.31	6.48	300000
	C. Palogordo	860	26.352411	0.001	100.87	-	-
	RO-04	849	26.49512	2.611	15.84	4.39	340000
TRAMO C	RO-4N	821	32.58165	1.659	7.06	5.9	70000
	RO-4H	736	38.26168	2.613	7.76	6.91	380000
TRAMO D	PTAR nuevo Grion	754	39.315138	0.005	99.05	-	-
	RO-4A	716	41.95335	2.388	8.71	6.8	40000
	Rio Frio	711	44.6416	1.224	37.98	2	-
	C. EMPAS	698	46.478334	0.117	289.57	-	-
	Q. Iglesia	705	46.51005	0.504	40.92	5.75	3440000
	C. Carrizal	695	46.527379	0.080	298.57	-	-
	RO-2PB	686	47.72481	6.159	12.99	2.44	2880000
TRAMO E	Q. Chimita		50.1618	0.592	63.87	6.25	-
	PIB I	684	50.43904	0.005	700.76	-	-
	Q. Cuyamita	675	52.4887	0.236	27.40	-	-
	Q. Argelia		54.2656	0.013	8.89	6.39	-
	RO-2A	659	51.92698	6.083	28.76	2.45	1920000
	Q. Las Navas	658	54.3349	0.035	32.29	-	-
	PIB II	652	55.08034	0.002	375.11	-	-
	Q. Chapinero		55.5669	0.101	37.48	6.82	-
	Q. La Picha		55.9746	0.0368	88.29	3.41	-
	RO-01	627	58.20357		35.95	3.86	3040000
Observaciones:		periodo corto plazo 2014 - 2017					

1) Como documento de referencia para establecer el escenario a corto plazo, se tomó el PSMV de Piedecuestana E.S.P, PSMV de EMPAS, los objetivos de calidad establecidos para el rio Frio y el Proyecto ley de vertimientos 2013.

2) El caudal de vertiemientos fue modificado teniendo en cuenta teniendo la proyección de poblacion del DANE y el vertimiento percapita en cada uno de los municipios del area de influencia.

Escenario Mediano Plazo: Río de Oro, tributarios y vertimientos principales, Proyectos PSMV 2017 – 2020

Para el Escenario denominado Mediano Plazo, se realizó la simulación de la calidad del agua del Río de Oro, asumiendo las mismas condiciones fisicoquímicas del escenario corto Plazo y en cuanto a las condiciones hidráulicas de los vertimientos de las Plantas de Tratamiento de Agua Residual El Santuario y Río Frio, se realizó la proyección de la población según información del DANE y los PSMV 2017.

En el siguiente cuadro se presentan las condiciones simuladas para el presente escenario.

Cuadro 227 Condiciones Escenario Mediano Plazo

Escenario 4: Mediano plazo (2017-2020)							
Condiciones generales							
Caracteristicas	**Puntos Rio de Oro**	**Altitud (m.s.n.m)**	**Distancia (m)**	**Caudal (m^3/s)**	**DBOU (mg/l)**	**O.D (mg/l)**	**Coliformes (UFC)**
TRAMO A	**RO-10**	2357	0	0.403	2.82	7.14	4
	RO-06	2140	4.03267	0.223	2.03	7.65	150
	Q. Rasgon	2137	4.12786	0.477	1.95	7.51	3800
	RO-05	1064	10.25874	1.372	3.55	7.79	800
TRAMO B	**Q. Grande**	921	15.9384	0.116	1.87	7.13	2500
	Q. Soratoque	895	17.3908	0.349	46.61	4.01	-
	RO-2PA	891	18.8628	3.308	71.84	3.7	2880000
	Rio Lato	885	18.9194	0.331	6.31	6.48	300000
	C. Palogordo	860	26.352411	0.001	100.87	-	-
	RO-04	849	26.49512	2.611	15.84	4.39	340000
TRAMO C	**RO-4N**	821	32.58165	1.659	7.06	5.9	70000
	RO-4H	736	38.26168	2.613	7.76	6.91	380000
TRAMO D	**PTAR nuevo Grion**	754	39.315138	0.005	99.05	-	-
	RO-4A	716	41.95335	2.388	8.71	6.8	40000
	Rio Frio	711	44.6416	1.296	37.98	2	-
	C. EMPAS	698	46.478334	0.117	289.57	-	-
	Q. Iglesia	705	46.51005	0.504	40.92	5.75	3440000
	C. Carrizal	695	46.527379	0.080	298.57	-	-
	RO-2PB	686	47.72481	6.159	12.99	2.44	2880000
TRAMO E	**Q. Chimita**		50.1618	0.592	63.87	6.25	-
	PIB I	684	50.43904	0.005	700.76	-	-
	Q. Cuyamita	675	52.4887	0.236	27.40	-	-
	Q. Argelia		54.2656	0.013	8.89	6.39	-
	RO-2A	659	51.92698	6.083	28.76	2.45	1920000
	Q. Las Navas	658	54.3349	0.035	32.29	-	-
	PIB II	652	55.08034	0.002	375.11	-	-
	Q. Chapinero		55.5669	0.101	37.48	6.82	-
	Q. La Picha		55.9746	0.0368	88.29	3.41	-
	RO-01	627	58.20357		35.95	3.86	3040000
Observaciones:		periodo mediano plazo 2017 - 2020					

1) Como documento de referencia para establecer el escenario a mediano plazo, se tomó el PSMV de Piedecuestana E.S.P, PSMV de EMPAS, los objetivos de calidad establecidos para el rio Frio y el Proyecto ley de vertimientos 2013.

2) El caudal de vertiemientos fue modificado teniendo en cuenta teniendo la proyección de poblacion del DANE y el vertimiento percapita en cada uno de los municipios del area de influencia.

Escenario Largo Plazo: Río de Oro, tributarios y vertimientos principales, Proyectos PSMV 2020 – 2024

En el presente escenario se asumió la construcción y puesta en marcha de la PTAR Marino, la cual tratará el 100% del agua residual generada en el municipio de Girón y el 25% de Bucaramanga. Igualmente, no se simuló los vertimientos denominados Colector EMPAS y Carrizal, debido a que la matriz de agua recolectada por estos será transportada mediante infraestructura lineal (Colectores y emisario) construidos por la empresa prestadora del servicio EMPAS, la cual unificara dichos vertimientos en el punto afluente de la PTAR Marino.

Una vez esta Planta de Tratamiento de Agua Residual se encuentre en funcionamiento, la calidad del agua del Río Frio y la Quebrada La Iglesia mejoraran, puesto que todas las descargas que se realizan directamente y sin previo tratamiento en estas fuentes hídricas serán transportadas y tratadas por la planta en mención.

En el siguiente cuadro se presentan las condiciones establecidas para el escenario Largo Plazo.

Cuadro 228 Condiciones Escenario Largo Plazo

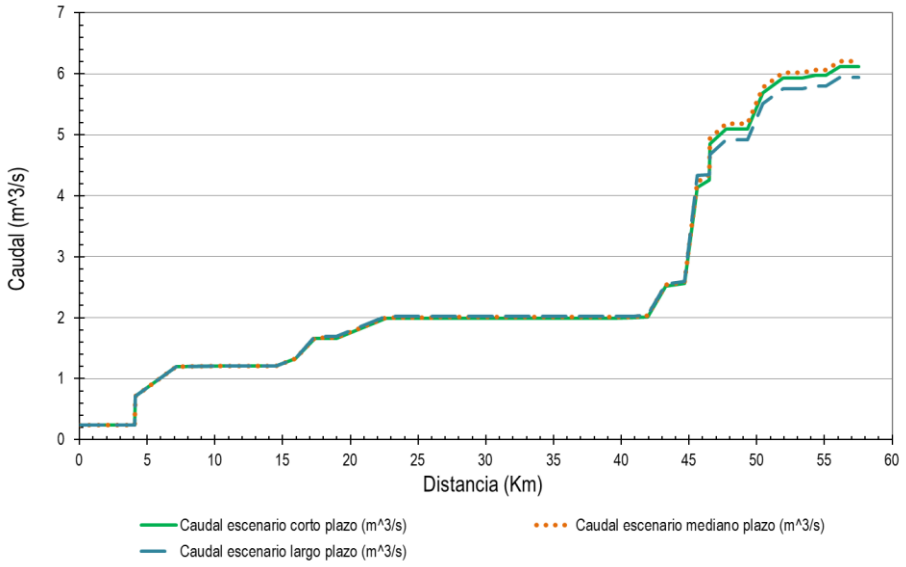
Escenario 5: Largo plazo (2020-2024)							
Condiciones generales							
Caracteristicas	**Puntos Rio de Oro**	**Altitud (m.s.n.m)**	**Distancia (m)**	**Caudal (m^3/s)**	**DBOU (mg/l)**	**O.D (mg/l)**	**Coliformes (UFC)**
TRAMO A	**RO-10**	2357	0	0.403	2.82	7.14	4
	RO-06	2140	4.03267	0.223	2.03	7.65	150
	Q. Rasgon	2137	4.12786	0.477	1.95	7.51	3800
	RO-05	1064	10.25874	1.372	3.55	7.79	800
TRAMO B	**Q. Grande**	921	15.9384	0.116	1.87	7.13	2500
	Q. Soratoque	895	17.3908	0.364	47.71	3.85	-
	RO-2PA	891	18.8628	3.308	71.84	3.7	2880000
	Rio Lato	885	18.9194	0.331	6.31	6.48	300000
	C. Palogordo	860	26.352411	0.001	100.87	-	-
	RO-04	849	26.49512	2.611	15.84	4.39	340000
TRAMO C	**RO-4N**	821	32.58165	1.659	7.06	5.9	70000
	RO-4H	736	38.26168	2.613	7.76	6.91	380000
TRAMO D	**PTAR nuevo Grion**	754	39.315138	0.005	99.05	-	-
	RO-4A	716	41.95335	2.388	8.71	6.8	40000
	Rio Frio	711	44.6416	1.398	37.98	2	-
	Q. Iglesia	705	46.51005	0.324	10.00	5	3440000
	RO-2PB	686	47.72481	6.159	12.99	2.44	2880000
TRAMO E	**Q. Chimita**		50.1618	0.592	63.87	6.25	-
	PIB I	684	50.43904	0.005	700.76	-	-
	Q. Cuyamita	675	52.4887	0.236	27.40	-	-
	Q. Argelia		54.2656	0.013	8.89	6.39	-
	RO-2A	659	51.92698	6.083	28.76	2.45	1920000
	Q. Las Navas	658	54.3349	0.035	32.29	-	-
	PIB II	652	55.08034	0.002	375.11	-	-
	Q. Chapinero		55.5669	0.101	37.48	6.82	-
	Q. La Picha		55.9746	0.0368	88.29	3.41	-
	RO-01	627	58.20357		35.95	3.86	3040000
Observaciones:		periodo corto plazo 2020 - 2024					

1) Como documento de referencia para establecer el escenario a largo plazo, se tomó el PSMV de Piedecuestana E.S.P.S.A, PSMV de EMPAS S.A, los objetivos de calidad establecidos para el rio Frio según acuerdo 1075 de 2006 y el Proyecto ley de vertimientos versión 2013. Teniendo cuenta la puesta en marcha de la PTAR la Marino y la infraestructura asociada a ella, se espera lograr el saneamiento de la quebrada la Iglesia y la disminución de carga contaminante aportada por algunos tributarios y vertimientos a la fuente hidrica rio Frio.

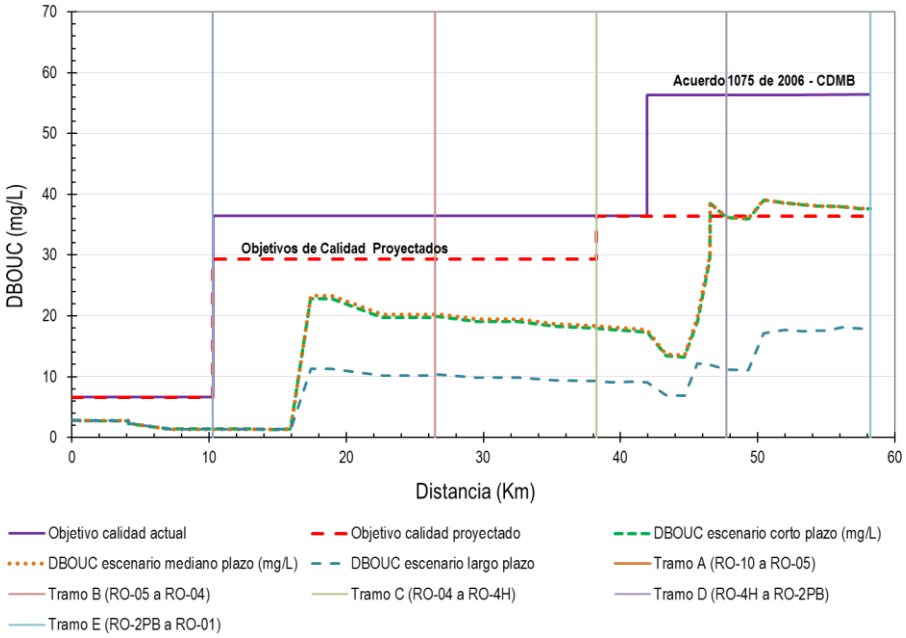
2) El caudal de vertiemientos fue modificado teniendo en cuenta la proyección de poblacion del DANE (2005-2020) y el vertimiento percapita en cada uno de los municipios del area de influencia directa

En las siguientes gráficas se presentan el comportamiento de las variables establecidas en los objetivos de calidad (Acuerdo 1074 de 2006) para cada uno de los escenarios propuestos.

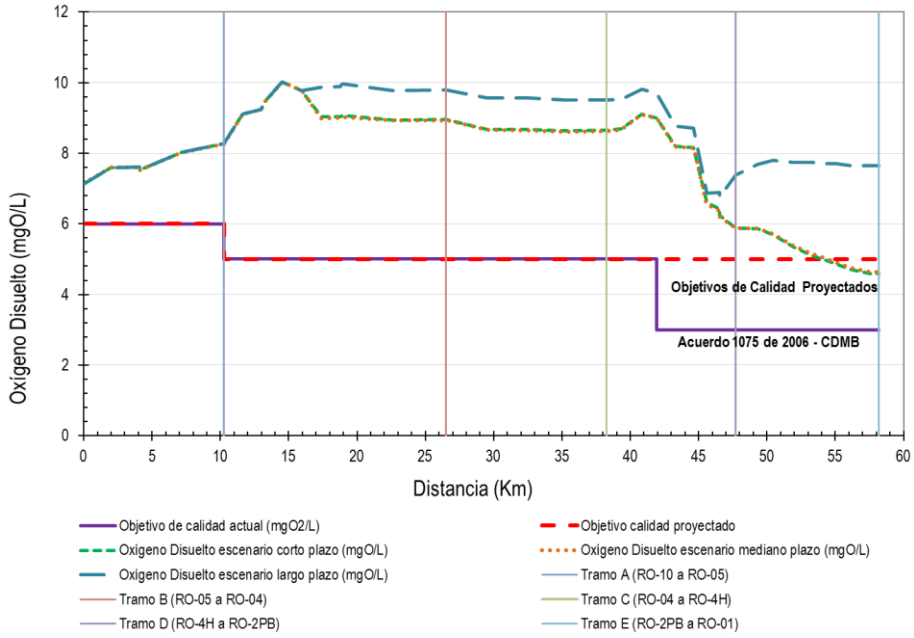
Gráfica 192 Comparación Comportamiento hidráulico Río de Oro



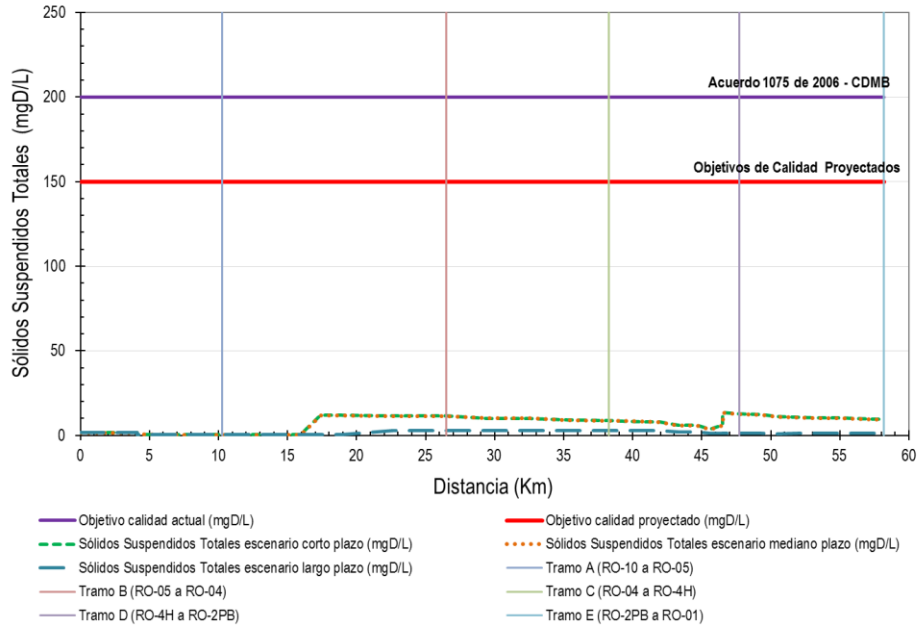
Gráfica 193 Comparación Comportamiento DBOUC Río de Oro



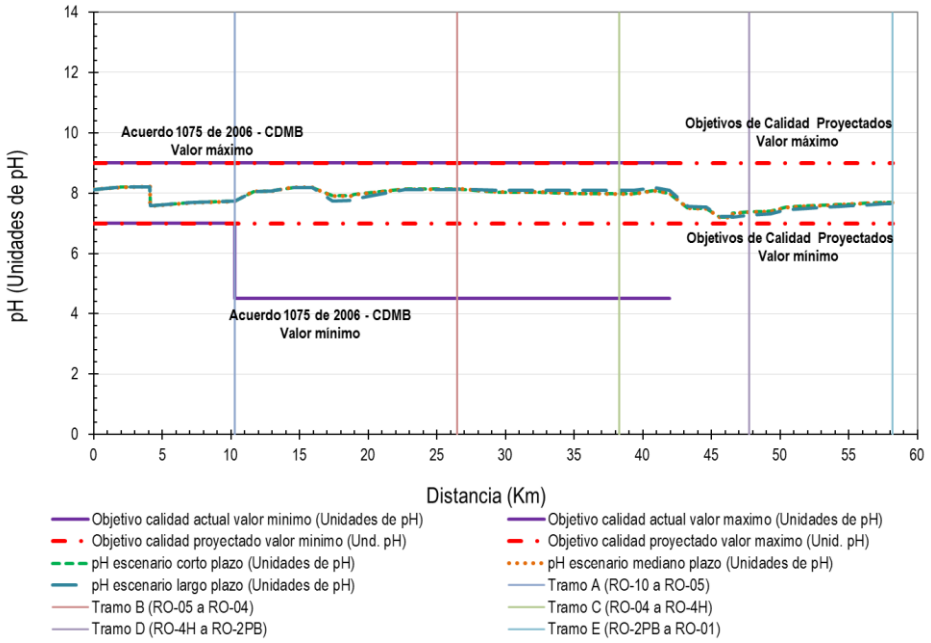
Gráfica 194 Comparación Comportamiento Oxígeno Disuelto Río de Oro



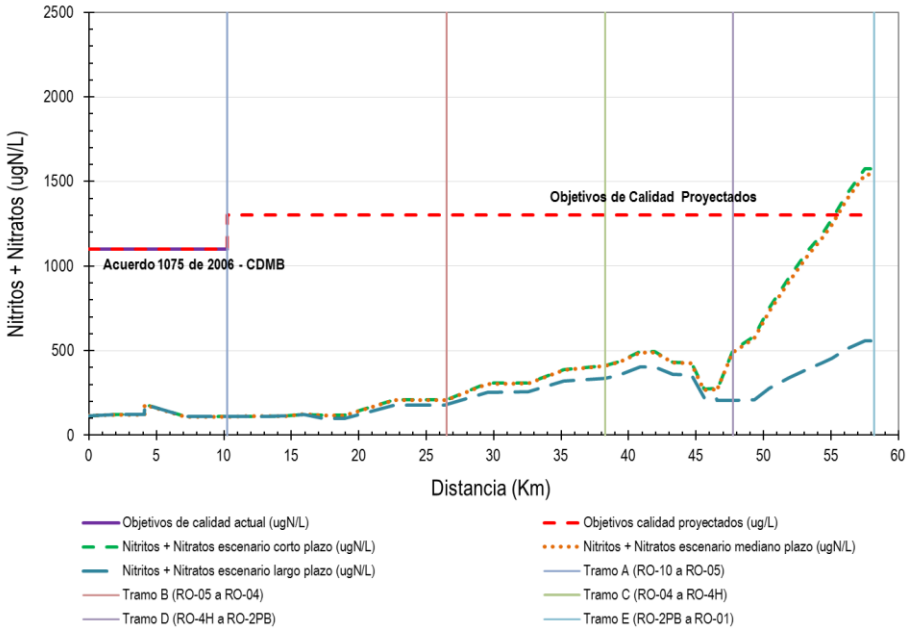
Gráfica 195 Comparación Comportamiento Sólidos Suspendidos Totales Río de Oro



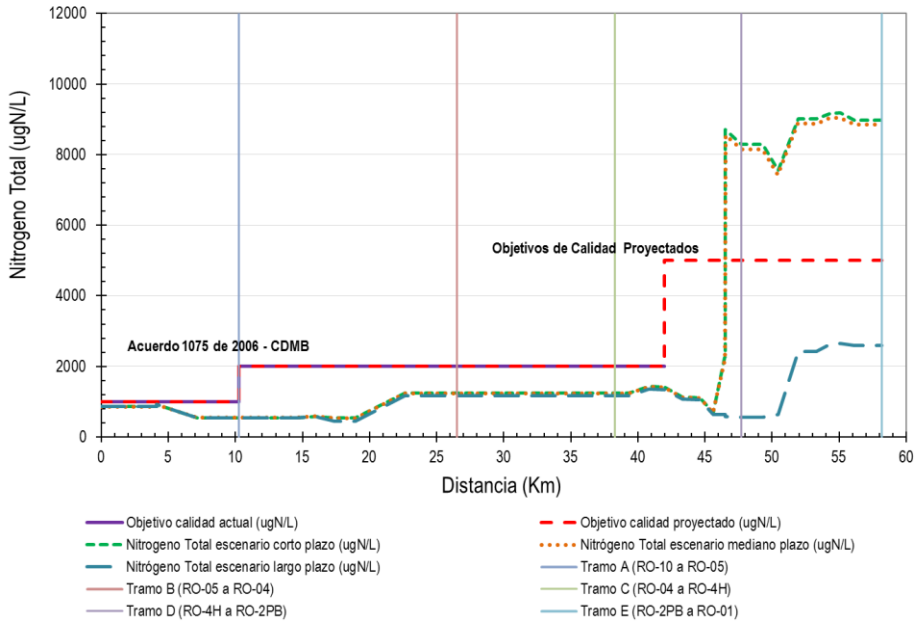
Gráfica 196 Comparación Comportamiento pH Río de Oro



Gráfica 197 Comparación Comportamiento Nitritos + Nitratos Río de Oro



Gráfica 198 Comparación Comportamiento Nitrógeno Total Río de Oro



Escenario Cargas Máximas: Río de Oro, tributarios y vertimientos principales.

Teniendo en cuenta la simulación de los escenarios de corto, mediano y largo plazo, el equipo técnico general del proyecto de la CDMB y consultoría externa realizó el análisis de cada una de los tramos evaluados y las características en términos de calidad del agua o recurso hídrico que podrían presentarse a lo largo de estos 10 años de prospectiva.

Dentro de los resultados se tiene la necesidad de realizar una modificación parcial a los objetivos de calidad actuales vigentes por el acuerdo 1075 del 2006, situación que se presenta con mayor detalle en el capítulo de Formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso del Rio de Oro.

Sin embargo, en la siguiente tabla se presenta la propuesta planteada por el equipo consultor.

Cuadro 229 Usos actuales y potenciales por tramos en Río de Oro.

TRAMO	PUNTOS	Uso Proyectado	DBO5 (mg/L)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Nitritos (ugN/L)	Nitratos (ugN/L)	Nitrógeno Total (ugN/L)	pH (unidades de pH)	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	Coliformes Totales (NMP/100ml)
A	RO-10	Doméstico	≤3.0	≤150	>6.0	≤100	≤1000	≤1000	7 - 9	<2000	<20000

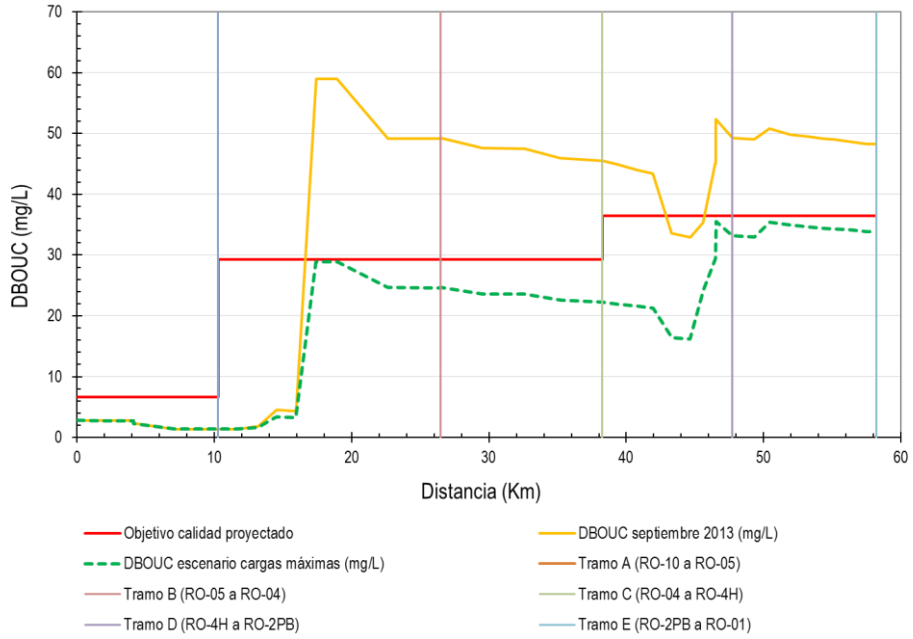
	RO-06										
	RO-05										
B	RO-05	Agrícola (riego)	≤12		>5.0	≤130	≤1170	≤2000		≤1000	≤5000
	RO-2PA										
	RO-04										
C	RO-04										
	RO-4N										
	RO-4H										
D	RO-4H		≤20					≤5000			
	RO-4A										
	RO-2PB										
E	RO-2PB										
	RO-2A										
	RO-01										

Así mismo, a continuación se presenta el cuadro con las cargas máximas establecidas para cada tributario y vertimiento evaluado en el presente estudio, igualmente, las gráficas ilustran las concentraciones máximas permisibles para el cumplimiento de los objetivos de calidad que la CDMB contempla para la fuente hídrica evaluada en el siguiente periodo de seguimiento y control.

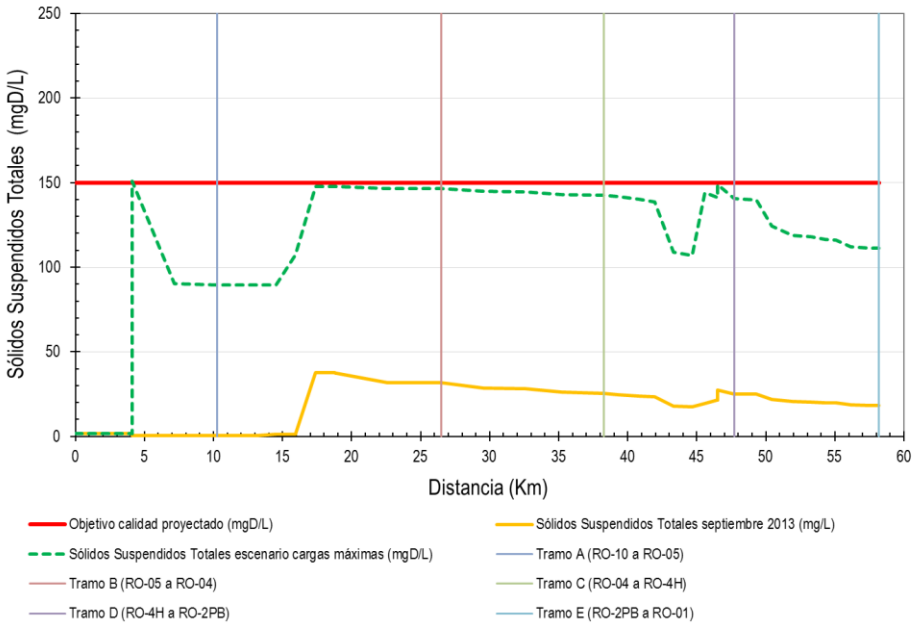
Cuadro 230 Caudal y concentraciones máximas establecidas

Punto	Caudal	DBOUC rápida	Detritos	SST	Oxígeno Disuelto	Nitritos + Nitratos	Nitrógeno Orgánico	Nitrógeno Amoniacal	Nitrogeno Total
	m3/s	mgO2/L	mgD/L	mg/L	mg/L	ugN/L	ugN/L	ugN/L	ugN/L
Quebrada Rasgon	0.477	1.95	0.14	452	7.51	98	710	30	838
Colector los Cerros	0.0014	205.03	38.375	-	2	51	4220	5180	9451
Colector los Cisnes	0.0083	188.17	77.43	-	2	51	2510	8990	11551
Quebrada Grande	0.116	1.87	0.12	593	7.13	98	710	30	838
Quebrada Soratoque	0.29	72.01	71.22	530	0.17	53	2709	5724	8486
Río Lato	0.331	6.31	0.53	277	6.5	174	394	490	1058
Colector Palogordo	0.0011	100.87	39.06	-	2	197	1274	92	1563
PTAR Nuevo Girón	0.0052	99.05	29.38	-	2	565	4160	10200	14925
Río Frio	1.224	37.28	11.18	254	6	102	940	6740	7782
Colector EMPAS	0.1173	159.01	51.22	-	3.41	282	3920	7520	11722
Quebrada La Iglesia	0.504	38.87	18.06	483	6	111	2700	8220	11031
Colector Carrizal	0.0798	164.22	47.97	-	3.41	495	3580	8960	13035
Quebrada Chimita	0.592	57.49	-	-	6.25	113	-	-	-
Parque Industrial Bucaramanga I etapa	0.0046	420.45	37.19	-	3.41	650	8220	3880	12750
Quebrada Cuyamita	0.2362	27.4	7.13	-	6.17	113	100	8660	8873
Quebrada Argelia	0.0134	8.89	-	-	6.39	113	-	-	-
Quebrada Las Navas	0.0351	32.29	17.591	-	3.41	113	1760	5740	7613
Parque Industrial Bucaramanga II etapa	0.0017	225.07	45.55	-	3.41	650	8962	1818	11430
Quebrada Chapinero	0.101	37.48	-	-	6.82	113	-	-	-
Quebrada La Picha	0.0368	88.29	-	-	3.41	113	-	-	-

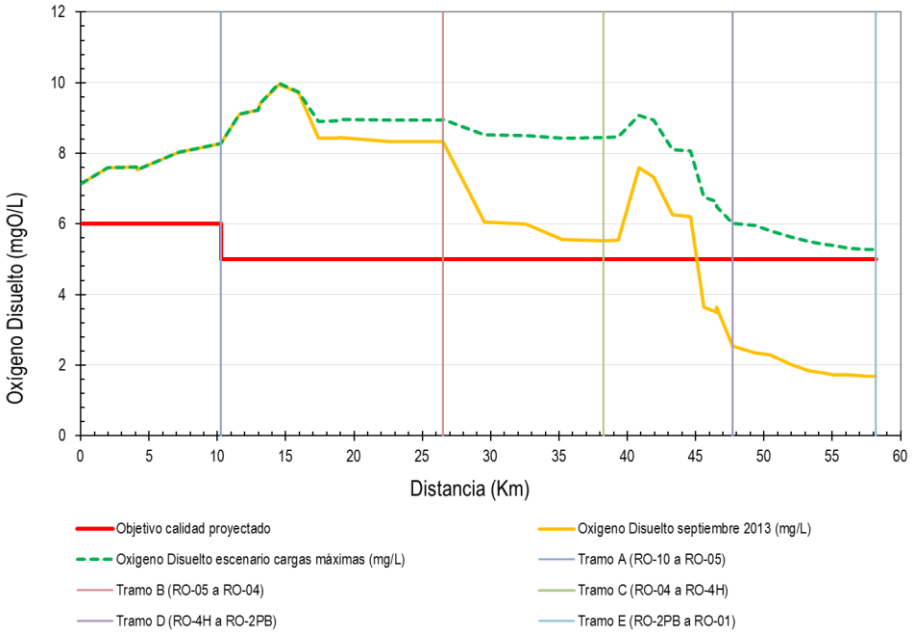
Gráfica 199 Comportamiento DBOUC Río de Oro – Escenario cargas máximas



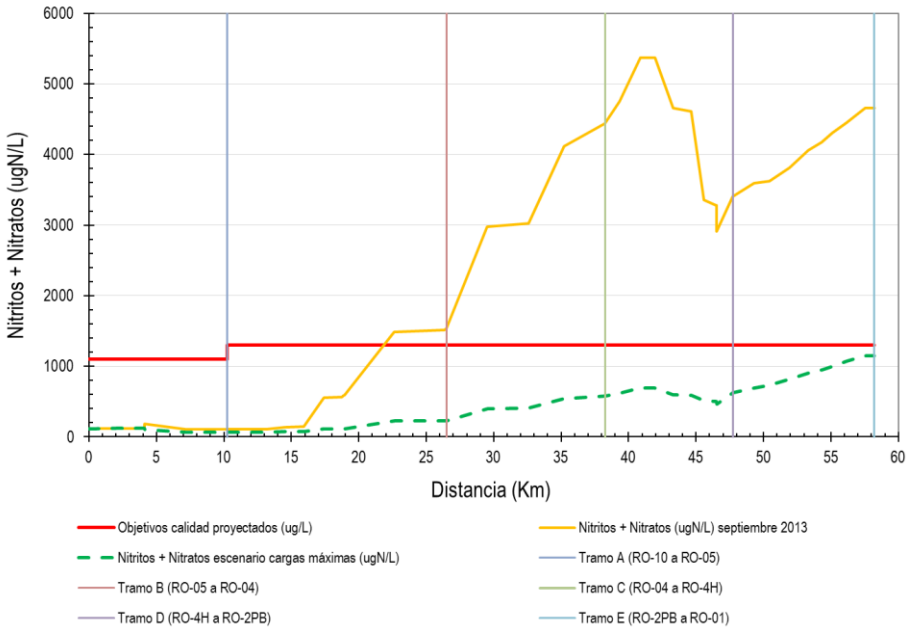
Gráfica 200 Comportamiento Sólidos Suspendidos Totales Río de Oro – Escenario cargas máximas



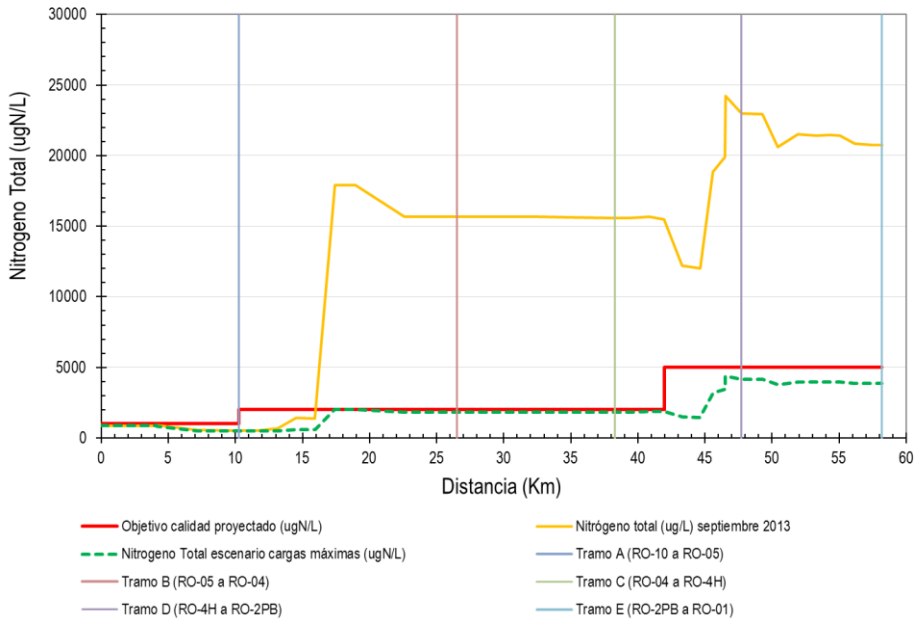
Gráfica 201 Comportamiento Oxígeno Disuelto Río de Oro – Escenario cargas máximas



Gráfica 202 Comportamiento Nitritos + Nitratos Río de Oro – Escenario cargas máximas



Gráfica 203 Comportamiento Nitrógeno Total Río de Oro – Escenario cargas máximas



Con los resultados obtenidos en la modelación de los diferentes escenarios se tiene que la fuente hídrica principal Rio de Oro está siendo afectada principalmente por el vertimiento de las descargas domésticas sin previo tratamiento o con tratamientos parciales a dicha fuente, que provienen de los principales cascos urbanos del área metropolitana (Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta y San Juan de Girón), situación preocupante dado que el crecimiento poblacional en dichas áreas presuntamente no está valorando el impacto que actualmente se hace sobre la fuente hídrica principal, sin embargo, dentro del análisis realizado se tiene que las condiciones planteadas en el escenario de largo plazo para el presente documento y los objetivos de calidad establecidos en los tramos seleccionados serían las condiciones máximas permisibles para la fuente principal evaluada Rio de Oro, estas condiciones se presentaron en el Cuadro 228 Condiciones Escenario Largo Plazo.

Sin embargo, la situación es aún más preocupante dado que para el cumplimiento de los escenarios planteados por el equipo consultor y entidad ambiental CDMB se debe dar cumplimiento a cabalidad a cada una de las actividades planteadas en los documentos denominados Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Líquidos presentados por las empresa prestadoras del servicio de alcantarillado a la entidad ambiental y a la fecha de acuerdo al análisis de información suministrada por la CDMB y visitas de inspección a las obras, se presentan retrasos en el desarrollo de las mismas, situación que podría llevar a un incumplimiento en la prospectiva planteada para el ordenamiento del recurso hídrico principal Rio de Oro.

Si bien es cierto que el presente documento se convertirá en el instrumento normativo para la estructuración en lo referente al usos del recurso de la fuente principal, se hace necesario articular los esfuerzos de seguimientos por parte de los entes de control, para la verificación de los cumplimientos de toda las actividades requeridas en los PSMV, así mismo se hace necesario el fortalecimiento

institucional referente al grupo o área técnica correspondiente a la red de calidad y monitoreo, dado que se deben contemplar variables de interés que no se han tenido en cuenta en las últimas décadas y que para los modelos actuales son requeridos para ir alimentando y fortalecimiento del software de modelación, así mismo, capacitación actualizada a todo el personal profesional vinculado con dichas áreas de trabajo.

5 FORMULACIÓN: ELABORACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO

En esta fase se adopta el escenario elegido tanto en cantidad como en calidad en el escenario de 10 años como las directrices de planificación y orientadores de la administración, control y vigilancia de recurso hídrico.

5.1 (a) ESTABLECER CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS

Cuadro 231 Clasificación de los tramos según Decreto 1541 de 1978 del Art. 205

Tramos	Puntos Monitoreo	Clasificación de las aguas con respecto a los vertimientos
TRAMO A: RO-O-10 / RO-05	RO-O-10	Clase I: Las cabeceras de las fuentes de agua
	RO-06	Clase I: Las cabeceras de las fuentes de agua
	QRG-O-01	Clase I: Las cabeceras de las fuentes de agua
	RO-05	Clase I: Un sector aguas arriba de las bocatomas para agua potable
TRAMO B: RO-05 / RO-04	QG-01	Clase I: Un sector aguas arriba de las bocatomas para agua potable
	SO-01	Clase II: cuerpo de agua no incluido en la Clase I
	RO-O-2PA	Clase II: cuerpo de agua no incluido en la Clase I
	LT-01	Clase II: cuerpo de agua no incluido en la Clase I
	RO-04	Clase II: cuerpo de agua no incluido en la Clase I
TRAMO C: RO-04 / RO-O-4H	RO-O-4N	Clase II: cuerpo de agua no incluido en la Clase I
	RO-O-4H	Clase II: cuerpo de agua no incluido en la Clase I
TRAMO D: RO-O-4H / RO-2PB	RO-4A	Clase II: cuerpo de agua no incluido en la Clase I
	RF-1A	Clase II: cuerpo de agua no incluido en la Clase I
	LI-01	Clase II: cuerpo de agua no incluido en la Clase I
	RO-O-2PB	Clase II: cuerpo de agua no incluido en la Clase I
TRAMO E: RO-2PB / RO-01	RO-O-2A	Clase II: cuerpo de agua no incluido en la Clase I
	RO-01	Clase II: cuerpo de agua no incluido en la Clase I

Según la Clasificación de los cuerpos de agua del Decreto 1541 de 1978 se tiene que el tramo de Río de Oro Nacimiento- RO-05, es considerado Clase I (no admite vertimientos) ya que corresponde a una cabecera de una fuente de agua, que en algunos sectores es utilizada para uso recreativo por contacto primario y por estar aguas arriba de la bocatoma de la Planta de potabilización de la Piedecuestana de Servicios Públicos.

En los tramos RO-05 a RO-04 (Tramo B) y RO-04 a RO-4H (Tramo C), se consideró como Clase II (admite vertimientos con algún tratamiento), dadas sus características y su proximidad con respecto al casco urbano de municipio de Piedecuesta pues sus puntos se ubican aguas abajo del municipio y después de la Quebrada Soratoque, principal fuente de contaminación en esta zona.

Los Tramos D y E se clasificaron como Clase II (admite vertimientos con algún tratamiento), dada sus características y localización con respecto a las cabeceras municipales, pues los puntos finales de estos tramos que son RO-2PB y RO-01 se ubican después de los municipios de Girón, Floridablanca, Piedecuesta y Bucaramanga.

5.2 (b y c) OBJETIVOS DE CALIDAD A ALCANZAR EN EL CORTO MEDIANO Y LARGO PLAZO

5.2.1 Usos actuales y potenciales A continuación se describen los usos actuales según las características que presentan los tramos de Río de Oro y los usos preponderantes generados en el Acuerdo 1075 de 2006 en cuanto a Objetivos de calidad para la CDMB:

Cuadro 232 Usos actuales y potenciales por tramos en Río de Oro

Tramo	Usos Actuales	Usos potenciales o Uso deseado preponderante
Tramo A, Nacimiento (RO-10) - RO-0	Consumo humano y doméstico, Acuicultura y agricultura (Riego) Recreativo (Contacto primario)	Consumo humano y doméstico
TRAMO B, RO-05 / RO-04	Recreativo (Contacto primario)	Agricultura
TRAMO C, RO-04 / RO-4H	Agricultura (Riego), Extracción de Arena.	Agricultura
TRAMO D, RO-4H / RO-2PB	Agricultura (Riego), Extracción de Arena.	Agricultura
TRAMO E, RO-2PB / RO-01	Extracción de Arena, Uso estético.	Agricultura

5.2.2 Línea base de calidad existente. A continuación se hace un comparativo con lo descrito en los objetivos de calidad de la CDMB y los resultados del monitoreo en época de Verano o escasas lluvias, por las condiciones críticas que se presentan; esta comparación se realizará tomando como base el punto final de cada tramo, por condensarse allí la trazabilidad de cada uno de los tramos.

Cuadro 233 Usos actuales y potenciales por tramos en Río de Oro tramo A

Tramo	Sistema hidrológico	Subsistema o tramo	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice			Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Monitoreo Actual 2013 Verano RO-05	Nivel técnico o normativo	Deseado		
Tramo A, Nacimiento - RO-05	Cuenca del Río Lebrija	Río de Oro	**Doméstico**	OD	mg/l	7,79	> 4	OD > 6 mg/l > 70 % Sat.	Registrar valores por encima de 6 mg/L (70% sat.) en todos los monitoreos realizados en el punto RO-05.	No existen límites normativos para OD en uso Doméstico. Sin embargo el RAS contempla valores mayores de 4 mg/l para fuentes aptas abastecimiento previo tratamiento.
				DBO_5	mg/l	1,5	5	3	Registrar valores por debajo de 3 mg/l en todos los monitoreos realizados en el punto RO-05.	Aguas con más de 5 mg/l son problemáticas para potabilización sin embargo se establece 3 mg/l como objetivo, con el fin de mantener las condiciones de la corriente.
				SST	mg/l	8,5	No Hay	< 200	Obtener concentraciones inferiores a 200 mg/l en todos los monitoreos realizados en el punto RO-05.	El objetivo se estableció con base en los valores de referencia y en el comportamiento de la corriente en los últimos años.
				pH	Unidades	8,06	5-9 +++	7 - 9	Mantener el pH en un rango de 7,9	El Decreto 1594 de 1984 señala que para consumo humano previo tratamiento, el pH debe estar entre 5 y 9
				Coliformes Fecales	NMP/100 ml	No existe patrón de comparación ****	< 2000 ***	< 2000	Reducir los Coliformes Fecales al valor indicado por la norma.	Es necesario bajar el valor de Colliformes Fecales para que no haya conflictos por uso, pues el nivel de coliformes actual limita la destinación del recurso para consumo humano.

Tramo	Sistema hidrológico	Subsistema o tramo	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice			Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Monitoreo Actual 2013 Verano RO-05	Nivel técnico o normativo	Deseado		
				Coliformes Totales	NMP/100 ml	No existe patrón de comparación ****	< 20.000 ***	< 20.000	Reducir los Coliformes Totales al valor indicado por la norma.	Es necesario bajar el valor de Colliformes Totales para que no haya conflictos por uso, pues el nivel de coliformes actual limita la destinación del recurso para consumo humano.
				Nitritos	mg/l	0,003	< 1 ***	< 0,01	Registrar en todos los monitoreos concentraciones inferiores a 0,1 mg/l en el punto RO-05.	Se establece 0,1 mg/L como objetivo de calidad con el fin de mantener las condiciones actuales de la corriente.
				Nitratos	mg/l	0,18	< 10 ***	< 1	Registrar en todos los monitoreos concentraciones inferiores a 1 mg/l en el punto RO-05.	Se establece 1 mg/L como objetivo de calidad con el fin de mantener las condiciones actuales de la corriente.
				Nitrógeno Total	mg/l	0,74	< 1 **	< 1	Registrar en todos los monitoreos concentraciones inferiores a 1 mg/l en el punto RO-05.	Según metodología del MAVDT, concentraciones por encima de 1 mg/l no son convenientes para aguas de usos domésticos.

* RAS ** Metodología MAVDT (MESOCA) *** Decreto 1594 de 1984 **** Debido a que en la modelación se requirió los resultados en unidades de CFU

Cuadro 234 Usos actuales y potenciales por tramos en Río de Oro tramos B y C

Tramos	Sistema	Subsistema	Uso deseado	Parámetro	Unidad	Índice	Objetivo de	Notas de

	hidrológico		preponderante			Monitoreo Actual 2013 Verano RO-04	Monitoreo Actual 2013 Verano RO-4H	Nivel técnico o normativo	Deseado	calidad	sustentación
Tramo B, RO-05 / RO-04 Y Tramo C, RO-04 / RO-4H	Cuenca del Río Lebrija	Río de Oro	**Agrícola (Riego)**	OD	mg/l	4,39	6,91	> 2	OD > 5 mg/l > 64 % Sat.	Registrar valores por encima de 5 mg/L (64% sat.) en todos los monitoreos realizados en el punto RO-4A.	No existen límites normativos para OD en uso Doméstico. Sin embargo en algunas referencias bibliográficas se recomienda un nivel mínimo de 2 mg/l.
				DBO5	mg/l	18	15,3	20	20	Registrar valores por debajo de 20 mg/l en todos los monitoreos realizados en el punto RO-04A.	Según referencias de la metodología presentada por el MAVDT, valores superiores a 20 mg/l no son recomendados para el uso agrícola.
				SST	mg/l	56	50	< 200	< 200	Registrar valores por debajo de 200 mg/l en el 80% de los monitoreos realizados en el punto RO-4A.	El objetivo se estableció con base en los valores de referencia y en el comportamiento de la corriente en los últimos años.
				pH	Unidades	7,33	7,62	4.5-9 ***	4.5-9	Mantener el pH en un rango de 4.5-9	El Decreto 1594 de 1984 señala que para el uso agrícola el pH del agua debe estar entre 4.5 y 9

Tramos	Sistema hidrológico	Subsistema	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice				Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Monitoreo Actual 2013 Verano RO-04	Monitoreo Actual 2013 Verano RO-4H	Nivel técnico o normativo	Deseado		
				Coliformes Fecales	NMP/100 ml	No existe patrón de comparación ****	No existe patrón de comparación ****	< 1000 ***	< 1000	Reducir los Coliformes Fecales al valor indicado por la norma.	Es necesario bajar el valor de Colliformes Fecales para que no haya conflictos por uso, pues el nivel de coliformes actual limita la destinación del recurso para riego de cultivos.
				Coliformes Totales	NMP/100 ml	No existe patrón de comparación ****	No existe patrón de comparación ****	< 5.000 ***	< 5.000	Reducir los Coliformes Totales al valor indicado por la norma.	Es necesario bajar el valor de Coliformes Totales para que no haya conflictos por uso, pues el nivel de coliformes actual limita la destinación del recurso para riego de cultivos.
				Nitrógeno Total	mg/l	5,71	3,68	2 *	2 mg/l	Reducir la concentración promedio de Nitrógeno Total a 2 mg/l	Según metodología del MAVDT, concentraciones por encima de 1 mg/l no son convenientes para aguas de usos domésticos.
				Solidos Disueltos Totales	mg/l	-	-	5000 *	< 200 mg/l	Mantener el promedio anual de	Según metodología del MAVDT,

Tramos	Sistema hidrológico	Subsistema	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice				Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Monitoreo Actual 2013 Verano RO-04	Monitoreo Actual 2013 Verano RO-4H	Nivel técnico o normativo	Deseado		
										sólidos disueltos por debajo del 200 mg/l	concentraciones por encima de 1 mg/l no son convenientes para aguas de usos domésticos.
				Solidos Flotantes		-	-	Ausentes	Ausentes	Ausentes	La presencia de sólidos flotantes puede dificultar las labores de irrigación de cultivos.

* RAS
**Metodología MAVDT (MESOCA)
*** Decreto 1594 de 1984
**** Debido a que en la modelación se requirió los resultados en unidades de CFU

Cuadro 235 Usos actuales y potenciales por tramos en Río de Oro tramos D y E

Tramo	Sistema hidrológico	Subsistema	Uso deseado preponderante	Parámetro	Unidad	Índice				Objetivo de calidad	Notas de sustentación
						Monitoreo Actual 2013 Verano RO-2PB	Monitoreo Actual 2013 Verano RO-01	Nivel técnico o normativo	Deseado		

Tramo D Río de Oro RO-4H / RO-2PB Y Tramo E Río de Oro RO-2PA / RO-01	Cuenca del Río Lebrija	Río de Oro	Estético	OD	mg/l % Saturación	2,44	3,86	> 2	OD > 3 mg/l = 40 % Sat.	Registrar valores por encima de 3 mg/L (40% sat.) en todos los monitoreos realizados en el punto RO-01.	Un nivel de OD por encima de 2 mg/l contribuye a la reducción de olores, se propone 3 mg/l como objetivo de calidad de acuerdo a las condiciones actuales medidas en la corriente.
				DBO_5	mg/l	23	57	30	DBO5 =50	Registrar concentraciones por debajo de 50 mg/l en todos los monitoreos realizados en el punto RO-01.	Según referencias de la metodología presentada por el MAVDT, se establece una concentración máxima de 30 mg/l para uso estético, sin embargo el objetivo se establece con base en la calidad actual del cuerpo de agua y las proyecciones de tratamiento del agua.
				SST	mg/l	352	90	No hay	< 200	Registrar concentraciones por debajo de 200 mg/l en el 80 % de los monitoreos realizados en el punto RO-01.	Al no existir referencias el objetivo se estableció con base en el comportamiento de la corriente en los últimos años.

				Sólidos flotantes y espumas	-	Presentes	Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	El Decreto 1594 de 1984 establece que para el uso estético del agua se deben eliminar los sólidos flotantes y las espumas
				Película de grasas y espumas	-	Presentes	Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	El Decreto 1594 de 1984 establece que para el uso estético del agua se deben eliminar las grasas y aceites que formen una película visible.
				Olores ofensivos	-	Presentes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	El Decreto 1594 de 1984 establece que para el uso estético del agua se deben eliminar los olores ofensivos.

*RAS ** Metodología MAVDT (MESOCA) *** Decreto 1594 de 1984 **** Debido a que en la modelación se requirió los resultados en unidades de CFU

5.2.3 Cargas contaminantes actuales y proyectadas

Tramo	**Usos Actuales**	**Usos potenciales**	**Línea base de calidad existente (2007-2012)**		**Cargas base 2013**		**Cargas contaminantes proyectadas (2014-2018)**		**Condiciones de tratamiento y saneamiento previstas en el corto, mediano y largo plazo**
			SST (Ton/año)	**DBO_5 (Ton/año)**	**SST (Ton/año)**	**DBO_5 (Ton/año)**	**SST (Ton/año)**	**DBO_5 (Ton/año)**	
Tramo A,	Consumo	Consumo	PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS						

Tramo	Usos Actuales	Usos potenciales	Línea base de calidad existente (2007-2012)		Cargas base 2013		Cargas contaminantes proyectadas (2014-2018)		Condiciones de tratamiento y saneamiento previstas en el corto, mediano y largo plazo
			SST (Ton/año)	DBO_5 (Ton/año)	SST (Ton/año)	DBO_5 (Ton/año)	SST (Ton/año)	DBO_5 (Ton/año)	
Nacimiento - RO-05	humano y doméstico, Acuicultura y agricultura	humano y doméstico	0.539	0.187	91,22	41,86	50,36	23,11	
			RESTO				Meta Global del Tramo A		
			0.49	0.45	50,37	23,12	50,36	23,11	
TRAMO B, RO-05 / RO-04	Recreativo (Contacto primario), Agricultura (Riego), Pecuario, Extracción de Arena.	Agricultura	PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS						PTAR SANTUARIO (FUNCIONAMIENTO PREVISTO EN EL 2017
			1,081,842	1145,48	837,28	1338,5	708,43	817,17	
			DISTRAVES						
			19,139	92,591	34,43	20,03	43,13	50,0	
			PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS PLANTA LA DIVA (PTAP)						
			49.03	58.132	1.98	1,52	0.99	0.76	
			POLLO PLUS						
			49.03	58.132	4,40	15,70	13,0	20,0	
			META GLOBAL DEL TRAMO B						
			49.03	58.132	929,44	1417,73	907.27	903.89	
TRAMO C, RO-04 / RO-4H	Agricultura (Riego), Extracción de Arena.	Agricultura	PENITENCIARIA DE ALTA Y MEDIANA SEGURIDAD DE PALOGORDO (GIRÓN)						
			49.03	58.132	40,98	32,79	0.39	1,95	
			META GLOBAL DEL TRAMO C						
			49.03	58.132	929,44	1417,73	907.27	903.89	
TRAMO D, RO-4H / RO-4PB	Agricultura (Riego), Extracción de Arena.	Agricultura	EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO DE BUCARAMANGA-CARRASCO						
			32.114	118.198	18,76	233,29	116,64	9,38	
			EMPRESA PUBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P. EMPAS						
			5678.37	6781.757	4054,60	6003,70	4156,98	6155,29	
			MUNICIPIO DE GIRÓN						
			69.228	74.104	129,6	103,48	143,089	114,471	
			META GLOBAL DEL TRAMO D						

Tramo	Usos Actuales	Usos potenciales	Línea base de calidad existente (2007-2012)		Cargas base 2013		Cargas contaminantes proyectadas (2014-2018)		Condiciones de tratamiento y saneamiento previstas en el corto, mediano y largo plazo
			SST (Ton/año)	DBO_5 (Ton/año)	SST (Ton/año)	DBO_5 (Ton/año)	SST (Ton/año)	DBO_5 (Ton/año)	
			69.228	74.104	6502,90	4555,69	6520,79	4520,5	
TRAMO E, RO-PB / RO-01	Extracción de Arena. Uso Estético	Agricultura	HARINAGRO S.A.						
			16715	44100	2,23	27,80	5,022	30,13	
			FRESKALECHE S.A.						
			69.228	74.104	3,58	15,17	10,45	35,53	
			AVIDESA MAC POLLO S.A.						
			69.228	74.104	23,96	57,46	8,34	20,01	
			PARQUE INDUSTRIAL BUCARAMANGA						
			69.228	74.104	5,28	29,23	3,14	17,36	
			META GLOBAL DEL TRAMO E						
			69.228	74.104	6502,90	4555,69	6520,79	4520,5	

5.2.2 Condiciones de tratamiento y saneamiento

Para el mejoramiento del Saneamiento Básico, en el aspecto del manejo de las aguas residuales domésticas, referente a los perímetros sanitarios de las ciudades de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, se precisa que tales proyectos están insertados en el Plan de Acción de Gestión y Resultados –PGAR- de EMPAS, el siguiente cuadro muestra el resumen de la totalidad de los proyectos incluyendo PTAR`S y los proyectos en detalle incluyendo su respectiva inversión y planificación en el tiempo.

Cuadro 236 Proyectos totales del PMS y las PTAR

EMPAS

PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS-PSMV (2008-2017)

No.	SISTEMA/PROYECTO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		VALOR
		LONGITUD (m)	DIÁMETRO (m)	(Millones de $)
1	**RÍO FRÍO**			**63.500**
	A. INTERCEPTORES SANITARIOS - PMS	**10.450**		**10.500**
	1. Adecuación Int. Zapamanga y Río Frío	350	0,8	500
	2. Interc. Mensulí Aranzoque	10.100	0,7	10.000
	B. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PTAR			
	1. Modernización y ampliación PTAR Río Frío I y II (1,0 m^3/s)			53.000
2	**RÍO DE ORO - LA MARINO**			**101.450**
	A. INTERCEPTORES SANITARIOS - PMS	**15.890**		**31.450**
	1. Interc. Q. La Iglesia	150	0,8	116
	2. Interc. Río de Oro Margen Derecha VI	260	1,4	1.309
	3. Conexión La Esmeralda - Río de Oro	180	0,4	97
	4. Interceptor-Emisario El Poblado Carrizal	1.800	0,8	3.200
	5. Emisario Río de Oro - La Marino	4.100	1,5	15.020
	6. Interc. Anillo Vial	1.900	1,2	3.900
	7. Interc. Río Frío Margen Derecha - Girón	3.500	0,9	3.500
	8. Interc. Río Frío Margen Izquierda - Girón	4.000	0,8	4.308
	B. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PTAR			
	1. PTAR La Marino I Etapa (0,7 m^3/s)			70.000
3	**NORTE - RÍO DE ORO**			**51.042**
	A. INTERCEPTORES SANITARIOS - PMS	**410**		
	1. Emisario Suratá - Conexión PTAR Norte	410	0,9	1.042
	B. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PTAR			
	1. PTAR Norte - Río de Oro I Etapa (0,25 m^3/s)			50.000
	TOTALES PMS:	**26.750**		**42.992**
	TOTALES PTAR:			**173.000**
	TOTALES OBRAS DE SANEAMIENTO Y EXPANSIÓN:			**215.992**

En el PSMV de Piedecuesta en el aparte 5.3.4 “Proyectos y actividades de reducción del número de vertimientos” contiene la explicación en detalle del tema en mención. El cuadro 237 a su vez contiene todas las obras que la Piedecuestana de Servicios Públicos incluyó para el logro de la reducción del número de vertimientos puntuales que se están vertiendo al río de Oro y la quebrada Soratoque.

Cuadro 237 Programa de reducción de vertimientos (Temporalidad)

Descripción	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Construcción de emisario Soratoque	XXXX								
Construcción de emisario Barroblanco	XXXX								
Catastro de redes alcantarillado			XXXX						
Operación y Mantenimiento	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
Construcción PTAR Santuario	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX				
Conexión de emisario Soratoque a PTAR				XXXX	XXXX				
Conexión de emisario Barroblanco a PTAR				XXXX	XXXX				
Conexión de colectores Sector Soratoque a emisario				XXXX	XXXX				
Conexión de colectores Sector Río de Oro a emisario				XXXX	XXXX				

Cuadro 238 Programa de reducción de vertimientos (Costos)

Descripción	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Construcción de emisario Soratoque									
Construcción de emisario Barroblanco									
Catastro de redes alcantarillado			100						
Operación y Mantenimiento (Alcant. + PTAR)		97	104	111	119	2,932	3,137	3,357	3,592
Construcción PTAR Santuario	4,000	5,000	7,000	10,000	12,000				
Conexión de emisario Soratoque a PTAR				100	100				
Conexión de emisario Barroblanco a PTAR				100	200				
Conexión de colectores Sector Soratoque a emisario				75	75				
Conexión de colectores Sector Río de Oro a emisario				75	75				

* Miles de pesos

Como consta en los anteriores cuadros las proyecciones de las obras tanto de ampliación del alcantarillado como la construcción de Plantas de tratamiento de aguas residuales, están proyectadas para la Piedecuestana hasta el 2015 y para EMPAS en el 2017, lo que redunda en el mejoramiento de la calidad de Río de Oro tanto en su parte Alta como en la Baja, logrando alcanzar los Objetivos de calidad propuestos a largo plazo, en este documento.

5.3 (d) Preservación de la calidad del recurso para la conservación

La degradación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales ha sido motivo de preocupación en las últimas décadas; por esta razón, existe un creciente interés por conocer, proteger y estudiar sus cambios en tiempo y

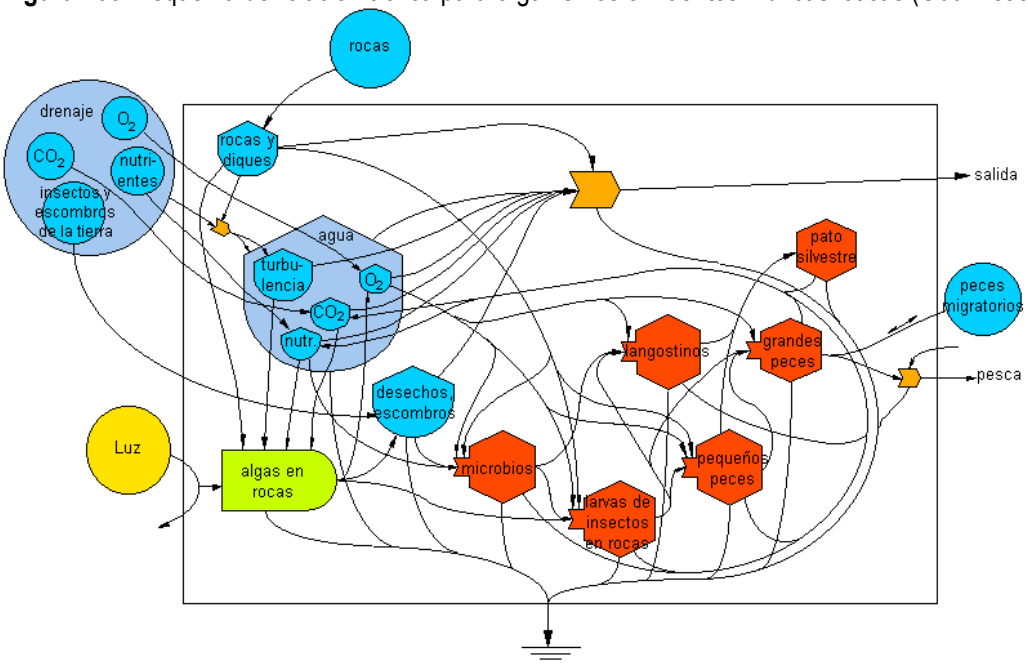
espacio, desarrollando para ello criterios físicos, químicos y biológicos que permitan estimar el efecto y magnitud de las intervenciones humanas (Norris y Hawkins, 2000).

Entre las comunidades bénticas que habitan los sistemas lóticos están los macroinvertebrados que comprenden una gran parte de la diversidad biológica, siendo con frecuencia el principal componente animal de estos ecosistemas; estos organismos juegan un papel importante en la red trófica controlando la cantidad y distribución de sus presas y constituyendo una fuente alimenticia para consumidores terrestres y acuáticos, además de acelerar la descomposición de detritos y contribuir al reciclaje de nutrientes (Castellanos & Serrato, 2008).

Por otra parte, también se encuentran las algas del perifiton que constituyen una comunidad adherida a diferentes sustratos en una fuente lótica y son los productores primarios de la red trófica (Castellanos & Serrato, 2008); esta comunidad es la encargada de la producción de metabolitos orgánicos para diversos organismos, posee una alta tasa de reciclaje de nutrientes, dado que en muchos organismos encuentran abrigo u otros alimentos, y a su vez es considerada como indicadora de calidad del agua (Roldán, 1992; Odum et al., 1988).

La figura 103 ilustra el acoplamiento ecosistémico entre las comunidades de macroinvertebrados y las algas perifíticas, reafirmando la relación intrínseca entre estos componentes bióticos acorde a lo propuesto por Odum et al. (1988).

Figura 103. Esquema de relación trófica para organismos en fuentes hídricas lóticas (Odum et al., 1988).



Teniendo en cuenta que los estudios sobre aspectos ecológicos de comunidades bénticas colombianas son escasos, se pretende ampliar el conocimiento estudiando la composición y estructura numérica de las comunidades bénticas (macroinvertebrados y algas perifíticas) del Río de Oro y sus principales tributarios, como una iniciativa investigativa del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible dentro del contexto del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la fuente lótica mencionada. Dicho estudio puede ser un aporte

significativo para los actores que intervienen en la planificación y gestión integral de los recursos hídricos en el contexto local, regional y nacional.

La calidad ecológica del recurso hídrico constituye la relación entre las comunidades biológicas y las características fisicoquímicas propias de una fuente, que se ven alteradas por intervenciones antrópicas y que pueden generar efectos en la presencia o ausencia de organismos en un sistema acuático. Por tal motivo, es importante la caracterización biológica de la fuente hídrica para la implementación de un índice que permita determinar la influencia directa de los parámetros fisicoquímicos con la biota acuática asociada, mediante modelos multivariados que proporcionen la correlación entre sistemas naturales y las variables ambientales.

Conforme a lo anterior, en la presente investigación se estudió la composición y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados y algas perifíticas, con el fin de generar una información básica que sirva como un referente en la valoración integral del estado ecológico junto con las variables ambientales fisicoquímicas del recurso.

Dentro del plan de trabajo se tiene la continuidad en investigación de dichas comunidades en los puntos previamente establecidos con el objeto de dar inicio a la recopilación de información primaria que permita en el tiempo la evaluación estadística de la interacción entre las comunidades hidrobiológicas y las variables fisicoquímicas para la evaluación ecológica integral del recurso.

Cuadro 239. Georreferenciación puntos de muestreo.

Punto de Muestreo	Coordenada Geográfica	Altitud (msnm)
RO-O-01	1103148E 1284312N	627
RO-O-2A	11011184E 1279092N	659
RO-O-2PB	1099914E 1275734N	686
RO-O-04A	1100508E 1271328N	716
RO-O-04H	1101271E 1268504N	736
RO-O-04N	1100267E 1264466N	821
RO-O-04	1103362E 1262976N	849
LT-01	1108904E 1262806N	885
RO-O-2PA	1108942E 1262787N	891
SO-01	1110483E 1263232N	895
QG-01	1111260E 1262711N	921
RO-O-05	1114751E 1265071N	1064

Punto de Muestreo	Coordenada Geográfica	Altitud (msnm)
RO-O-06	1119073E 1270323N	2140
QR	1119153E 1270300N	2137
RO-O-10	1119700E 1273783N	2357

Todo el análisis de información para la indicación hidrobiológica de la fuente hídrica Rio de Oro, podrá ser establecido tomando como parámetros de desarrollo la metodología descrita en el capítulo de resultados hidrobiológicos

Dentro de las variables bioindicadoras se tendrán en cuenta los siguientes aspectos

- Índices de diversidad
- Curva acumulación de especies
- Índice de Valor de Importancia (IVI)
- Índices de Calidad
  - BMWP/Col
  - Índice de Calidad Ecológica (ICE).
  - Diversidad y Representatividad Ecológica

Tradicionalmente la comunidad de los macroinvertebrados ha mostrado una bioindicación en calidad del agua a través del índice BMWP. Sin embargo, cuando se integra a la discusión otros índices como diversidad, equitabilidad y dominancia se fortalece la argumentación y permite establecer con más claridad el comportamiento de la comunidad en el recurso hídrico.

Finalmente el cálculo del Índice de Calidad Ecológica del Río de Oro (ICE-RO) permitirá evaluar la calidad de los puntos de muestreo estudiados. El ICE-RO establecerá categorías considerando los parámetros fisicoquímicos y las comunidades biológicas (macroinvertebrados y perifiton), identificando un parámetro relevante asociado a la calidad ecológica y sanitaria. Es importante destacar, acorde a los resultados que le ICE-RO es un referente de como una comunidad natural (macroinvertebrados o microalgas) se ve afectada por condiciones ambientales específicas, contemplando una potencial respuesta hidrosanitaria.

5.4 (e) Determinar los casos en que deba prohibirse el desarrollo de actividades

Para el tramo de Río de Oro se ha estimado los usos proyectados a corto, mediano y largo plazo, teniendo en cuenta los resultados de la modelación y el comportamiento del Río a través del tiempo, en el siguiente cuadro se detalla los usos respectivos:

Cuadro 240. Usos actuales y potenciales a corto, mediano y largo plazo en Río de Oro

TRAMO	SITIO	USOS ACTUALES DEL AGUA	OBJETIVOS DE CALIDAD ACTUAL	USOS DEL RECURSO HÍDRICO A CORTO PLAZO	USOS DEL RECURSO HÍDRICO A MEDIANO PLAZO	USOS DEL RECURSO HÍDRICO A LARGO

A: RO-O-10 / RO-05	Río de Oro Parte Alta (Mcipio Piedecuesta)	Doméstico – Agrícola - Pesca	Doméstico	Doméstico	Doméstico	Doméstico
B: RO-05 / RO-04	Río de Oro parte Media	Agrícola Pecuario Industrial Recreativo (contacto primario) Receptor de vertimientos	Agrícola	Agrícola	Agrícola	Agrícola
C: RO-04 / RO-O-4H	Río de Oro parte Media	Agrícola Receptor de vertimientos	Agrícola	Agrícola	Agrícola	Agrícola
D: RO-O-4H / RO-2PB	Río de Oro parte Media - Baja (Mcipio Girón)	Receptor de vertimientos	Estético	Estético, Receptor de vertimientos	Estético Receptor de vertimientos	Agrícola
E: RO-2PB / RO-01	Río de Oro parte Baja (Mcipio Bucaramanga)	Receptor de vertimientos	Estético	Estético Receptor de vertimientos	Estético Receptor de vertimientos	Agrícola

Fuente. CDMB

Como se observa los usos a corto y mediano plazo siguen la misma trayectoria que el uso actual debido a que las obras de ampliación de redes de alcantarillado y construcción de PTAR's en los diferentes municipios están contempladas en estos tiempos sumado, a la estabilización que surja, producto de estas obras, en la corriente con respecto a su calidad y por ello se muestra a largo plazo para el último tramo el uso Agrícola. A continuación y basados en el cuadro anterior se muestran las potenciales restricciones del recurso hídrico a mediano y largo plazo, como directriz para el mejoramiento de la calidad de río de Oro.

- **Uso principal:** Es el uso deseable que coincide con la función específica de la zona.
- **Uso Secundario:** Aquellos que no se oponen al uso principal y concuerdan con el uso potencial o principal
- **Uso condicionado:** Aquellos que presentan algún grado de incompatibilidad con el uso principal.
- **Uso prohibido:** Aquellos que son incompatibles con el uso principal de una zona, trayendo consigo graves riesgos de tipo ecológico y social.

Cuadro 241. Restricciones de usos del agua en Río de Oro

Tramos	Destinación del Recurso Hídrico	USOS			
		Principal	Secundario	Condicionado	Prohibido
A: RO-O-10 / RO-05	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional	P			
	Producción agropecuaria		X		
	Preservación de flora y fauna		X		
	Transporte de aguas residuales				X
	Asimilación de materia orgánica				
	Paisajístico		X		
	Contacto primario				X
	Contacto secundario				X
	Industrial				X
	Reproducción de especies hidrobiológicas			X	
B: RO-05 / RO-04	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional				
	Producción agropecuaria	P			
	Preservación de flora y fauna				
	Transporte de aguas residuales			X	
	Asimilación de materia orgánica		X		
	Paisajístico				
	Contacto primario				X
	Contacto secundario				X
	Industrial				X
	Reproducción de				

	especies hidrobiológicas				
C: RO-04 / RO-O-4H	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional				
	Producción agropecuaria	P			
	Preservación de flora y fauna				
	Transporte de aguas residuales			X	
	Asimilación de materia orgánica		X		
	Paisajístico				
	Contacto primario				X
	Contacto secundario				X
	Industrial				X
	Reproducción de especies hidrobiológicas				
D: RO-O-4H / RO-2PB	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional				
	Producción agropecuaria				
	Preservación de flora y fauna				
	Transporte de aguas residuales	P			
	Asimilación de materia orgánica		X		
	Paisajístico				
	Contacto primario				X
	Contacto secundario				X
	Industrial				
	Reproducción de especies hidrobiológicas				X
E: RO-2PB / RO-01	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional				
	Producción agropecuaria				X
	Preservación de flora y fauna				
	Transporte de aguas residuales	P			
	Asimilación de materia orgánica				
	Paisajístico				
	Contacto primario				X
	Contacto secundario				X
	Industrial				
	Reproducción de especies hidrobiológicas				X

Fuente. CDMB**,** P: Uso principal o predominante

- **Tramo A,** RO-O-10 / RO-05: El uso principal por sus características físico-químicas y microbiológicas esta dado para Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, sin embargo los usos secundarios están dados por la Producción agropecuaria (mora en su mayoría), Preservación de flora y fauna (por la ubicación de relictos boscosos o bosques húmedos) y Paisajístico (por la ubicación del Parque Natural Regional el Rasgón). En el uso condicionado se encuentra la Reproducción de especies hidrobiológicas por la ubicación de varias piscícolas en la zona, lo que hace que se tome agua del río para el cultivo de truchas.

  Como es una zona de expresa conservación por la calidad del agua que presenta, quedaría prohibido el Transporte de aguas residuales, el contacto primario y secundario y el uso industrial del agua.

  Tramo B, RO-05 / RO-04: En este tramo el uso principal es la Producción agropecuaria, además de cumplir con la normatividad expresa para este tipo de uso (Decreto 1594 de 1984), es una zona que cuenta con una amplia gama de cultivos de pan coger. En el uso secundario este tramo por recibir la descarga del municipio de Piedecuesta (situación que es temporal, por la próxima puesta en marcha de la PTAR) tiende a la asimilación de materia orgánica en todo su trayecto. Como uso prohibido se encuentra el contacto primario y secundario y el uso industrial del agua.

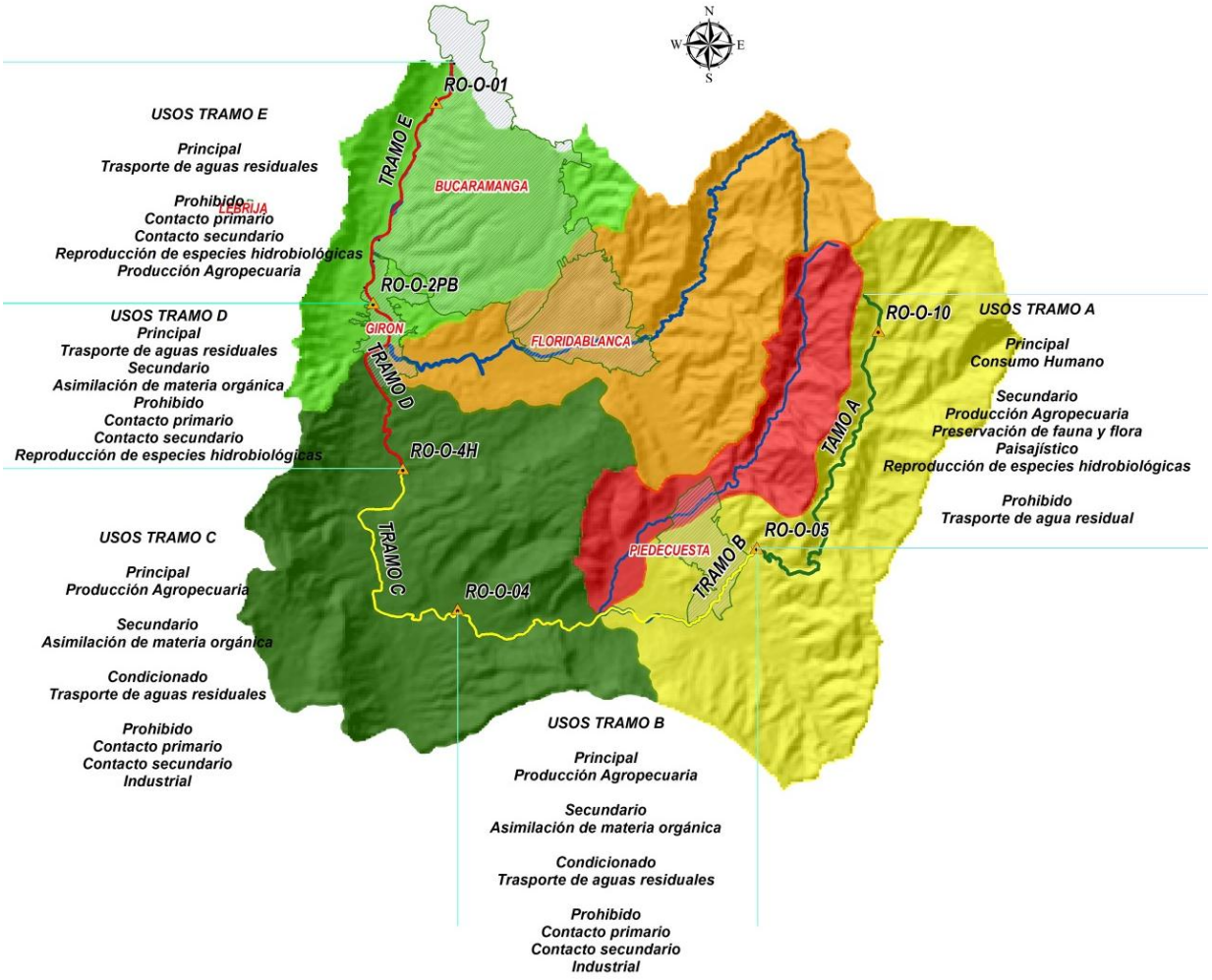
- **Tramo C,** RO-04 / RO-O-4H: Al igual que el tramo anterior los usos siguen siendo los mismos por la zona compartida que tienen y las características similares en cuanto a calidad del agua.

- **Tramo D,** RO-O-4H / RO-2PB: En este tramo el uso principal está dado por el Transporte de aguas residuales, por las descargas que realiza sin ningún tratamiento el municipio de Girón, como segundo uso se encuentra la asimilación de materia orgánica que por naturaleza experimenta la corriente y como usos prohibidos se encuentran el contacto primario y secundario y la Reproducción de especies hidrobiológicas, debido a las características adversas que en este punto de la corriente se muestran.

- **Tramo E,** RO-2PB / RO-01**:** En este tramo el uso principal está dado por el Transporte de aguas residuales, por las descargas que realiza sin ningún tratamiento el municipio de Bucaramanga, sumado a lo que trae ya la corriente desde el municipio de Piedecuesta. Al igual que el tramo anterior los usos prohibidos son los mismos más la Producción agropecuaria, debido a que en este punto de la corriente el mayor contaminación se da por el aporte de materia orgánica.

  A continuación se evidencia la localización de los diferentes usos estimados para cada tramo:

Figura 104 Restricciones de actividades en Río de Oro

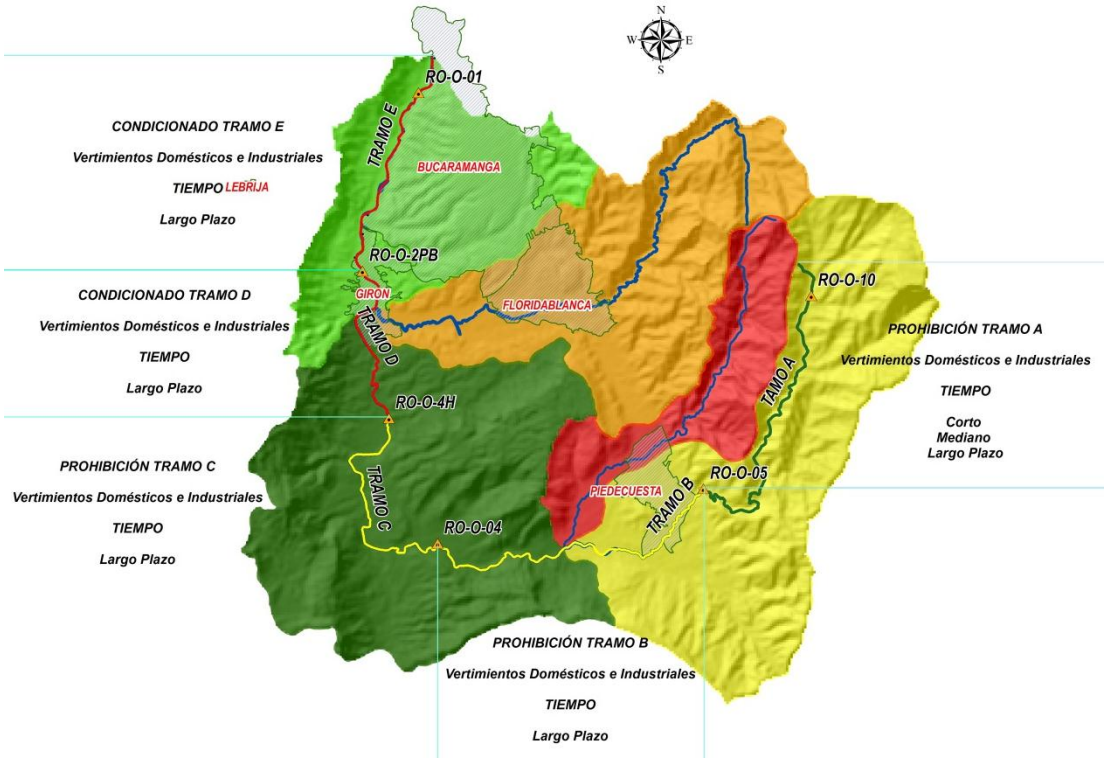


5.5 (f) Fijar las zonas en las que se prohíbe o condiciona la descarga de aguas residuales

Las zonas en las que se prohíbe la descarga de aguas residuales para cada tramo se especifican en la siguiente figura, como se muestra el primer tramo por tratarse de una zona de conservación y ser Clase I (cabecera de las fuentes de agua) puesto que provee de este importante líquido al municipio de Piedecuesta, se prohíbe el vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales a corto, mediano y largo plazo. Para los tramos B y C por poseer una amplia zona de cultivos se restringe también el vertimiento de aguas residuales pero a largo plazo cuando la Planta de tratamiento El Santuario de la Piedecuestana de Servicios Públicos se encuentre en funcionamiento y logre a través del tiempo estabilizar la calidad del rio en este tramo.

Mejorando las calidades a largo plazo en la zona alta y media del Río, y construyendo la PTAR La Marino en la zona Baja de Río de Oro, quedara el uso condicionado para vertimientos en los tramos D y E.

Figura 105 Zonas en las que se Prohíbe o condiciona la descarga de aguas residuales



5.6 (g y h) Recopilación y análisis de las metas quinquenales

5.6.1 Determinar cargas máximas permisibles por tramo

La tabla a continuación describe las cargas máximas permisibles resultado de la modelación por tramo, teniendo en cuenta los puntos monitoreados, cabe resaltar que quedan como propuesta ante la autoridad ambiental para la toma de decisiones, sin embargo es importante destacar que en el ejercicio de la generación de la metas quinquenales se deben tener en cuenta todos los vertimientos al cauce principal, situación que hasta la fecha está en procesos de verificación y/o actualización, debido a los vertimientos ilegales aún existentes:

Cuadro 242. Cargas máximas permisibles por tramos en Río de Oro

Tramo	Punto	Caudal	DBO 5	Carga	Carga total tramo	SST	Carga	Carga total tramo	Nitritos + Nitratos	Carga	Carga total tramo	Nitrógeno Orgánico	Carga	Carga total tramo	Nitrógeno Amoniacal	Carga	Carga total tramo	Nitrogeno Total	Carga	Carga total tramo
		m3/s	mgO2/L	Kg/día	Kg/día	mg/L	Kg/día	Kg/día	ugN/L	Kg/día	Kg/día	ugN/L	Kg/día	Kg/día	ugN/L	Kg/día	Kg/día	ugN/L	Kg/día	Kg/día
Tramo A	Quebrada Rasgon	0,477	1,4	57,70	57,70	452	18628,19	18628,19	98	4038,85	4038,85	710	29261,09	29261,09	30	1236,38	1236,38	838	34536,33	34536,33
Tramo B	Colector los Cerros	0,0014	224,9	27,20	2645,06	-	-		51	6,17	7329,03	4220	510,45	88570,80	5180	626,57	164807,91	9451	1143,19	260707,74
	Colector los Cisnes	0,0083	245,7	176,20		-	-		51	36,57		2510	1799,97		8990	6446,91		11551	8283,45	
	Quebrada Grande	0,116	1,5	15,03		593	5943,28		98	982,20		710	7115,90		30	300,67		838	8398,77	
	Quebrada Soratoque	0,29	90	2255,04		530	13279,68		53	1327,97		2709	67876,70		5724	143420,54		8486	212625,22	
	Río Lato	0,331	6	171,59		277	7921,76		174	4976,12		394	11267,77		490	14013,22		1058	30257,11	
Tramo C	Colector Palogordo	0,0011	136	12,93	12,93	-	-		197	18,72	18,72	1274	121,08	121,08	92	8,74	8,74	1563	148,55	148,55
Tramo D	PTAR Nuevo Girón	0,0052	124	55,71	10131,54	-	-		565	253,84	22145,15	4160	1869,00	283261,71	10200	4582,66	1213296,54	14925	6705,50	1518703,40
	Río Frio	1,224	38,95	4119,10		254	26861,41		102	10786,87		940	99408,38		6740	712779,26		7782	822974,52	
	Colector EMPAS	0,1173	205,15	2079,14		-	-		282	2857,99		3920	39728,10		7520	76213,09		11722	118799,19	
	Quebrada La Iglesia	0,504	57	2482,10		483	21032,52		111	4833,56		2700	117573,12		8220	357944,83		11031	480351,51	
	Colector Carrizal	0,0798	202,4	1395,49		-	-		495	3412,89		3580	24683,10		8960	61776,69		13035	89872,68	
Tramo E	Quebrada Chimita	0,592	67,5	3452,54	5171,92	-	-		113	5779,81	10258,57	-	-		-	-		-	-	
	Parque Industrial Bucaramanga I etapa	0,0046	448,8	178,37		-	-		650	258,34		8220	3266,96		3880	1542,07		12750	5067,36	
	Quebrada Cuyamita	0,2362	32	653,05		-	-		113	2306,07		100	2040,77		8660	176730,51		8873	181077,34	
	Quebrada Argelia	0,0134	9,9	11,46		-	-		113	130,83		-	-		-	-		-	-	
	Quebrada Las Navas	0,0351	46	139,50		-	-		113	342,69		1760	5337,45		5740	17407,35		7613	23087,49	
	Parque Industrial Bucaramanga II etapa	0,0017	255	37,45		-	-		650	95,47		8962	1316,34		1818	267,03		11430	1678,84	
	Quebrada Chapinero	0,101	43	375,24		-	-		113	986,08		-	-		-	-		-	-	
	Quebrada La Picha	0,0368	102	324,31		-	-		113	359,29		-	-		-	-		-	-	

Como se observa en el anterior cuadro las cargas máximas se evidencian en los tramos B y D, por las descargas significativas que tienen los mismos tanto en vertimientos como la carga que traen consigo las diferentes quebradas provenientes principalmente del área metropolitana (Bucaramanga, Girón, Floridablanca y Piedecuesta). A continuación se evidencia el porcentaje de aporte en cada tramo según los parámetros de DBO_5, Nitritos y Nitratos, Nitrógeno Amoniacal, Orgánico y Total:

Cuadro 243. Porcentaje de aporte en carga por tramos en Río de Oro

Tramo	Porcentajes de aporte				
	DBO $_5$ (%)	Nitritos + Nitratos (%)	Nitrógeno Orgánico (%)	Nitrógeno Amoniacal (%)	Nitrógeno Total (%)
Tramo A	0,32	9,22	7,29	0,09	1,90
Tramo B	14,68	16,74	22,08	11,95	14,37
Tramo C	0,07	0,04	0,03	-	0,01
Tramo D	56,23	50,57	70,60	87,96	83,72
Tramo E	28,70	23,43	-	-	-

Como se aprecia los mayores aportes se dan por materia orgánica ubicándose en los tramos C, D y E, por las problemáticas descritas en puntos anteriores, cabe resaltar que estos valores son una aproximación al valor total de la carga vertida a Río de Oro puesto que se tomó solo los puntos monitoreados en este proyecto y es necesario hacerlo con la totalidad de aportes por tramo, valor que en la actualidad sigue sujeto a actualización por parte de la entidad ambiental, sin embargo los resultados no se alejan de la realidad expresada a lo largo de este documento.

5.7 (i) Definir el programa de seguimiento y monitoreo al recurso hídrico

5.7.1 programa de monitoreo y seguimiento de aguas superficiales

5.7.1.1 Objetivos

- Evaluar la calidad fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica de Río de Oro y sus principales afluentes Río Frío y Lato con sus respectivos afluentes principales.

- Realizar análisis de la información que permita determinar por medio de los parámetros evaluados, el cambio en las características de los cuerpos de agua.

- Medir la eficiencia de la implementación de las medidas ambientales definidas, para reducir o mitigar el impacto ocasionado sobre los cuerpos de agua con base en los análisis de resultados.

5.7.1.2 Evaluación de la calidad del agua en corrientes superficiales

La evaluación de la calidad del agua en corrientes superficiales, comprende:

- Muestreo: El grupo operativo, realiza 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 recibe las muestras y realiza 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.

El programa se desarrolla en la Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio, en la Coordinación de Información e Investigación Ambiental la que se encarga del muestreo y el análisis de información.

5.7.1.3 Punto de monitoreo y parámetros a evaluar

En cada punto de monitoreo se caracterizaran varios parámetros que permitirán establecer la calidad de las corrientes de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos. A continuación se presentan las los puntos, parámetros a evaluar y la frecuencia en el monitoreo, acordada para su seguimiento:

Cuadro 244. Puntos, parámetros y frecuencia de monitoreo en Río de Oro y sus principales afluentes

PUNTOS DE MONITOREO	FUENTES SUPERFICIALES MONITOREAR	PARÁMETROS A MEDIR	FRECUENCIA
RO-06	Río de Oro	Oxígeno Disuelto Demanda Química de Oxígeno DQO Total Demanda Química de Oxígeno DQO Soluble Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5 Soluble Fósforo Total Ortofosfatos Nitrógeno Amoniacal (NH4) Nitrógeno Total Kjeldalh NTK Turbiedad Nitritos Nitratos Sólidos Totales Conductividad Sólidos Suspendidos Totales	Trimestral
RO-05			
RO-2PA			
RO-04			
RO-4A			
RO-2PB			
RO-01			
QRG-01	Quebrada Rasgón		
QG-01	Quebrada Grande		
SO-01	Quebrada Soratoque		
LI-01	Quebrada La Iglesia		
CA-01	Quebrada Chimità		

PUNTOS DE MONITOREO	FUENTES SUPERFICIALES MONITOREAR	PARÁMETROS A MEDIR	FRECUENCIA
CY-01	Quebrada Cuyamita	Sólidos Suspendidos Volátiles Coliformes Termotolerantes Coliformes Fecales Cianuro Mercurio pH Biomasa de perifiton por unida de área (de fondo)	
AR-01	Quebrada Argelia		
LN-01	Quebrada La Navas		
CH-01	Quebrada Chapinero		
LP-01	Quebrada La Picha		
LT-01	Río Lato		
LT-09			
QMO-01	Quebrada La Mónica		
QGT-01	Quebrada Guatiguara		
RF-03	Río Frío		
RF-P			
RF-B (Después de AZ-1A)			
RF-1A			
ZA-01	Quebrada Zapamanga		
AZ-1A	Quebrada Menzulí		

Cuadro 245. Puntos de vertimientos y frecuencia de monitoreo en Río de Oro y sus afluentes principales

PUNTOS DE VERTIMIENTO	FUENTE A LA QUE VIERTE	MUNICIPIO	PARÁMETROS A MEDIR	FRECUENCIA
Colector Los Cerros	Margen derecha Río de Oro	Piedecuesta	Oxígeno Disuelto Demanda Química de Oxígeno DQO Total Demanda Química de Oxígeno DQO Soluble Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5 Soluble Fósforo Total Ortofosfatos Nitrógeno Amoniacal (NH4) Nitrógeno Total Kjeldalh NTK Turbiedad Nitritos	Anual
Colector Los Cisnes	Margen izquierda Río de Oro			
Centro Penitenciario Palogordo	Margen derecha Río de Oro	Girón		
PTAR Nuevo Girón	Margen izquierda Río de Oro			
Colector EMPAS Margen Derecha	Margen derecha Río de Oro			
Colector EMPAS Margen Izquierda	Margen izquierda Río de Oro			
Colector Carrizal	Margen izquierda Río de Oro			
Parque Industrial 1	Margen derecha Río de Oro			

PUNTOS DE VERTIMIENTO	FUENTE A LA QUE VIERTE	MUNICIPIO	PARÁMETROS A MEDIR	FRECUENCIA
Parque Industrial 2	Margen derecha Río de Oro	Bucaramanga	Nitratos Sólidos Totales Conductividad Sólidos Suspendidos Totales Sólidos Suspendidos Volátiles Coliformes Termotolerantes Coliformes Fecales Cianuro Mercurio pH	
Descarga Café Madrid 1	Margen derecha Río de Oro			
Descarga Café Madrid 2	Margen derecha Río de Oro			
Porcícola	Margen izquierda Río Lato	Piedecuesta		
Vertimiento Hipinto	Margen izquierda Río Lato			
Asentamiento Nueva Colombia	Margen i derecha Río Lato			
Distraves	Margen izquierda Río Lato			
Bypass PTAR Río Frío	Margen derecha Río Frío	Floridablanca		
Vertimiento PTAR Río Frío	Margen derecha Río Frío			
Colector Angelina	Margen derecha Río Frío			

5.7.1.4 Muestreos en Río de Oro y sus principales afluentes

En Río de Oro y sus principales afluentes se monitorearan 22 puntos que conforman la Red Calidad y 5 que se priorizaron en Ordenamientos anteriores para un total de 27 puntos, adicionalmente se monitorearan los vertimientos principales de Río de Oro, Frío y Lato, que suman 16 puntos. Se tomarán mediciones *in situ* como Temperatura del agua y ambiente, pH, Conductividad y OD y las colectas de las muestras para análisis en el laboratorio se tomaran integradas a lo largo de la sección transversal y en profundidad. La mayoría de los puntos de muestreo corresponden a los puntos con los que contaba ya la Red de Monitoreo de calidad del agua de la CDMB, los demás identificados se priorizaron en el PORH de Río de Oro.

El monitoreo y seguimiento de las características de río de Oro y sus principales afluentes se realizará de acuerdo con lo establecido en los protocolos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia –IDEAM-; la metodología incluye la calibración de los equipos portátiles, toma de muestras, preservación, refrigeración y transporte y el complemento con registro fotográfico. Los parámetros se evaluaran en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la CDMB el cual cuenta con el certificado de acreditación del IDEAM de los parámetros a medir. Con los resultados obtenidos de cada ciclo de monitoreo se elaborarán graficas que permitan realizar análisis de acuerdo con el tipo de muestras obtenidas.

- **Monitoreo de caudales**

Sumado al monitoreo físico-químico se realizará el aforo por vadeo en cada punto de Río de Oro y sus afluentes principales Río Frío y Lato, con sus respectivas Quebradas principales, para establecer los niveles de cada cuerpo de agua y su variación en el tiempo. Adicionalmente cuando los puntos que cuenten con miras limnimétricas se hará lectura de las mismas periódicamente. Para los vertimientos el aforo se realizara volumétrico o por vadeo según corresponda.

- **Metodologías de muestreo de Parámetros fisicoquímicos**

Las metodologías de muestreo y los métodos de análisis se deben regir por los protocolos del Standard methods for the examination of water and wastewater de la AWWA (APHA. AWWA. WPCF, 1998) y que han sido adoptados por el IDEAM. Para las variables físicas y químicas que no se midan in situ, se tomarán muestras de agua en cantidad suficiente en frascos plásticos, garantizando su preservación durante el transporte (protegidas de la radiación directa del sol y a 4ºC). En todos los casos la muestra no tendrá un período mayor al definido para cada parámetro en los protocolos de monitoreo ambiental del IDEAM entre el momento de su recolección y el análisis de la misma en el laboratorio, cabe resaltar que algunos de los parámetros requieren de métodos de preservación de la muestra específicos que se deben seguir para no alterar los resultado.

- **Análisis de la información:**

Con esta información se aplicarán índices de calidad del agua basado en características fisicoquímicas como el ICA (Índice de calidad del agua) con el fin de obtener una idea general de la calidad del agua de cada fuente.

Adicionalmente se construirán graficas con los resultados de las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua como base del análisis de resultados en comparación con la legislación vigente. Así se establecerá si existen diferencias espaciales y temporales en las condiciones fisicoquímicas de los mismos.

Comparando la calidad del agua con los índices de calidad del agua basado en características fisicoquímicas y bióticas (BMWP/Col.) y con índices ecológicos para aproximarse a la definición de la estructura de las comunidades del río.

- **Parámetros hidrobiológicos**

Biomasa de Perifiton: En cada sitio el muestreo se realiza en 10 puntos ubicados en sustratos naturales inmersos en el lecho de la corriente, distribuidos en un trayecto aproximado de 100 m. Con cepillos plásticos se remueve el material adherido a los sustratos utilizando como unidad de área cuadrantes de 10 cm2, hasta obtener un área de 100 cm2 de raspado por sitio. Las muestras colectadas se fijan con una solución de lugol al 10% y se mantienen en oscuridad hasta el análisis en el laboratorio. Cada muestra se analiza cualitativa y cuantitativamente. El seguimiento de la calidad del agua se debe realizar mediante esta metodología, representado en colores, según estándares internacionales para los distintos grados de contaminación.

Cuadro 246. Convenciones de color para las clases de calidad de agua y los valores BMWP/Col

CLASE	CALIDAD	VALOR DEL BMWP/Col.	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	>150	Aguas más limpias	
		123-149	Aguas no contaminadas	
II	Aceptable	71-122	Se evidencian efectos de la contaminación	

III	Dudosa	46-70	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Critica	21-45	Aguas muy contaminadas	
V	Muy crítica	<20	Aguas fuertemente contaminadas, situación crítica	

Fuente. Álvarez, 2005

5.7.1.5 Indicadores

- *(%) Muestreos realizados*: Muestreos realizados * 100/ muestreos programados

- Grafica de *análisis de tendencias de cada parámetro medido*: Resultado de cada parámetro para cada fuente monitoreada en cada ciclo de monitoreo vs monitoreo en el tiempo. Esta gráfica permitirá determinar cómo es el cambio en las características fisicoquímicas, microbiológicas e hidrobiológicas de los cuerpos de agua, este análisis permitirá en caso de ser necesario tomar medidas correctivas pertinentes.

- Número de vertimientos totales a monitorear/ Vertimientos monitoreados que cumplen con la normatividad vigente * 100

- Indicadores ambientales ICA y BMWP: Los cuales permiten indicar las tendencias de calidad del agua de manera general.

- (Caudal en cada afluente medido por muestreo – Caudal en cada afluente en el muestreo anterior) / caudal en cada afluente por muestreo x 100

5.7.1.6 Cronograma

El cronograma para realizar los muestreos fue definido como se muestra en los siguientes cuadros:

Cuadro 247. Cronograma de monitoreo de los puntos establecidos para seguimiento a Río de Oro y sus afluentes

Actividad/Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recopilación información previa												
Organización del muestreo												
Trabajo de Campo												
Trabajo de Laboratorio												

Análisis de información												
Elaboración de informe semestral												
Entrega de informe anual												

Cuadro 248. Cronograma de monitoreo de los vertimientos establecidos para seguimiento a Río de Oro y sus afluentes

Actividad/Mes	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recopilación información previa											
Organización del muestreo											
Trabajo de Campo											
Trabajo de Laboratorio											
Análisis de información											
Entrega de informe anual											

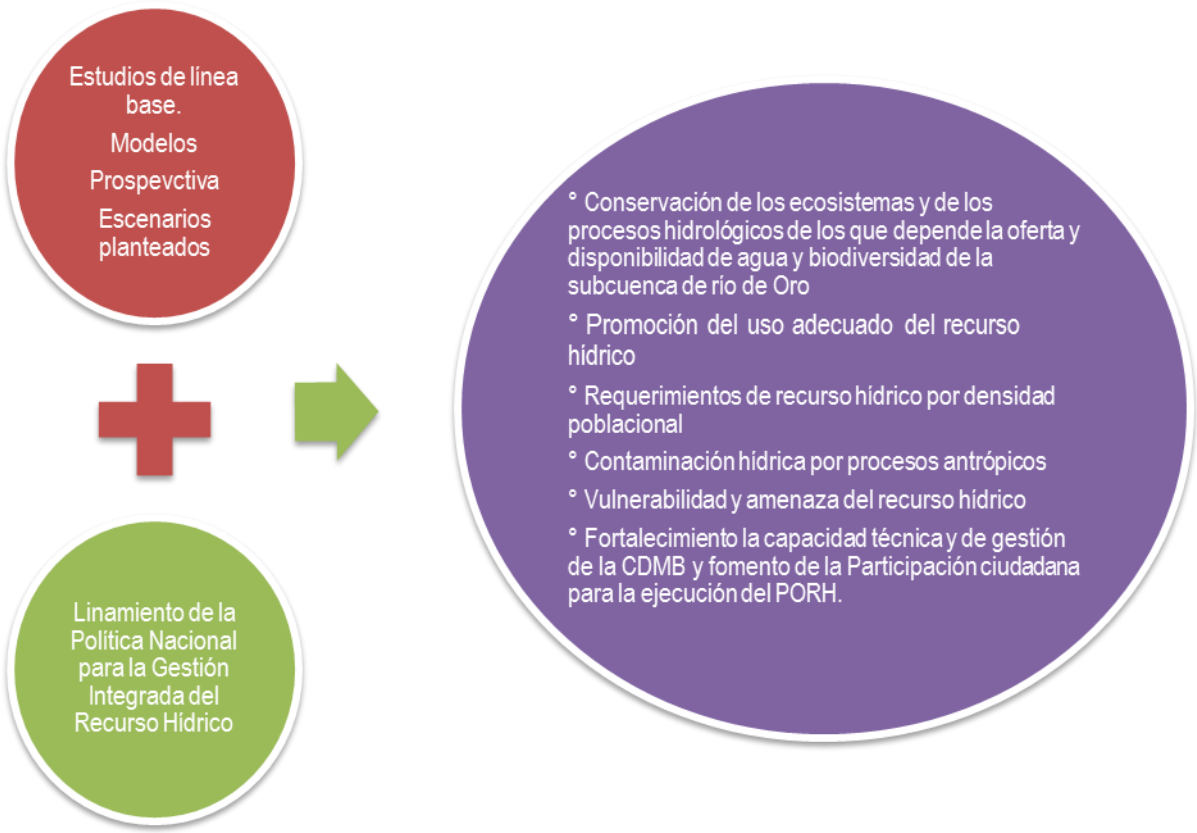
5.7.1.7 Responsable

CDMB, como responsables de la implementación y/o aplicación del programa de monitoreo.

5.8 Estructuras el componente programático

Para la elaboración de planes, programas y proyectos para Río de Oro y sus tributarios Ríos Frío y Lato se tendrá en cuenta la siguiente figura:

Figura 106 Bases PORH río de Oro



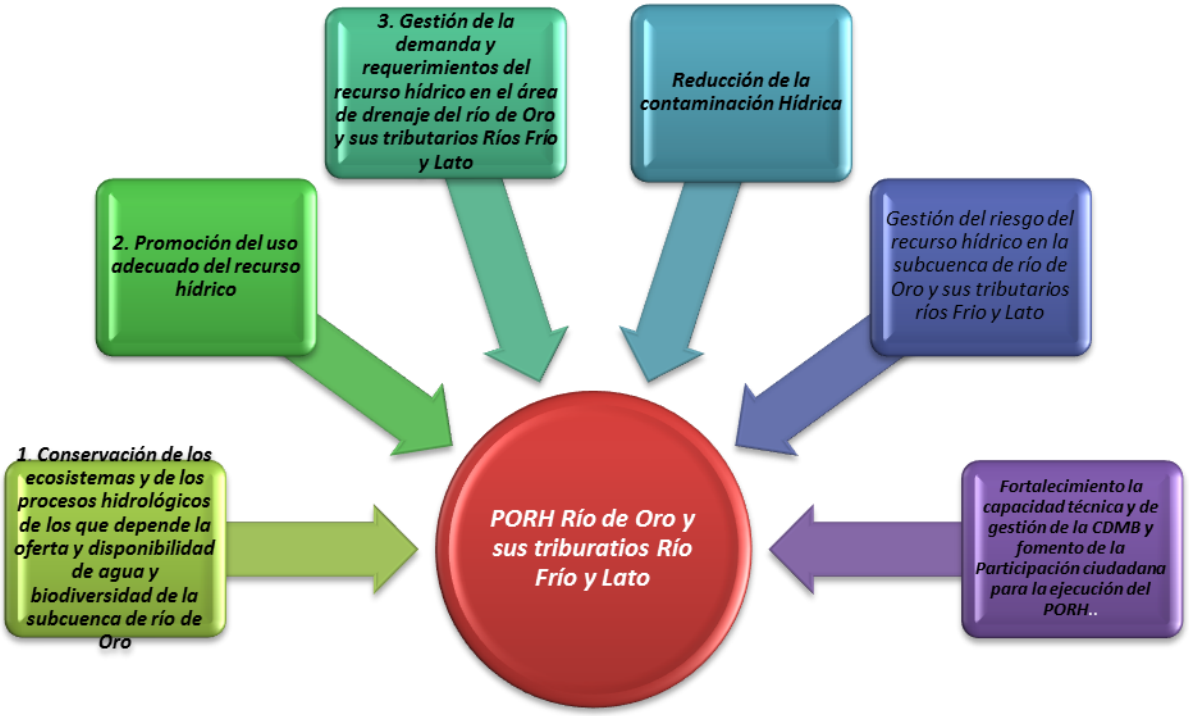
Como se observa en la figura anterior se determinan las base del PORH del río de Oro y sus tributarios ríos Frío y Lato, en donde se establece una zona en la cual se realiza la síntesis de resultados de las tres primeras fases del presente plan, las cuales son relacionados con los lineamiento de la Política Nacional para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico y los resultados del levantamiento de información primaría. Es importante resaltar que en cada etapa del proyecto se ejecutaron las actividades del Plan Operativo para la ejecución del convenio 042, además de establecer coherencia con la Política Pública, en relación al Recurso Hídrico.

En la misma gráfica se presentan las bases para la formulación de estrategias que serán base para la formulación del PORH, estas son el resultado del proceso metodológico (MIC-MAC y SMIC PROB), el cual cuenta con participación de los actores clave y están relacionadas directamente con los resultados de los modelos y de los escenarios formulados.

Generación de estrategias. Las siguientes son las estrategias resultados del proceso de prospectiva

1. Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro
2. Promoción del uso adecuado del recurso hídrico
3. Gestión de la demanda y requerimientos del recurso hídrico en el área de drenaje del río de Oro y sus tributarios Ríos Frío y Lato
4. Reducción de la contaminación Hídrica
5. Gestión del riesgo del recurso hídrico en la subcuenca de río de Oro y sus tributarios ríos Frio y Lato
6. Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y fomento de la Participación ciudadana para la ejecución del PORH.

Figura 107 Líneas estratégicas PORH río de Oro



En la siguiente tabla se presenta una relación de los objetivos, estrategias y líneas de acción del Plan Hídrico Nacional en la FASE 1, y la coherencia entre las estrategias formuladas en el PORH de río de Oro

Cuadro 249 Articulación de Estrategias del Plan Hídrico Nacional con las estrategias del PORH de río de Oro

POLÍTICA NACIONAL DEL RECURSO HÍDRICO				***IMPACTO DEL PROYECTO PORH ÍO DE ORO***	
Objetivos específicos	*Estrategias*	*Líneas de acción*	*DETALLES*	*Coherencia*	*Estrategia PORH Río de ORO*
Oferta	Conocimiento Planeación Conservación	Línea Estratégica 11	• Ampliar conocimiento de oferta superficial y acuíferos.	Aplica	1. Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro 2. Promoción del uso adecuado del recurso hídrico
			• Servicios ambientales relacionados con el agua.	Aplica	
			• Planes estratégicos 5 macro cuencas.	No Aplica	
			• POMCAS priorizados y articulados al POT.	No Aplica	
			• Adquirir, manejar y vigilar aéreas clave para oferta	Aplica	
Demanda	Medición consumos GIRH en actores Uso eficiente y ahorro del agua	Línea Estratégica 10	• Inventarios y registros de usuarios.	Aplica	2. Promoción del uso adecuado del recurso hídrico 3. Gestión de la demanda y requerimientos del recurso hídrico en el área de drenaje del río de Oro y sus tributarios Ríos Frío y Lato 6. Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y fomento de la Participación ciudadana para la ejecución del PORH.
			• Cuantificar demanda y medir consumo.	Aplica	
			• Formular e implementar componente ambiental del PDA.	Aplica	
			• Incremento de tecnologías de ahorro, uso eficiente y reducción de pérdidas	Aplica	
			• Cambio de hábitos de consumo no sostenibles.	Aplica	
Calidad	ordenamiento del recurso Reducción de la contaminación Monitoreo y seguimiento	Línea Estratégica 6	• Ordenación del recurso hídrico (objetivos calidad).	Aplica	4. Reducción de la contaminación Hídrica 5. Gestión del riesgo del recurso hídrico en la subcuenca de río de Oro y sus tributarios ríos Frio y Lato 6. Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y fomento de la Participación ciudadana para la ejecución del PORH.
			• Reducir contaminación a través de reducción en la fuente, producción limpia y tratamiento de aguas.	Aplica	
			• Además de remover materia orgánica y sólidos, remover patógenos y nutrientes, para reusó.	Aplica	
			• Complementar y articular redes y programas de monitoreo de calidad, a nivel nacional y regional.	Aplica	

POLÍTICA NACIONAL DEL RECURSO HÍDRICO				***IMPACTO DEL PROYECTO PORH ÍO DE ORO***	
Objetivos específicos	*Estrategias*	*Líneas de acción*	*DETALLES*	*Coherencia*	*Estrategia PORH Río de ORO*
Riesgos	Divulgación de riesgos Incorporar en planeación Reducción y adaptación	línea Estratégica 8	• Identificar riesgos en ecosistemas, sistemas artificiales e infraestructura clave para la oferta hídrica.	Aplica	5. Gestión del riesgo del recurso hídrico en la subcuenca de río de Oro y sus tributarios ríos Frio y Lato 6. Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y fomento de la Participación ciudadana para la ejecución del PORH.
			• Divulgación y medidas de prevención de riesgos.	Aplica	
			• Incorporar gestión de riesgos asociados al RH en la planeación: POT, P. Desarrollo, P.Sectoriales.	Aplica	
			• Medidas de reducción de riesgos por fenómenos Niño, Niña, y de adaptación al Cambio Climático.	Aplica	
Fortalecimiento institucional	Mejoramiento gestión Formación, investigación Revisión normativa Sostenibilidad financiera	línea Estratégica 16	• Capacitación y grupos de RH en Autoridades AMB.	Aplica	6. Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y fomento de la Participación ciudadana para la ejecución del PORH.
			• Legalización de usuarios de hecho.	Aplica	
			• Implementar el Sistema de Información del RH.	Aplica	
			• Plan Nacional de investigación y formación en la GIRH	Aplica	
			• Integrar, armonizar y ajustar normatividad del RH	Aplica	
			• Guías y procedimientos para aplicar normatividad del RH	No. Aplica	
			• Recursos para la ejecución del Plan Hídrico Nacional	No. Aplica	
Gobernabilidad	Participación Cultura del agua Conflictos	línea Estratégica 9	• Promover Consejos de Cuenca	Aplica	6. Fortalecimiento la capacidad técnica y de gestión de la CDMB y fomento de la Participación ciudadana para la ejecución del PORH.
			• Programas masivos de comunicación e información.	Aplica	
			• Identificar riesgos asociados al RH y generar espacios y escenarios para su transformación.	Aplica	

5.3 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS, Y METAS GENERALES DEL PLAN

Las estrategias reflejarán la situación y/o estado de la gestión integral del recurso hídrico que se desea alcanzar a través de la realización del escenario a puesta y los programas que corresponderán a la solución de la problemática identificada en la etapa de diagnóstico y las perspectivas futuras generadas en el modelo acerca del estado de la subcuenca de río de Oro.

Cuadro 250 Línea estratégica 1 – actividad 1.1

PROGRAMA 1. Conservación de los ecosistemas y de los procesos hidrológicos de los que depende la oferta y disponibilidad de agua y biodiversidad de la subcuenca de río de Oro		
Objetivo estratégico Desarrollar acciones de conservación y restauración de ecosistemas afectados por procesos antrópicos en zonas de recarga hídrica.		
Actividad 1.1 Adquisición de predios para conservación de zonas de recarga hídrica.		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Trescientas (350) hectáreas de bosque identificadas y priorizadas para su adquisición.	Número de hectáreas de bosque adquiridas	Mapa con las áreas de bosque identificadas y priorizadas para su adquisición. Estudio jurídico de los predios y avalúos comerciales. Escrituras públicas
Actividad 1.2 Restauración Ecológica de ecosistemas degradados en zona de recarga hídrica.(Sistema Agroforestal: Reforestación)		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Doscientas (250) hectáreas identificadas y priorizadas para su restauración.	Número de hectáreas de bosque identificadas para restauración.	Mapa con las áreas identificadas y priorizadas para su restauración. Georreferenciación de las áreas restauradas, actas de entrega de material vegetal, bitácoras de las actividades de restauración, registro fotográfico.
Actividad 1.3 Esquemas de incentivos a la conservación para la parte alta de la Subcuenca río de Oro.		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Áreas Setecientas (700) hectáreas	Número de hectáreas con aislamiento	Listados de asistencia y registro

para la implementación del esquema de incentivos a la conservación diseñado para la parte alta de la Subcuenca río de Oro.	identificadas para la protección de cañadas y nacimientos de agua.	fotográfico. Documento técnico.
Actividad 1.4 *Áreas reforestadas y/o revegetalizadas naturalmente para la protección de cuencas abastecedoras (Cañadas, Nacimientos de agua)*		
Doscientas (200) hectáreas revegetalizadas naturalmente para la protección de cuencas abastecedoras	Número de hectáreas con aislamiento identificadas para la protección de cañadas y nacimientos de agua	***Fuente de verificación*** Documento técnico.

Cuadro 251 Línea estratégica 2 – actividad 2.1

ESTRATEGIA 2. Promoción del uso adecuado del recurso hídrico		
Objetivo estratégico Incentivar el consumo y uso sostenible del recurso hídrico en el área de drenaje de la subcuenca de río de Oro y sus tributarios ríos Frio y Lato		
Actividad 2.1 Educación ambiental dirigida a la comunidad de la parte alta de la Subcuenca río de Oro para la conservación de las zonas de recarga hídrica y al uso eficiente del recurso hídrico		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Seis (10) talleres de sensibilización ambiental para la conservación del recurso hídrico (dos talleres por microcuenca).	Número de talleres de sensibilización ambiental para la conservación del recurso hídrico (dos talleres por microcuenca).	Listados de asistencia y registro fotográfico
Seis (10) jornadas lúdicas ambientales con los niños de las escuelas de las tres microcuencas.	Número de jornadas lúdicas ambientales con los niños de las escuelas de las tres microcuencas.	Listados de asistencia y registro fotográfico.
Seis (10) talleres comunitarios para la conservación de la fauna y la flora (dos talleres por microcuenca).	Número de talleres comunitarios para la conservación de la fauna y la flora.	Listados de asistencia y registro fotográfico
Seis (10) talleres para incentivar programas de ahorro y uso eficiente del agua	Número de talleres comunitarios para incentivar el ahorro y uso eficiente del agua	Listados de asistencia y registro fotográfico
Actividad 2.2 *Realizar Talleres sobre el uso y manejo eficiente de Pesticidas en el área de influencia directa del río de Oro y sus tributarios ríos Frio y Lato*		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Implementar (15) *talleres dirigidos a la comunidad sobre el Uso y Manejo*	*Número de talleres dirigidos a la comunidad sobre el Uso y Manejo*	Documento técnico.

eficiente de Pesticidas Implementar cinco (5) programas para recoger los empaques del proceso de aplicación de pesticidas	*eficiente de Pesticidas.* *Identificar a quien corresponda recoger los empaques del proceso de aplicación de pesticidas y definir zonas de recolección con las comunidades y los entes.*	
Actividad 2.3 *Capacitación sobre la disposición adecuada de residuos sólidos dirigida a los habitantes del área de drenaje.*		
Realizar cinco (5) talleres sobre la disposición adecuada de residuos sólidos dirigida a los habitantes del área de drenaje.	*Número de talleres de capacitación diseñados sobre la disposición adecuada de residuos sólidos.*	***Fuente de verificación*** Documento técnico.

Cuadro 252 Línea estratégica 3 – actividad 3.1

ESTRATEGIA 3. Gestión de la demanda y requerimientos del recurso hídrico en el área de drenaje del río de Oro y sus tributarios Ríos Frío y Lato		
Objetivo estratégico Implementar programas de seguimiento periódico a los sistemas de medición de los consumos de agua para usuarios del recurso hídrico en la corriente de río de Oro y su tributarios ríos Frío y Lato		
Actividad 3.1 Identificación y regularización de las concesiones ilegales del recurso hídrico en la Subcuenca del río de Oro		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Identificación de setecientas (700) captaciones ilegales en la Subcuenca del río de Oro.	Número total de captaciones ilegales identificadas de la Subcuenca del río de Oro.	Expedientes en físico.
Actualización del mil doscientas (1200) concesiones en la Subcuenca río de Oro en el "Sistema de Información, Normatización y calidad Ambiental SINCA" de la CDMB.	Número total de concesiones actualizadas en el SINCA (Sistema de Información CDMB) en la Subcuenca río de Oro.	Reportes del SINCA
Actividad 3.2 *Reglamentación de los vertimientos dentro de la Subcuenca de río de Oro.*		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Realizar seis 6 mesas de concertación con las comunidades.	Número de mesas de concertación con las comunidades.	Listados de asistencia y registro fotográfico
Realizar seis 6 mesas de concertación con las empresas, Empas, Piedecuestana	Número de mesas de concertación con las empresas, Empas, Piedecuestana	Listados de asistencia y registro fotográfico Documento técnico.

Realizar un (1) Documento técnico soporte para la resolución con la reglamentación de los vertimientos dentro de la Subcuenca del río de Oro.	Documento técnico soporte para la resolución con la reglamentación de los vertimientos dentro de la Subcuenca del río de Oro.	
Actividad 3.3 *Capacitación en la reglamentación y normatividad en vertimientos dirigida a los habitantes del área de drenaje*		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Realizar cinco (5) talleres de capacitación diseñados sobre la reglamentación y normatividad en vertimientos	Número de talleres de capacitación sobre la reglamentación y normatividad en vertimientos, realizados en los tramos contemplados en el plan de ordenamiento del recurso hídrico (PORH).	Listados de asistencia y registro fotográfico
Actividad 3.4 *Actualización de los procesos de los permisos de vertimiento y compromisos de los Planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV).*		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Cubrir el total (100%) de actualización de los permisos de vertimiento otorgados por la CDMB en la Subcuenca río de Oro.	Porcentaje de actualización de los permisos de vertimiento otorgados por la CDMB en la Subcuenca río de Oro.	Documento técnico.
Hacer seguimiento al 100% a las metas de los planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) en la Subcuenca río de Oro.	Porcentaje de seguimiento a las metas de los planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) en la Subcuenca río de Oro.	Reportes del SINCA
Hacer monitoreo semestral a los vertimientos y analizados frente a la norma	Resultado de monitoreos realizados a los vertimientos y analizarlos frente a la normatividad.	Documento técnico.

Cuadro 253 Línea estratégica 4 – actividad 4.1

ESTRATEGIA 4. Reducción de la contaminación Hídrica		
Objetivo estratégico Reducir la contaminación por vertimientos y disposición de residuos sólidos en fuentes hídricas de la Subcuenca del río de Oro.		
Actividad 4.1 Fortalecimiento de la red de monitoreo de calidad del agua y del laboratorio de aguas de la CDMB.		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Una (1) red de monitoreo de calidad del agua dotada con dotada con equipos, 2 comisiones, (27 puntos de monitoreo y 32 parámetros). Un (1) laboratorio de aguas dotado equipos, insumos, mantenimiento y acreditación de parámetros Entrenamiento y certificación IDEAM de seis (6) técnicos en monitoreo de corrientes.	Número de redes de monitoreo de calidad del agua dotada con equipos de última tecnología. Número de laboratorios de aguas dotado con equipos de última tecnología. Número de técnicos en monitoreo de corrientes entrenados y certificados por el IDEAM.	Presupuesto de dotación de la red de monitoreo, facturas de compra y contratos de obra. Presupuesto de dotación del laboratorio, facturas de compra y contratos de obra Listados de asistencia y certificaciones IDEAM.
Actividad 4.2 Implementación de monitoreos Hidrobiológicos en los puntos de la red.		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Un (1) equipo de muestreo para análisis de la información Hidrobiológica.	Adquisición de Equipos técnicos para el análisis de la información Hidrobiológica (Estereoscopio, Microscopio, y muestreador)	Presupuesto de dotación del laboratorio, facturas de compra y contratos de obra
Actividad 4.3 Adquirir software de modelación para cantidad y calidad de agua		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Un (1) Software adquirido para modelación calidad y cantidad de agua	Software adquirido para modelamiento	Software adquirido
Actividad 4.4 *Estudio socio ambiental del aprovechamiento de material de arrastre(barequeros)*		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Realizar un (1) estudio de Diagnóstico, identificación, organización y capacitación socio ambiental.	Realizar el Diagnóstico, identificación, organización y capacitación	Documento técnico.

Cuadro 254 Línea estratégica 5 – actividad 5.1

ESTRATEGIA 5. Gestión del riesgo del recurso hídrico en la subcuenca de río de Oro y sus tributarios ríos Frio y Lato		
Objetivo estratégico		
Desarrollar acciones de prevención y adaptación a la vulnerabilidad y amenaza del recurso hídrico por eventos climáticos, sobrexplotación. Y contaminación		
Actividad 5.1		
Identificación del grado de vulnerabilidad y amenazas por sequías o inundaciones producto de eventos extremos que afectan directamente la oferta de agua del Río de Oro.		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Un (1) documento con los resultados del estrategias para minimizar el grado de vulnerabilidad y amenazas identificados en el PORH de río de Oro	Generar estrategias para minimizar el grado de vulnerabilidad y amenazas identificados en el PORH de río de Oro	Documento técnico.
Actividad 5.2		
Estudio sobre el grado de vulnerabilidad social frente a la contaminación de aguas superficiales en la Subcuenca del río de Oro.		
Meta	***Indicador***	***Fuente de verificación***
Un (1) documento con los resultados del estudio de identificación del grado de vulnerabilidad social frente a la contaminación de aguas superficiales.	Número de microcuencas que tienen identificado su grado de vulnerabilidad social frente a la contaminación de aguas superficiales.	Mapa con el grado de vulnerabilidad social frente a la contaminación de aguas superficiales en Subcuenca del río de Oro. Documento técnico.

6 PRESUPUESTO: PROGRAMAS Y ACTIVIDADES DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DE RECURSO HIDRICO DE LA SUBCUENCA RIO DE ORO Y SUS AFLUENTES RÍO FRIO Y RIO LATO.

A continuación se presenta el presupuesto necesario para ejecutar cada uno de los programas planteados en este documento:

Cuadro 255 Programa 1: Conservación de áreas estratégicas para garantizar la oferta hídrica en el rio de Oro.

PROGRAMA 1: CONSERVACION DE ÁREAS ESTRATEGICAS PARA GARANTIZAR LA OFERTA HIDRICA EN EL RIO DE ORO.																	
Actividades	***Unidad***	***Indicador***	***Meta***	***Costo/Unit***	***2015***		***2016***		***2017***		***2018***		***2019***		***Costo Total***	***ASIGNACIÓN DE RECURSOS***		
					Cant	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***		***FOLRIDABLANCA***	***PIEDECUESTA***	***CDMB***
Adquisición de predios para conservación de zonas de recarga hídrica.	Has	Número de hectáreas de bosque adquiridas	350	7.000.000	70	490.000.000	70	490.000.000	70	490.000.000	70	490.000.000	70	490.000.000	2.450.000.000	735.000.000	735.000.000	980.000.000
Restauración Ecológica de ecosistemas degradados en zona de recarga hídrica.(Sistema Agroforestal: Reforestación)	Has	Número de hectáreas de bosque identificadas para restauración	250	1.932.700	50	96.635.000	50	96.635.000	50	96.635.000	50	96.635.000	50	96.635.000	483.175.000	144.952.500	144.952.500	193.270.000
Esquemas de incentivos a la conservación para la parte alta de la Subcuenca río de Oro.	Has	Número de hectáreas de bosque identificadas para PSA	700	150.000			700	105.000.000	700	105.000.000	700	105.000.000	700	105.000.000	420.000.000	168.000.000	168.000.000	84.000.000
Áreas reforestadas y/o revegetalizadas naturalmente para la protección de cuencas abastecedoras (Cañadas, Nacimientos de agua)	Has	Número de hectáreas con aislamiento identificadas para la protección de cañadas y nacimientos de agua	200	1.830.188	40	73.207.520	40	73.207.520	40	73.207.520	40	73.207.520	40	73.207.520	366.037.600	91.509.400	91.509.400	183.018.800
														SUB TOTAL	3.719.212.600	1.139.461.900	1.139.461.900	1.440.288.800

INDICADORES DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO: * Sujetos a la información de la Línea Base
*Número de hectáreas de bosque adquiridas/ el total de has de Bosques de la subcuenca Río de Oro.
*Número de hectáreas de bosque identificadas para restauración / del total de has de Bosques degradados de la subcuenca Río de Oro.
*Número de hectáreas de bosque identificadas para PSA / del total de has de Bosques potenciales para pago PSA en la subcuenca Río de Oro.
*Número de hectáreas con aislamiento identificadas para la protección de cañadas y nacimientos de agua / del total de has identificadas para la protección de cañadas y nacimientos de agua en la subcuenca Río de Oro

Cuadro 256 Programa 2: Cultura ambiental para el uso adecuado del recurso hídrico.

PROGRAMA 2: CULTURA AMBIENTAL PARA EL USO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO																	
Actividades	***Unidad***	***Indicador***	***Meta***	***Costo/Unit***	***2015***		***2016***		***2017***		***2018***		***2019***		***Costo Total***	***ASIGNACIÓN DE RECURSOS***		
					Cant	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***		***FOLRIDABLANCA***	***PIEDECUESTA***	***CDMB***
Educación ambiental dirigida a la comunidad de la parte alta de la Subcuenca río de Oro para la conservación de las zonas de recarga hídrica y al uso eficiente del recurso hídrico	Talleres	Número de talleres de sensibilización ambiental para la conservación del recurso hídrico (dos talleres por microcuenca).	10	400.000	2	800.000	2	800.000	2	800.000	2	800.000	2	800.000	4.000.000	1.600.000	1.600.000	800.000
	Talleres	Número de jornadas lúdicas ambientales con los niños de las escuelas de las tres microcuencas.	10	400.000	2	800.000	2	800.000	2	800.000	2	800.000	2	800.000	4.000.000	1.600.000	1.600.000	800.000
	Talleres	Número de talleres comunitarios para la conservación de la fauna y la flora.	10	600.000	2	1.200.000	2	1.200.000	2	1.200.000	2	1.200.000	2	1.200.000	6.000.000	2.400.000	2.400.000	1.200.000
	Talleres	Número de talleres comunitarios para incentivar el ahorro y uso eficiente del agua	10	600.000	2	1.200.000	2	1.200.000	2	1.200.000	2	1.200.000	2	1.200.000	6.000.000	1.800.000	1.800.000	2.400.000
Realizar Talleres sobre el uso y manejo eficiente de Pesticidas en el área de influencia directa	Taller	Número de talleres dirigidos a la comunidad sobre el Uso y Manejo eficiente de Pesticidas.	15	890.000	3	2.670.000	3	2.670.000	3	2.670.000	3	2.670.000	3	2.670.000	13.350.000	4.005.000	4.005.000	5.340.000

PROGRAMA 2: CULTURA AMBIENTAL PARA EL USO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO																	
Actividades	***Unidad***	***Indicador***	***Meta***	***Costo/Unit***	***2015***		***2016***		***2017***		***2018***		***2019***		***Costo Total***	***ASIGNACIÓN DE RECURSOS***		
					Cant	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***		***FOLRIDABLANCA***	***PIEDECUESTA***	***CDMB***
del río de Oro y sus tributarios ríos Frio y Lato	Programa	Identificar a quien corresponda recoger los empaques del proceso de aplicación de pesticidas y definir zonas de recolección con las comunidades y los entes.	5	10.000.000	1	10.000.000	1	10.000.000	1	10.000.000	1	10.000.000	1	10.000.000	50.000.000	15.000.000	15.000.000	20.000.000
Capacitación sobre la disposición adecuada de residuos sólidos dirigida a los habitantes del área de drenaje.	Taller	Número de talleres de capacitación diseñados sobre la disposición adecuada de residuos sólidos.	5	890.000	1	890.000	1	890.000	1	890.000	1	890.000	1	890.000	4.450.000	1.335.000	1.335.000	1.780.000
														SUB TOTAL	87.800.000	27.740.000	27.740.000	32.320.000

Cuadro 257 Programa 3: Recuperación de la calidad ambiental del rio de oro y sus afluentes

PROGRAMA: 3 RECUPERACION DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL RIO DE ORO Y SUS AFLUENTES																	
Actividades	***Unidad***	***Indicador***	***Meta***	***Costo/Unit***	***2015***		***2016***		***2017***		***2018***		***2019***		***Costo Total***	***ASIGNACIÓN DE RECURSOS***		
					Cant	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***		***FOLRIDABLANCA***	***PIEDECUESTA***	***CDMB***
Identificación y regularización de las concesiones ilegales del recurso hídrico en la Subcuenca del río de Oro	Captaciones	Número total de captaciones ilegales identificadas de la Subcuenca del río de Oro.	700	11.000.000	140	11.000.000	140	11.000.000	140	11.000.000	140	11.000.000	140	11.000.000	55.000.000	11.000.000	11.000.000	33.000.000
	Concesiones	Número total de concesiones actualizadas en el SINCA (Sistema de Información CDMB) en la Subcuenca río de Oro.	1200	11.000.000	240	11.000.000	240	11.000.000	240	11.000.000	240	11.000.000	240	11.000.000	55.000.000	11.000.000	11.000.000	33.000.000
Reglamentación de los vertimientos dentro de la Subcuenca del río de Oro.	Mesas	Número de mesas de concertación con las comunidades.	6	4.166.667	6	25.000.000									25.000.000	5.000.000	5.000.000	15.000.000
	Mesas	Número de mesas de concertación con las empresas, Empas, Piedecuestana	6	4.166.667			6	25.000.000							25.000.000	5.000.000	5.000.000	15.000.000
	Documento Técnico	Documento técnico soporte para la resolución con la reglamentación de los vertimientos dentro de la Subcuenca del río de Oro.	1	1.000.000			1	1.000.000							1.000.000	200.000	200.000	600.000

PROGRAMA: 3 RECUPERACION DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL RIO DE ORO Y SUS AFLUENTES																	
Actividades	***Unidad***	***Indicador***	***Meta***	***Costo/Unit***	***2015***		***2016***		***2017***		***2018***		***2019***		***Costo Total***	***ASIGNACIÓN DE RECURSOS***		
					Cant	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***		***FOLRIDABLANCA***	***PIEDECUESTA***	***CDMB***
Capacitación en la reglamentación y normatividad en vertimientos dirigida a los habitantes del área de drenaje	Talleres	Número de talleres de capacitación sobre la reglamentación y normatividad en vertimientos, realizados en los tramos contemplados en el plan de ordenamiento del recurso hídrico (PORH).	5	890.000	1	890.000	1	890.000	1	890.000	1	890.000	1	890.000	4.450.000	1.335.000	1.335.000	1.780.000
Actualización de los procesos de los permisos de vertimiento y compromisos de los Planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV).	Permisos de Vertimiento	Porcentaje de actualización de los permisos de vertimiento otorgados por la CDMB en la Subcuenca río de Oro.	100 %	2.500.000	20%	27.500.000	20%	27.500.000	20%	27.500.000	20%	27.500.000	20%	27.500.000	137.500.000	27.500.000	27.500.000	82.500.000
	Seguimiento	Porcentaje de seguimiento a las metas de los planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) en la Subcuenca río de Oro.	100 %	2.500.000	20%	27.500.000	20%	27.500.000	20%	27.500.000	20%	27.500.000	20%	27.500.000	137.500.000	27.500.000	27.500.000	82.500.000
	Monitoreo Semestral	Resultado de monitoreos realizados a los vertimientos y analizados frente a la norma.	20%	2.500.000	4%	27.500.000	4%	27.500.000	4%	27.500.000	4%	27.500.000	4%	27.500.000	137.500.000	27.500.000	27.500.000	82.500.000

PROGRAMA: 3 RECUPERACION DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL RIO DE ORO Y SUS AFLUENTES																		
Actividades	***Unidad***	***Indicador***	***Meta***	***Costo/Unit***	***2015***		***2016***		***2017***		***2018***		***2019***		***Costo Total***	***ASIGNACIÓN DE RECURSOS***		
					Cant	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***		***FOLRIDABLANCA***	***PIEDECUESTA***	***CDMB***
														SUB TOTAL	577.949.999	116.035.000	116.035.000	345.880.000
INDICADORES DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO* Sujetos a la información de la Línea Base *Número total de captaciones ilegales identificadas de la Subcuenca del río de Oro/ del Número total de captaciones en la subcuenca Río de Oro. *Número total de concesiones actualizadas en el SINCA (Sistema de Información CDMB) en la Subcuenca río de Oro. / Número Total de concesiones otorgadas																		

Cuadro 258 Programa 4: Monitoreo y modelación del rio de Oro y sus afluentes principales

PROGRAMA: 4 MONITOREO Y MODELACION DEL RIO DE ORO Y SUS AFLUENTES PRINCIPALES																		
Actividades	***Unidad***	***Indicador***	***Meta***	***Costo/Unit***	***2015***		***2016***		***2017***		***2018***		***2019***		***Costo Total***	***ASIGNACIÓN DE RECURSOS***		
					Cant	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***		***FOLRIDABLANCA***	***PIEDECUESTA***	***CDMB***
Fortalecimiento de la red de monitoreo de calidad del agua y del laboratorio de aguas de la CDMB.	Equipos	Red de monitoreo de calidad del agua dotada con equipos, 2 comisiones, (27 puntos de monitoreo y 32 parámetros)	Global	100.000.000		50.000.000		50.000.000							100.000.000	35.000.000	35.000.000	30.000.000
	Equipos	Laboratorio de agua dotado con equipos, insumos, mantenimiento y acreditación de parámetros	Global	90.000.000		45.000.000		45.000.000							90.000.000	31.500.000	31.500.000	27.000.000
	Técnicos	Número de técnicos en monitoreo de corrientes entrenados y certificados por el IDEAM.	6	2.000.000	6	132.000.000	6	132.000.000	6	132.000.000	6	132.000.000	6	132.000.000	660.000.000	231.000.000	231.000.000	198.000.000
Implementación de monitoreos Hidrobiológicos en los puntos de la red.	Equipos	Adquisición de Equipos técnicos para el análisis de la información Hidrobiológica (Estereoscopio,	3	50.000.000			3	50.000.000							50.000.000	15.000.000	15.000.000	20.000.000

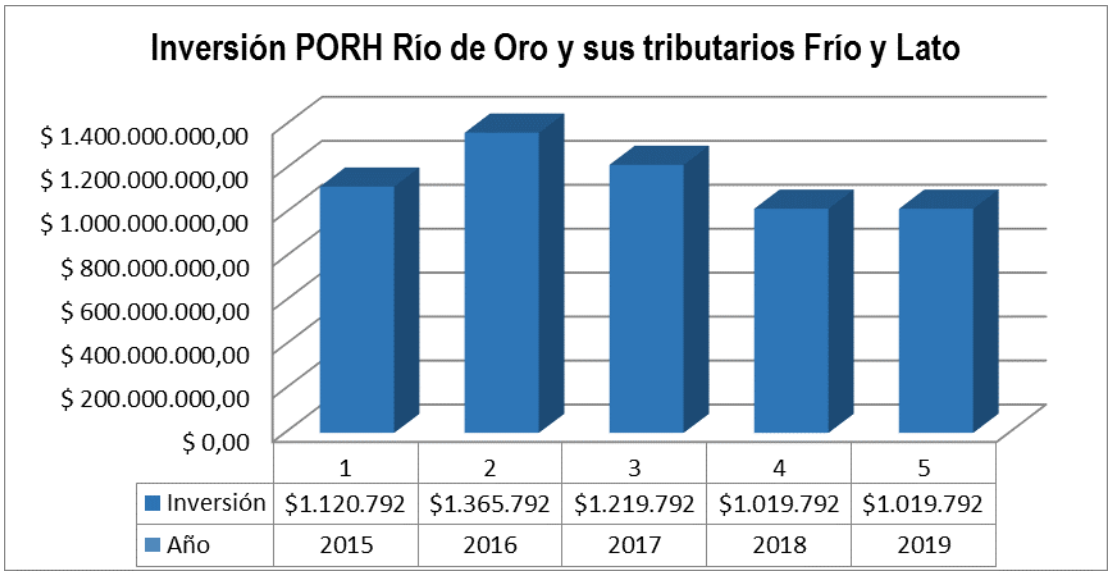
PROGRAMA: 4 MONITOREO Y MODELACION DEL RIO DE ORO Y SUS AFLUENTES PRINCIPALES																	
Actividades	***Unidad***	***Indicador***	***Meta***	***Costo/Unit***	***2015***		***2016***		***2017***		***2018***		***2019***		***Costo Total***	***ASIGNACIÓN DE RECURSOS***		
					Cant	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***		***FOLRIDABLANCA***	***PIEDECUESTA***	***CDMB***
		Microscópimuestrador)																
Adquirir software de modelación para cantidad y calidad de agua	Software	Software adquirido para modelamiento	1	16.000.000	1	16.000.000									16.000.000	4.800.000	4.800.000	6.400.000
Estudio socio ambiental del aprovechamiento de material de arrastre(bareqeros)	Estudio	Realizar el Diagnostico, identificación, organización y capacitación	1	70.000.000	1	70.000.000									70.000.000	21.000.000	21.000.000	28.000.000
														SUB TOTAL	986.000.000	338.300.000	338.300.000	309.400.000

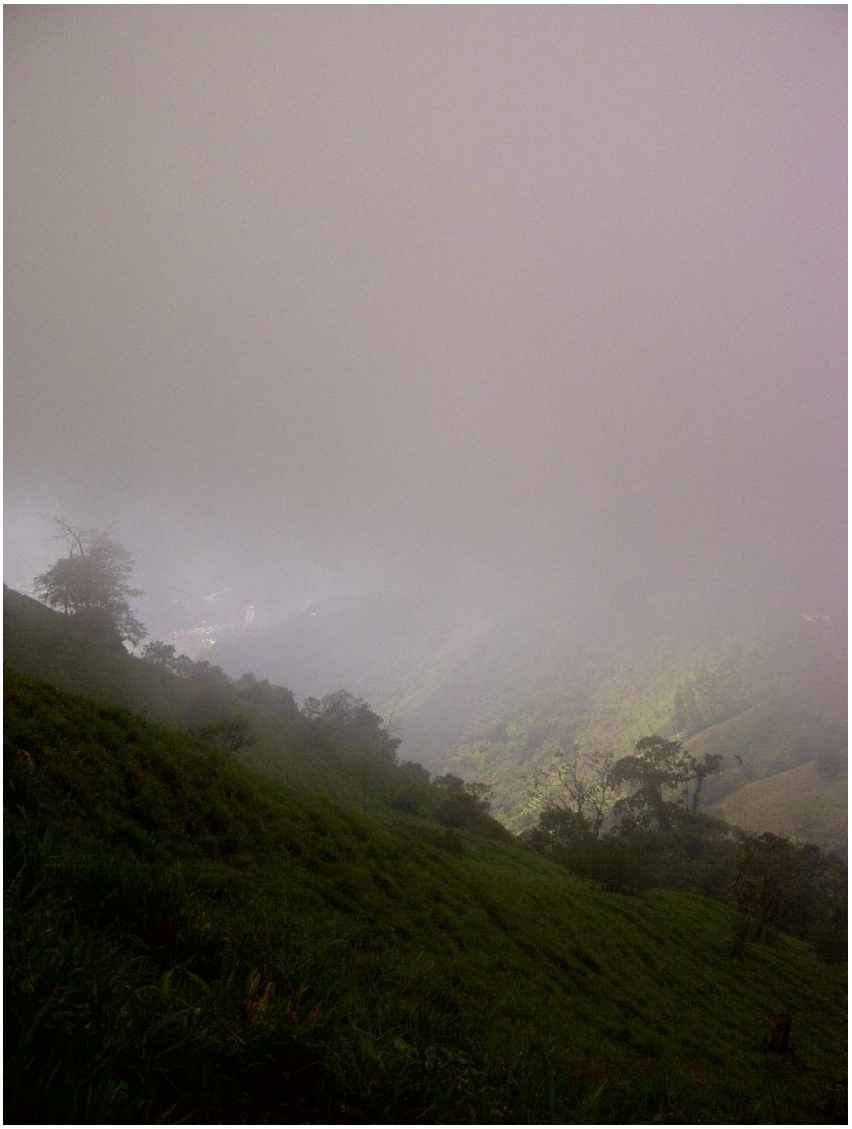
Cuadro 259 Programa 5: Gestión del riesgo del recurso hídrico

PROGRAMA 5: GESTIÓN DEL RIESGO DEL RECURSO HIDRICO																		
Actividades	***Unidad***	***Indicador***	***Meta***	***Costo/Unit***	***2015***		***2016***		***2017***		***2018***		***2019***		***Costo Total***	***ASIGNACIÓN DE RECURSOS***		
					Cant	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***		***FOLRIDABLANCA***	***PIEDECUESTA***	***CDMB***
Identificación del grado de vulnerabilidad y amenazas por sequías o inundaciones producto de eventos extremos que afectan directamente	Global	Generar estrategias para minimizar el grado de vulnerabilidad y amenazas identificados en el PORH de río de Oro	3	300.000.000			1	100.000.000	2	200.000.000					300.000.000	105.000.000	105.000.000	90.000.000

PROGRAMA 5: GESTIÓN DEL RIESGO DEL RECURSO HIDRICO																	
Actividades	***Unidad***	***Indicador***	***Meta***	***Costo/Unit***	***2015***		***2016***		***2017***		***2018***		***2019***		***Costo Total***	***ASIGNACIÓN DE RECURSOS***		
					Cant	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***	***Cant***	***Costo***		***FOLRIDABLANCA***	***PIEDECUESTA***	***CDMB***
la oferta de agua del Río de Oro.																		
Estudio sobre el grado de vulnerabilidad social frente a la contaminación de aguas superficiales en la Subcuenca del río de Oro.	Estudio	Número de microcuencas que tienen identificado su grado de vulnerabilidad social frente a la contaminación de aguas superficiales	1	75.000.000			1	75.000.000							75.000.000	26.250.000	26.250.000	22.500.000
														SUB TOTAL	**375.000.000**	**131.250.000**	**131.250.000**	**112.500.000**
														SUB TOTAL	**5.745.962.599**	**1.752.786.900**	**1.752.786.900**	**2.240.388.800**
														GRAN TOTAL	**5.745.962.599**	**31%**	**31%**	**39%**

Gráfica 204 Inversión PORH Río de Oro y sus tributarios Frío y Lato por año.





PORH RÍO DE ORO

CDMB

MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

2014 - 2023