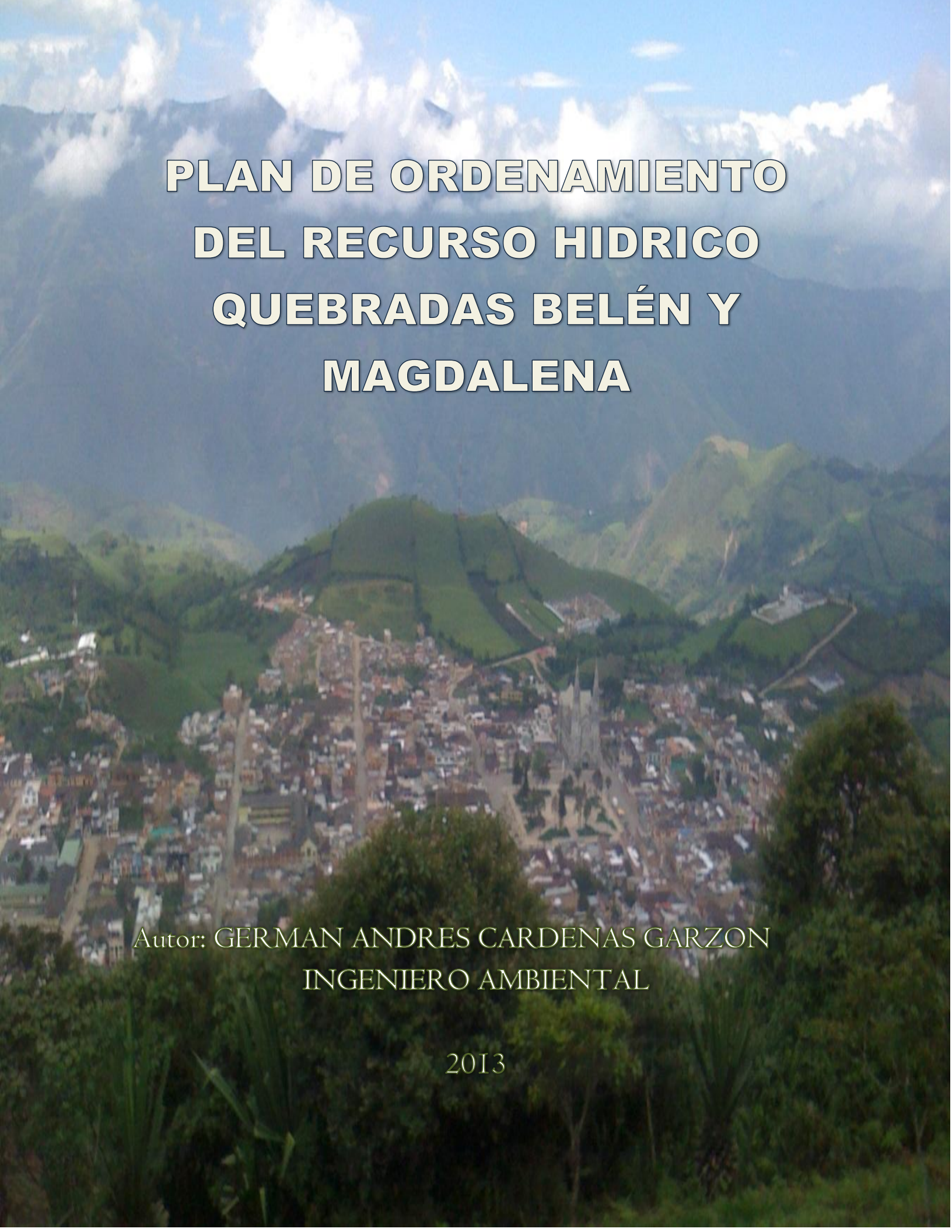


PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA

Autor: GERMAN ANDRES CARDENAS GARZON
INGENIERO AMBIENTAL

2013

CORPONARIÑO
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO
SUBDIRECCIÓN DE CONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL

"PROGRAMA PARA EL MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO"

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO DE LA QUEBRADA EL BELÉN Y MAGDALENA CON JURISDICCIÓN EN EL MUNICIPIO DE SANDONÁ

CUERPO DIRECTIVO

YOLANDA BENAVIDES ROSADA
Directora General

FREDY HERNAN RODRIGUEZ AUX
Subdirector Administrativo y Financiero

RAMIRO ERASO BELALCAZAR
Subdirector de Conocimiento y Evaluación Ambiental

FERNANDO BURBANO VALDEZ
Subdirector de Intervención para la Sostenibilidad Ambiental

TERESA ENRIQUEZ ROSERO
Jefe Oficina Jurídica

FRANKLIN JHONNY ROSERO PATIÑO
Jefe Oficina de Control Interno

HUGO MARTIN MIDEROS LOPEZ
Jefe Oficina de Planeación y Direccionamiento Estratégico

EQUIPO TÉCNICO:

GERMAN ANDRES CÁRDENAS GARZÓN
Formulación PORH Quebrada Belén y Magdalena
Ingeniero Ambiental

MAURICIO BASTIDAS B.
Coordinador PORH Quebrada Honda

BELSI YANIRA LÓPEZ GUERRERO
Cartografía y Sistemas de Información Geográfica
Geógrafa

EQUIPO DE APOYO

EQUIPO PROFESIONAL DE CONTRATISTAS AÑO 2013 ORDENAMIENTO RECURSO HÍDRICO CORPONARIÑO

MARIA FERNANDA FOLLECO VILLAREAL
Interventora
Coordinador Centro Ambiental centro – Recurso Hídrico

GABRIEL MORALES
Apoyo de Campo Aforo de Caudales
Técnico Operativo – CORPONARIÑO

FRANCISCO RICARDO MAFFLA CHAMORRO
Modelo de Simulación Matemático QUAL2K
Ingeniero Sanitario

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

ELISABETH ERAZO
Diagnóstico Social Participativo
Trabajadora Social

JHON CARLOS CÓRDOBA CÓRDOBA
Auxiliar Administrativo

JHON JAIRO VILLAMARIN
Apoyo Logístico

COMUNIDAD QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA
Pasto - Sandoná, 2013

GLOSARIO

AFLUENTE. Agua o cualquier otro líquido, en su estado natural o tratada parcial o totalmente, que ingrese a un reservorio o algún proceso de tratamiento. Curso de agua que desemboca en otro curso más importante.
AFORO VOLUMÉTRICO. Consiste en recoger en un tiempo específico una cantidad de material que se está aforando o recoger un volumen específico midiendo el tiempo utilizado en la recolección de este.
AGUA CONTAMINADA. La presencia en el agua de suficiente material perjudicial o desagradable para causar un daño en la calidad del agua.
AGUA POTABLE. Agua con calidad suficiente, que el ser humano puede ingerir sin riesgos para su salud.
AGUA RESIDUAL. Agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser utilizada por una comunidad o industria. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.
AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA. Provenientes de cocinas, baños, lavamanos, lavaderos y otros. Contiene materiales minerales, materia fecal, papel, restos de alimentos jabón y otros. En las industrias estas aguas provienen especialmente de unidades sanitarias.
AGUA SUPERFICIAL. Toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales.
ALCALINIDAD. Capacidad buffer para establecer el pH.
ALCANTARILLADO COMBINADO. Un sistema de alcantarilla que transporta tanto aguas residuales como agua de lluvia de escorrentía.
ANÁLISIS. Examen de agua residual o lodos efectuado por un laboratorio.
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO. Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas y químicas.
ASIMILACIÓN. La capacidad del agua de purificarse de agentes contaminadores.
AUTODEPURACIÓN. Capacidad de las fuentes de agua para recuperarse o limpiarse naturalmente.
BIODEGRADACIÓN. Transformación de la materia orgánica en compuestos menos complejos, por acción de microorganismos.
CALIDAD DEL AGUA. Propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas (color, olor, sabor) del agua.
CAPACIDAD DE ASIMILACIÓN. La capacidad del agua natural de recibir aguas residuales o materiales tóxicos sin que tengan efectos negativos y sin daño para la vida acuática o para los seres humanos que consumen esa agua.
CARACTERIZACIÓN. Toma de muestras de agua de interés sanitario para su posterior análisis fisicoquímico en laboratorio.
CARGA CONTAMINANTE. Producto de la concentración media de un contaminante por el caudal medio determinado en el mismo sitio. Se expresa en kilogramos por día (kg/día).
CAUDAL. Cantidad de flujo que atraviesa una sección determinada de un curso de agua en una unidad de tiempo. (Volumen / tiempo).
INTERCEPTOR. Conductos que transportan aguas residuales a gran escala.

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

CONTAMINACIÓN. Presencia en el ambiente de sustancias que deterioran su calidad, como microorganismos, productos químicos, residuos o derramamientos.
CONTAMINANTE. Un compuesto que a concentración suficientemente alta causa daños en la vida de los organismos.
CUENCA. Toda la superficie que encausa agua y sedimentos que convergen hacia un mismo río. Sistema geológico por donde fluye el agua, que incluye aguas superficiales (ríos, lagos, etc.) y subterráneas (acuíferos).

CURSO DE AGUA. Sistema de aguas superficiales y subterráneas que, en virtud de su relación física, constituyen un conjunto unitario y normalmente fluyen a una desembocadura común.
DBO_5. Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonacea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente 5 días a 20°C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable. La cantidad de oxígeno disuelto consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación biológica de la materia orgánica.
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO. La cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos Unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales.
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO). Medida de cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica de aguas residuales, usando como oxidante sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio. Es usado para medir la cantidad total de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales. En contraposición al DBO, con el DQO prácticamente todos los compuestos son oxidados.
DEPURACIÓN. Nombre que reciben los distintos procesos implicados en la extracción, tratamiento y control sanitario de los productos de desecho arrastrados por el agua y procedentes de viviendas e industrias.
DESCARGA. Indica una situación en la que las sustancias (sólido, líquido o gaseoso) ingresan al medio ambiente.
DISPOSICION FINAL. Disposición del efluente de una planta de tratamiento.
EFICIENCIA DE REMOCIÓN. Medida de la efectividad de un proceso en la remoción de una sustancia especifica.
EFLUENTE. Agua o cualquier otro líquido, en su estado natural o tratado total o parcialmente, que sale de un tanque de almacenamiento, depósito o planta de tratamiento. La salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de agua. Este es el agua producto dada por el sistema.
EMPRESA. Toda unidad económica productora y comercializadora de bienes y servicios confines lucrativos, cualquiera que sea la persona, individual o jurídica, titular del respectivo capital.
ESCASEZ HÍDRICA. Situación de déficit crónico de recursos hídricos producida por causas meteorológicas.
INDICADOR. Cualquier entidad biológica o proceso, o comunidad cuyas características muestren la presencia de las condiciones ambientales específicas o contaminación.
INDUSTRIA. Transformación que sufren las materias primas con la participación de los factores de a producción, a diferencia de lo que ocurre con los productos obtenidos del sector agropecuario. Por extensión, el conjunto de las actividades en un territorio o país.
INSUMOS. Bienes y servicios usados en la producción de otros bienes.

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

MUESTRA PUNTUAL. Muestra tomada la azar en una hora determinada, su uso es obligatorio para el análisis de un parámetro que normalmente no puede preservarse.
ORDENACIÓN DE CORRIENTES. Destinación de las aguas en forma genérica bajo parámetros de calidad para los diferentes usos, atendiendo lo establecido en los decretos 2811 de 1974 y 1541 de 1978 (reglamentación de corrientes).
ORDENACIÓN DE CUENCAS. Proceso de planificación, permanente, sistemático, previsivo e integral adelantado por el conjunto de actores que interactúan en y con el territorio de una cuenca, conducente al uso y manejo de los recursos naturales de una cuenca, de manera se mantenga o restablezca un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura y la función físico biótica de la cuenca.
OXÍGENO DISUELTO. Concentración de oxígeno solubilizado en un líquido. La cantidad de oxígeno disuelto en agua para un cierto tiempo, expresado en ppm o mg/L.
PARÁMETRO. Una variable, propiedad medible cuyo valor está determinado por las características del sistema en el caso del agua por ejemplo, estas pueden ser la temperatura, la presión, la densidad, etc.
POTENCIAL DE HIDRÓGENO pH. Concentración de iónes de hidrógeno, indica la intensidad del carácter ácido, neutro o alcalino de las soluciones. El valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presente. Es medido en una escala desde 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica.
PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. Aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente.
RECURSOS HÍDRICOS. Agua dulce líquida disponible o potencialmente disponible para satisfacer una determinada demanda.
REGLAMENTACIÓN DE CORRIENTES. Procedimiento que se realiza para obtener una mejor distribución de las aguas de una corriente o derivación, teniendo en cuenta el reparto actual y las necesidades de los predios.
REMOCIÓN. Medida de la eficiencia de un proceso en el tratamiento de una sustancia específica.
RESIDUO. Los residuos secos restantes después de la evaporación de una muestra de agua o de lodo.
SANEAMIENTO. Proceso de gestión y tratamiento de las aguas residuales que garantiza la higiene pública: alcantarillado, tratamiento de aguas, etc.
SECTOR INDUSTRIAL. Sector dedicado a la transformación de materias primas.
SEDIMENTACIÓN. Separación por la acción de la gravedad, de partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua. Asentamiento de partículas sólidas en un sistema líquido debido a la gravedad.
SISTEMA DE ALCANTARILLADO. Tuberías que colectan y transportan aguas residuales desde fuentes individuales hasta una alcantarilla mayor que la transportará a continuación hacia una planta de tratamiento.
SÓLIDOS SEDIMENTABLES. Materia sólida que sedimenta en un periodo de una hora.
SÓLIDOS SUSPENDIDOS. Pequeñas partículas de sólidos dispersos en el agua, no disueltas.

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

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

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

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

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

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

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

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

CONTENDIO

INTRODUCCION 24
1. MARC0 LEGAL 26
2. OBJETIVOS 31
2.1 OBJETIVO GENERAL 31
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 31
3. MARCO CONCEPTUAL 32
3.1 PRIORIZACIÓN 33
3.2 APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL 33
3.3 DIAGNÓSTICO 33
3.4 PROSPECTIVA 33
3.5 PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO 33
3.6 IMPLEMENTACIÓN 34
3.7 REGLAMENTACIÓN DE VERTIMIENTOS 34
3.8 EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO 34
4. APRESTAMIENTO 35
4.1 PRIORIZACION DE LA QUEBRADA BELÉN Y MAGDALENA 35
4.2 DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO 35
4.3 APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL 36
5. DIAGNOSTICO SECTOR PANELERO 40
5.1 PROCESO PRODUCTIVO SECTOR PANELERO 40
5.2 DIAGNOSTICO GENERAL DEL MUNICIPIO 56
5.2.1 Descripción general del municipio 56
5.3 ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO 58
Delimitación de la cuenca hidrográfica 59
5.4 ECOLOGÍA 63
5.5 CLIMATOLOGÍA 65
5.6 HIDROLOGÍA 69
5.6.1 Microcuencas Y Fuentes Abastecedoras Del Municipo De Sandoná 69
5.6.2 Microcuenca Quebrada Santa Rosa. 72
5.6.3 Microcuenca Pata Chorrera 73
5.6.4 Microcuenca El Ingenio 74
5.6.5 Microcuenca El Bosque 76
5.6.6 Subcuenca quebrada Honda 77
5.6.7 Microcuenca La Taguada 77
5.6.8 Microcuenca La Feliciana 80
5.6.9 Microcuenca Saraconcho o el Cucho 81
5.6.10 Microcuenca Careperro y/o Magdalena 82
5.7 CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA 83
5.7.1 Potencialidad y planeación del recurso agua. 83
5.7.2 Demanda para consumo doméstico 84
5.7.3 Calidad y disponibilidad del agua. 89
5.8 COBERTURA Y USO ACTUAL DEL SUELO 89
5.8.1 Microcuenca Quebrada Belén. 92
5.8.2 Microcuenca Quebrada Magdalena. 92
5.8.3 Cobertura vegetal. 93
5.8.4 Bosques. 93

5.8.5 Rastrojo o de sucesión vegetal (R) 95
5.8.6 Pastizales 96
5.8.7 Pastos Naturales (PN) 97
5.8.8 Pastos Manejados (PM) 98
5.8.9 Cultivos Agrícolas 99
5.8.10 El Cultivo de Caña 101
5.8.11 El cultivo de Café 102
5.8.12 El cultivo de Plátano 102
5.8.13 El cultivo de Maíz 103
5.8.14 El cultivo de Fríjol arbustivo 103
5.9 IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA 103
5.10 GEOLOGIA 108
5.10.1 Marco tectonico y geodinamico 108
5.10.2 Geología regional y local. 109
5.10.3 Geologia estructural. 110
5.10.4 Fallas geológicas 110
5.10.5 Lineamientos 111
5.10.6 Diaclazamiento 112
5.10.7 Geología Económica 112
5.11 GEOMORFOLOGIA 115
5.11.1 Zonas Geomorfologicas 115
5.12 PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS 116
5.12.1 Geoformas Estructurales 116
5.12.2 Geoformas Denudativas 117
5.12.3 Geoformas Deposicionales 118
5.12.4 Geoformas Volcánicas 118
6. AMENAZAS NATURALES Y ANTROPICAS 118
6.1 CONCEPTUALIZACIÓN 118
6.1.1 Reseña histórica sobre desastres naturales en el municipio de Sandoná 119
7. OFERTA Y DEMANDA HIDRICA 122
7.1 OFERTA HIDRICA 122
7.2 ESTIMACION DE LA PRECIPITACION 124
7.3 ESTIMACIÓN DE LA TEMPERATURA 130
7.4 ESTIMACION DE LA EVAPOTRASPITACION 135
7.5 OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL 141
7.6 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA 145
7.7 DEMANDA DE USO PECUARIO 147
7.8 DEMANDA DE USO INDUSTRIAL 149
7.9 DEMANDA DE AGUA PARA EL SECTOR SERVICIOS 150
7.10 DEMANDA DE USO AGRICOLA 152
7.11 DEMANDA DE USO TOTAL 155
8. DIAGNOSTICO SOCIAL 160
8.1 DIAGNOSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO 160
8.2 ANALISIS DEL PROBLEMA 163
9. DIAGNOSTICO TECNICO QUEBRADA BELÉN 164
9.1 CENSO DE USUARIOS ..... **¡Error! Marcador no definido.**
9.2 INVENTARIO DE VERTIMIENTOS PARTE ALTA DE LA QUEBRADA BELÉN .. 167
9.3 CENSO DE USUARIOS ..... **¡Error! Marcador no definido.**

9.4 MATRIZ DE LAS ENTRADAS IDENTIFICADOS SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA BELÉN 182
10. DETERMINACION DE LINEA BASE Y PERFILES DE CALIDAD 187
10.1 METODOLOGÍA..... 187
10.2 CAMPAÑAS DE MONITOREO Y AFORO QUEBRADA BELÉN 191
10.3 EVALUACION DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL: 197
10.3.1 Muestreo Sobre El Cauce Principal De La Quebrada Belén:..... 197
10.4 EVALUACION DE CALIDAD QUEBRADA BELÉN..... 198
10.5 CARACTERIZACIÓN DE PERFILES DE CALIDAD QUEBRADA BELÉN 199
10.6 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO..... 202
10.7 DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO..... 203
11. INDICE DE CALIDAD QUEBRADA BELÉN (ICA) 221
11.1 INDICE DE CALIDAD (ICA)..... 221
11.2 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA QUEBRADA BELÉN - PUNTO INICIAL 223
11.3 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA ANTES CASCO URBANO MUNICIPIO DE SANDONÁ..... 223
11.4 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DESPUES DESCOLE BOX CULVERT 224
11.5 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA QUEBRADA BELÉN DESPUES EMISARIO VILLA DEL ROSARIO..... 225
11.6 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA QUEBRADA BELÉN AGUAS ABAJO QUEBRADA SARANCOCHO 225
12. DIAGNOSTICO TECNICO QUEBRADA MAGDALENA 228
12.1 QUEBRADA MAGDALENA 229
12.2 PERFILES DE MODELACION QUEBRADA MAGDALENA..... 235
12.3 MATRIZ DE LAS ENTRADAS IDENTIFICADOS SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA MAGDALENA..... 238
12.4 EVALUACION DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL QUEBRADA MAGDALENA: 246
12.5 EVALUACION DE CALIDAD QUEBRADA MAGDALENA 247
12.6 CARACTERIZACIÓN DE PERFILES DE CALIDAD QUEBRADA MAGDALENA 248
12.7 ALCALINIDAD TOTAL..... 258
13. INDICE DE CALIDAD QUEBRADA MAGDALENA (ICA)..... 269
13.1 INDICE DE CALIDAD (ICA)..... 269
13.2 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA QUEBRADA MAGDALENA - PUNTO INICIAL 270
13.3 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA PUENTE RANCHO VIEJO..... 270
13.4 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA SECTOR VILLA CAFELINA..... 271
13.5 INDICE DE CALIDAD PUENTE SAN FRANCISCO 271
13.6 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA QUEBRADA MAGDALENA ANTES CONFLUENCIA RÍO GUAITARA..... 272
13.7 USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA BELÉN Y MAGDALENA..... 306
14. PROSPECTIVA..... 312
14.1 CONSTRUCCION DE ESCENARIOS..... 312
15. FORMULACIÓN……... 3125
16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 414
17. BIBLIOGRAFIA 417

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización General 56
Figura 2. Planchas IGAC escala 1:10.000 59
Figura 3. Procedimiento para la delimitación de las Microcuencas Hidrográficas..... 60
Figura 4. Valores Mensuales De Evaporación 66
Figura 5. Valores Mensuales De Humedad Relativa..... 67
Figura 6. Valores Mensuales De Precipitación..... 68
Figura 7. Valores Mensuales De Precipitación..... 68
Figura 8. Bosque Primario vereda el Ingenio 94
Figura 9. Bosque Secundario vereda Alto Jiménez..... 95
Figura 10. Rastrojos vereda Alto Jiménez..... 96
Figura 11. Pastizales vereda Alto Jiménez 97
Figura 12. Pastos Naturales vereda el Maco 98
Figura 13. Pastos Manejados vereda Alto Jiménez 99
Figura 14. Cultivo de Caña 101
Figura 15. Cultivo de Café 102
Figura 16. Cultivo de Plátano..... 103
Figura 17. Mapa de Cobertura y Uso del suelo Microcuencas Quebrada Belén y Magdalena..... 107
Figura 18. Modelo Raster de Precipitación Microcuencas Belén y Magdalena 130
Figura 19. Modelo Raster de Temperatura Microcuencas Belén y Magdalena 134
Figura 20. Modelo determinación índice Térmico (IT) 136
Figura 21. Modelo Determinación Coeficiente (A)..... 137
Figura 22. Modelo Determinación Coeficiente (C)..... 137
Figura 23. Modelo Determinación ETP Sin Corregir (ETP')..... 137
Figura 24. Modelo Determinación Corrección Evapotranspiración Potencial 138
Figura 25. Modelo Raster de Evapotranspiración Potencial Microcuencas Belén y Magdalena..... 138
Figura 26.. 140
Figura 27. Modelo Raster de Evapotranspiración Real (ETR) Microcuencas Belén y Magdalena..... 140
Figura 28. Modelo utilizado para el cálculo de Escurrimiento superficial total 141
Figura 29. Modelo Raster de Escurrimiento Superficial Total las Microcuencas Quebradas Belén y Magdalena..... 142
Figura 30. Plano sectorización hídrica quebradas Belén y Magdalena 144
Figura 31. Usuarios del Recurso Hídrico del sector Rural de las Microcuencas Belén y Magdalena..... 146
Figura 32. Demanda de Agua para el Sector Servicios de las Microcuencas Belén y Magdalena..... 151
Figura 33. Presentación video, Municipio de Sandoná..... 161
Figura 34. Socialización Porh Municipio De Sandoná..... 162
Figura 35. PERFIL DE MODELACION QUEBRADA BELÉN 181
Figura 36. METODOLOGÍA PORH..... 186
Figura 37. TOMA DE MUESTRAS..... 188
Figura 38. LUGAR DE MUESTREO Y FIJACIÓN DE MUESTRAS..... 189
Figura 39. CONSERVACIÓN DE MUESTRAS 189
Figura 40. ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO 190
Figura 41. PERFIL DE MODELACION QUEBRADA MAGDALENA..... 237

Figura 42. MORFOLOGIA QUEBRADA BELÉN 274
Figura 43. MORFOLOGIA QUEBRADA MAGDALENA..... 274
Figura 44. CONFIGURACIÓN DE CORRIENTES HÍDRICAS SUPERFICIALES. 279
Figura 45. ESQUEMA DE VARIABLES DE LA ECUACIÓN DE MANNING. 280
Figura 46. ESQUEMA DE BALANCE DE MASA..... 281
Figura 47. PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE MASA Y MODELOS CINÉTICOS.. 282
Figura 48. TOPOLOGIA SIMPLIFICADA PERFILES DE CALIDAD QUEBRADA MAGDALENA 285
Figura 49. Topología escenario tendencial Quebrada Belén..... 323
Figura 50. Cobro Tasa Retributiva municipio de Sandoná 387

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Cobertura y Uso del Suelo Quebrada Belén y Magdalena 105
Grafica 2. Cobertura y Uso del Suelo Quebrada Belén 105
Grafica 3. Cobertura y Uso del Suelo Quebrada Magdalena..... 106
Grafica 4. Cobertura y Uso del Suelo Quebrada Belén 106
Grafica 5. Cobertura y Uso del Suelo Quebrada Magdalena..... 107
Grafica 6. Distribución temporal de la lluvia, Microcuencas Belén y Magdalena 125
Grafica 7. Correlación Precipitación vs. Altitud..... 127
Grafica 8. Grafico Normal QQPlot de los valores medios Anuales de Precipitación..... 128
Grafica 9. TEMPERATURA VS. ALTITUD 131
Grafica 10. Histograma Valores medios Anuales de Temperatura 132
Grafica 11. Grafico Normal QQPlot de los valores medios Anuales de Temperatura 132
Grafica 12. Demanda de Uso Doméstico Rural Quebrada Belén y Magdalena..... 147
Grafica 13. ° Demanda de Uso Pecuario Microcuencas Belén y Magdalena 149
Grafica 14. Demanda de Uso para el Sector Servicios Microcuencas Belén y Magdalena 152
Grafica 15. Demanda de Uso Agrícola Microcuencas Belén y Magdalena..... 154
Grafica 16. Demanda de Uso Total Microcuenca Quebrada Belén 155
Grafica 17. Demanda de Uso Total Microcuenca Quebrada Magdalena..... 156
Grafica 18. PH QUEBRADA BELÉN..... 200
Grafica 19. OXIGENO DISUELTO QUEBRADA BELÉN..... 201
Grafica 20. DBO QUEBRADA BELÉN 202
Grafica 21. DQO QUEBRADA BELÉN..... 203
Grafica 22. SOLIDOS SUSPENDIDOS QUEBRADA BELÉN 204
Grafica 23. SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS QUEBRADA BELÉN 204
Grafica 24. SOLIDOS TOTALES QUEBRADA BELÉN 205
Grafica 25. SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES QUEBRADA BELÉN 206
Grafica 26. COLOR APARENTE BELÉN..... 207
Grafica 27. TURBIEDAD QUEBRADA BELÉN 207
Grafica 28. CONDUCTIVIDAD QUEBRADA BELÉN 208
Grafica 29. ACIDEZ QUEBRADA BELÉN..... 209
Grafica 30. ALCALINIDAD QUEBRADA BELÉN..... 210
Grafica 31. DUREZA TOTAL QUEBRADA BELÉN..... 211
Grafica 32. CLORUROS QUEBRADA BELÉN..... 211
Grafica 33. FOSFATOS QUEBRADA BELÉN..... 212
Grafica 34. FOSFORO TOTAL QUEBRADA BELÉN..... 212
Grafica 35. NITRITOS QUEBRADA BELÉN 213
Grafica 36. NITRATOS QUEBRADA BELÉN..... 214
Grafica 37. SULFATOS QUEBRADA BELÉN 215
Grafica 38. DETERGENTES QUEBRADA BELÉN 215
Grafica 39. NITROGENO NTK QUEBRADA BELÉN 216
Grafica 40. GRASAS Y ACEITES QUEBRADA BELÉN..... 217
Grafica 41. COLIFORMES TOTALES QUEBRADA BELÉN 218
Grafica 42. ECHERICHIA COLI QUEBRADA BELÉN..... 219
Grafica 43. AMONIO QUEBRADA BELÉN 220
Grafica 44. COMPORTAMIENTO DE ICA SOBRE CAUCE PRINCIPAL QUEBRADA BELEN..... 226
Grafica 45. OXIGENO DISUELTO..... 249

Grafica 46. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO 250
Grafica 47. DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO 251
Grafica 48. SOLIDOS TOTALES 252
Grafica 49. SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES 252
Grafica 50. SOLIDOS SUSPENDIDOS 253
Grafica 51. SOLIDOS SEDIMENTABLES 253
Grafica 52. SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES 254
Grafica 53. SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS 254
Grafica 54. COLOR APARENTE 255
Grafica 55. TURBIEDAD 255
Grafica 56. CONDUCTIVIDAD 256
Grafica 57. ACIDEZ 257
Grafica 58. ALCALINIDAD TOTAL 258
Grafica 59. DUREZA TOTAL 259
Grafica 60. CLORUROS 259
Grafica 61. FOSFATOS 260
Grafica 62. NITRITOS 260
Grafica 63. NITRATOS 261
Grafica 64. SULFATOS 262
Grafica 65. DETERGENTES 262
Grafica 66. FOSFORO TOTAL 263
Grafica 67. NITROGENO NTK 264
Grafica 68. GRASAS Y ACEITES 265
Grafica 69. COLIFORMES TOTALES 266
Grafica 70. ECHERICHIA COLI 267
Grafica 71. AMONIO 268
Grafica 72. COMPORTAMIENTO DE ICA SOBRE CAUCE PRINCIPAL QUEBRADA MAGDALENA 273
Grafica 73. RESULTADO PRUEBA DE TRAZADORES PARTE QUEBRADA BELÉN .. 287
Grafica 74. RESULTADO PRUEBA DE TRAZADORES PARTE QUEBRADA MAGDALENA 288
Grafica 75. . Resultado de Calibración de Caudal quebrada Belén- modelo Qual2kw ... 291
Grafica 76. Resultado de Calibración de pH quebrada Belén- modelo Qual2kw. 292
Grafica 77. Resultado de Calibración de Temperatura quebrada Belén- modelo Qual2kw. 292
Grafica 78. Resultado de Calibración de Conductividad quebrada Belén- modelo Qual2kw. 293
Grafica 79. Resultado de Calibración de SST quebrada Belén- modelo Qual2kw..... 293
Grafica 80. Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto quebrada Belén- modelo Qual2kw..... 294
Grafica 81. Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación quebrada Belén- modelo Qual2kw. 294
Grafica 82. Resultado de Calibración de la materia orgánica de lenta degradación quebrada Belén- modelo Qual2kw. 295
Grafica 83. Resultado de Calibración de Nitrógeno Orgánico quebrada Belén- modelo Qual2kw..... 295
Grafica 84. Resultado de Calibración de Nitrógeno Amoniacal quebrada Belén- modelo Qual2kw..... 296
Grafica 85. Resultado de Calibración de Nitratos quebrada Belén - modelo Qual2kw. .. 296

Grafica 86. Resultado de Calibración de Fósforo Total quebrada Belén- modelo Qual2kw 297
Grafica 87. Resultado de Calibración de Coliformes Totales quebrada Belén- modelo Qual2kw..... 297
Grafica 88. Resultado de Calibración de Caudal quebrada Magdalena- modelo Qual2kw. 300
Grafica 89. Resultado de Calibración de pH quebrada Magdalena- modelo Qual2kw.... 300
Grafica 90. Resultado de Calibración de Temperatura quebrada Magdalena- modelo Qual2kw..... 301
Grafica 91. Resultado de Calibración de Conductividad quebrada Magdalena- modelo Qual2kw..... 301
Grafica 92. Resultado de Calibración de SST quebrada Magdalena- modelo Qual2kw . 302
Grafica 93. Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto quebrada Magdalena- modelo Qual2kw..... 302
Grafica 94. Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación quebrada Magdalena- modelo Qual2kw..... 303
Grafica 95. Resultado de Calibración de la materia orgánica de lenta degradación quebrada Magdalena- modelo Qual2kw..... 303
Grafica 96. Resultado de Calibración de Nitrógeno Orgánico quebrada Magdalena- modelo Qual2kw. 304
Grafica 97. Resultado de Calibración de Nitrógeno Amoniacal quebrada Magdalena- modelo Qual2kw. 304
Grafica 98. Resultado de Calibración de Nitratos quebrada Magdalena- modelo Qual2kw. 305
Grafica 99. Resultado de Calibración de Fósforo Total quebrada Magdalena- modelo Qual2kw..... 305
Grafica 100. Resultado de Calibración de Coliformes Totales quebrada Magdalena- modelo Qual2kw. 306
Grafica 101. ESCENARIO ACTUAL QUEBRADA BELÉN 321
Grafica 102. Escenario actual oxígeno disuelto Quebrada Belén..... 322
Grafica 103. Escenario tendencial DB05 Quebrada Belén 325
Grafica 104. Escenario tendencial oxígeno disuelto Quebrada Belén 325
Grafica 105. Escenario Ideal DB05 Quebrada Belén 329
Grafica 106. Escenario Ideal oxígeno disuelto Quebrada Belén 329
Grafica 107. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS CON RESPECTO A DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO..... 331
Grafica 108. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS CON RESPECTO A OXIGENO DISUELTO..... 331
Grafica 109. Escenario factible a tres años DB05 Quebrada Belén 334
Grafica 110. Escenario factible a tres años oxigeno disuelto Quebrada Belén..... 334
Grafica 111. Escenario factible a cinco años DB05 Quebrada Belén 338
Grafica 112. Escenario factible a cinco años DB05 Quebrada Belén 338
Grafica 113. Escenario actual DB0 Quebrada Belén 342
Grafica 114. Escenario factible a diez años oxigeno Quebrada Belén 342
Grafica 115. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS CON RESPECTO A DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO..... 344
Grafica 116. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS CON RESPECTO A OXIGENO DISUELTO..... 344
Grafica 117. ESCENARIO ACTUAL DB05 QUEBRADA MAGDALENA..... 345

Grafica 118. ESCENARIO ACTUAL OCIGENO DISUELTO QUEBRADA MAGDALENA 345
Grafica 119. Escenario tendencial DB05 Quebrada Magdalena 349
Grafica 120. Escenario tendencial oxigeno disuelto Quebrada Magdalena..... 349
Grafica 121. Escenario ideal DB05 Quebrada Magdalena..... 353
Grafica 122. Escenario ideal oxígeno disuelto Quebrada Magdalena 353
Grafica 123. Comparación de escenarios DBO Quebrada Magdalena 354
Grafica 124. Comparación de escenarios OD Quebrada Magdalena..... 355
Grafica 125. Escenario Factible a tres años DB05 Quebrada Magdalena..... 358
Grafica 126. Escenario Factible a tres años oxígeno disuelto Quebrada Magdalena..... 358
Grafica 127. Escenario Factible a cinco años DB0 Quebrada Magdalena 362
Grafica 128. Escenario Factible a cinco años oxígeno disuelto Quebrada Magdalena... 362
Grafica 129. Escenario factible a diez años DB05 Quebrada Magdalena 366
Grafica 130. Escenario Factible a Diez años Oxigeno disuelto Quebrada Magdalena ... 366
Grafica 131. Comparación de escenarios DB0 Quebrada Belén..... 367
Grafica 132. Comparación de escenarios OD Quebrada Magdalena..... 368

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. MARCO LEGAL 28
Cuadro 2. Cronograma De Ejecución 38
Cuadro 3. TRAPICHE ROSMOS 44
Cuadro 4. TRAPICHE PATIO BONITO 45
Cuadro 5. TRAPICHE SANTA ROSA 46
Cuadro 6. TRAPICHE LOS DERRUMBOS 47
Cuadro 7. TRAPICHE EL GUADUAL 48
Cuadro 8. TRAPICHE VILLA AURORA 49
Cuadro 9. TRAPICHE MERCURY 50
Cuadro 10. TRAPICHE CENTENARIO 51
Cuadro 11. TRAPICHE EL NARANJO 52
Cuadro 12. TRAPICHE LA FLORESTA 53
Cuadro 13. TRAPICHE LAS PALMAS 54
Cuadro 14. Características Generales Del Municipio De Sandoná 57
Cuadro 15. HIDROLOGIA - MUNICIPIO DE SANDONA 69
Cuadro 16. CARACTERIZACION MORFOMETRICA 86
Cuadro 17. ANALISIS MORFOMETRICO 87
Cuadro 18. Registro Fotográfico - Usos Y Cobertura Del Suelo Micro Cuencas Quebradas Belén Y Magdalena 90
Cuadro 19. Tipo De Cobertura Y Uso Del Suelo Microcuenca Quebrada Magdalena 104
Cuadro 20. Tipo De Cobertura Y Uso Del Suelo Microcuenca Quebrada Belén 104
Cuadro 21. Estaciones Identificadas Para Relleno De Estadísticas De Datos De Precipitación 123
Cuadro 22. Ausencia De Valores Mensuales De Precipitación (1993 A 2012), Complementados Con Procesos Estadísticos 123
Cuadro 23. Estaciones Identificadas Para Relleno De Estadísticas De Datos De Precipitación 124
Cuadro 24. Ausencia De Valores Mensuales De Temperatura (1993 A 2012), Complementados Con Procesos Estadísticos 124
Cuadro 25. Estaciones Meteorológicas Con Registros De Precipitación En Áreas De Influencia De Las Microcuencas Quebradas Belén Y Magdalena 125
Cuadro 26. Definición De Periodos Húmedos Y Secos Por Estación 126
Cuadro 27. Histograma Valores Medios Anuales De Precipitación 128
Cuadro 28. Parámetros Resultantes De La Aplicación Del Método De Interpolación Kriging Ordinario. 129
Cuadro 29. Valores De Precipitación Microcuencas Belén Y Magdalena 130
Cuadro 30. Red De Estaciones De Temperatura Localizadas En El Área De Influencia De Las Microcuencas Quebrada Belén Y Magdalena. 131
Cuadro 31. Comparación De Modelos De Interpolación Para Parámetros De Temperatura 134
Cuadro 32. Valores De Precipitación Microcuencas Belén Y Magdalena 135
Cuadro 33. Valores De Evapotranspiración Potencial (ETP) 139
Cuadro 34. Valores De Evapotranspiración Real (ETR) 141
Cuadro 35. Valores De Evapotranspiración Real (ETR) 142
Cuadro 36. Oferta Hídrica Superficial Total Y Neta Por Microcuencas. 144
Cuadro 37. Usuarios Del Recurso Hídrico En La Microcuenca Quebrada Belén Y Magdalena 145

Cuadro 38. Calculo De La Demanda De Uso Doméstico Rural 147
Cuadro 39. Inventario De Animales En Las Microcuencas Quebrada Belén Y Magdalena 148
Cuadro 40. Consumo Per Cápita Por Especie De Animal Microcuencas Quebrada Belén Y Magdalena 148
Cuadro 41. Consolidado De Establecimientos Industriales Dentro De Las Microcuencas 149
Cuadro 42. Establecimientos Educativos Ubicados En Las Microcuencas Quebrada Belén Y Magdalena 150
Cuadro 43. Calculo Demanda Para El Sector Servicios Microcuencas Belén Y Magdalena 151
Cuadro 44. Calculo Demanda De Uso Agrícola Microcuenca Quebrada Belén 153
Cuadro 45. Calculo Demanda De Uso Agrícola Microcuenca Quebrada Magdalena 153
Cuadro 46. Umbrales Críticos De Presión Índice De Escasez 157
Cuadro 47. Identificación De Zonas Por Quebrada 165
Cuadro 48. QUEBRADA BELÉN PARTE ALTA 169
Cuadro 49. VERTIMIENTOS VIVIENDAS BARRIO BELÉN PARTE ALTA 169
Cuadro 50. INGRESO DE LA QUEBRADA BELÉN AL BOX ARTESANAL DEL CASCO URBANO DE SANDONÁ 171
Cuadro 51. SALIDA BOX CASCO URBANO DE SANDONÁ 172
Cuadro 52. CENTRAL DE SACRIFICIO DE SANDONÁ 173
Cuadro 53. PUNTO DE DESCARGA DE VIVENDAS UNIFAMILIARES BARRIO POTRERILLO 174
Cuadro 54. HOTEL ROYAL 175
Cuadro 55. COLECTOR VILLA DEL ROSARIO 176
Cuadro 56. QUEBRADA SARANCONCHO 177
Cuadro 57. INFRAESTRUCTURA COMPONENTE DE CANTIDAD 178
Cuadro 58. ESCALA DE COLORES 180
Cuadro 59. MATRIZ DE DESCARGAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES SOBRE LA QUEBRADA BELÉN 183
Cuadro 60. MATRIZ DE DESCARGAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES SOBRE LA QUEBRADA BELÉN 184
Cuadro 61. MATRIZ DE CARGAS DE VERTIMIENTOS DIRECTOS QUEBRADA BELÉN 185
Cuadro 62. ESTACIONES DE MONITOREO QUEBRADA BELÉN 191
Cuadro 63. ESTACIONES DE MONITOREO QUEBRADA BELÉN 198
Cuadro 64. PUNTOS DE MUESTREO Y DISTANCIAS 200
Cuadro 65. CLASIFICACION DEL “ICA” 221
Cuadro 66. PESOS RELATIVOS POR CADA PARÁMETRO “ICA” 222
Cuadro 67. Quebrada Magdalena Parte Alta 230
Cuadro 68. ESTABLO DE GANADO Y PORCICOLA 231
Cuadro 69. PUNTO DE DESCARGA DE VIVENDAS UNIFAMILIARES SECTOR RANCHO VIEJO Y FINCA CHAVEZ 232
Cuadro 70. EMISARIO MAGDALENA 233
Cuadro 71. PUNTO DE DESCARGA DE VIVENDAS DE INTERES SOCIAL VILLA CAFELINA 234
Cuadro 72. AFLUENTE QUEBRADA MAGDALENA PARTE BAJA 235
Cuadro 73. ESCALA DE COLORES 236

Cuadro 74. MATRIZ DE DESCARGAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES SOBRE LA QUEBRADA MAGDALENA 239
Cuadro 75. MATRIZ DE CARGAS VERTIMIENTOS DIRECTOS QUEBRADA MAGDALENA 240
Cuadro 76. ESTACIONES DE MONITOREO Y MUESTREO QUEBRADA MAGDALENA 241
Cuadro 77. ESTACIONES DE MONITOREO QUEBRADA MAGDALENA..... 247
Cuadro 78. Puntos De Muestreo Y Distancias 249
Cuadro 79. CLASIFICACION DEL “ICA”..... 269
Cuadro 80. Coeficientes Hidráulicos Quebrada Belén 289
Cuadro 81. Calidad De Agua Afluentes Quebrada Belén..... 290
Cuadro 82. Calidad De Agua En Diferentes Puntos De La Quebrada Belén..... 290
Cuadro 83. RIESGOS ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO 310
Cuadro 84. IDENTIFICACION DE TRAMOS 316
Cuadro 85 IDENTIFICACION DE TRAMOS 317
Cuadro 86. USOS ACTUALES Y POTENCIALES 318
Cuadro 87. Criterios De Calidad Adaptados Y Complementados Con Base En El Decreto 1594 De 1984 Y Normas Internacionales Para Los Usos Planteados..... 319
Cuadro 88. Criterios De Calidad Uso Estético Urbano 320
Cuadro 89. Cargas Escenario Tendencial Quebrada Belén..... 324
Cuadro 90. Topología Escenario Ideal Quebrada Belén 327
Cuadro 91. Cargas Escenario Ideal Quebrada Belén..... 328
Cuadro 92. Topología Escenario Factible A Tres Años Quebrada Belén 332
Cuadro 93. Cargas Escenario Factible A Tres Años Quebrada Belén 333
Cuadro 94. Topología Escenario Factible A Cinco Años Quebrada Belén 336
Cuadro 95. Cargas Escenario Factible A Cinco Años Quebrada Belén 337
Cuadro 96. Topología Escenario Factible A Diez Años Quebrada Belén 340
Cuadro 97. Cargas Escenario Factible A Diez Años Quebrada Belén 341
Cuadro 98. Topología Escenario Tendencial Quebrada Magdalena 347
Cuadro 99. Cargas Escenario Tendencial Quebrada Magdalena 348
Cuadro 100. Topología Escenario Ideal Quebrada Magdalena..... 351
Cuadro 101. Cargas Escenario Ideal Quebrada Magdalena 352
Cuadro 102. Topología Escenario Factible A Tres Años Quebrada Magdalena..... 356
Cuadro 103. Cargas Escenario Factible A Tres Años Quebrada Magdalena 357
Cuadro 104. Topología Escenario Factible A Cinco Años Quebrada Magdalena..... 360
Cuadro 105. Cargas Escenario Factible A Cinco Años Quebrada Magdalena 361
Cuadro 106. Topología Escenario Factible A Diez Años Quebrada Magdalena..... 364
Cuadro 107. Cargas Escenario Factible A Diez Años Quebrada Magdalena 365
Cuadro 108. LINEAMINTOS PARA OBJETIVOS DE CALIDAD 371
Cuadro 109. Objetivos De Calidad Propuestos Para El Cauce Principal De La Quebrada Belén 372
Cuadro 110. Objetivos De Calidad Propuestos Para El Cauce Principal De La Quebrada Magdalena..... 375
Cuadro 111. CARGAS QUEBRADA BELÉN..... 379
Cuadro 112. CARGAS QUEBRADA MAGDALENA 380
Cuadro 113. Reglamentación De Vertimientos Para Usuarios Del Cauce Principal De La Quebrada Belén Y Magdalena. 382

Cuadro 114. Proyección Tasa Retributiva – Escenario Con Cobro De Tarifa Mínima 2015 A 2019 384
Cuadro 115. Proyección Tasa Retributiva – Escenario Con Cobro De Tarifa Mínima 2020 A 2024 384
Cuadro 116. Proyección Tasa Retributiva – Escenario Con Cumplimiento De Metas 2015 A 2019 385
Cuadro 117. Proyección Tasa Retributiva – Escenario Con Cumplimiento De Metas 2020 A 2024 385
Cuadro 118. Proyección Tasa Retributiva – Escenario Sin Cumplimiento De Metas 2015 A 2019 386
Cuadro 119. Proyección Tasa Retributiva – Escenario Sin Cumplimiento De Metas 2020 A 2024 386
Cuadro 120. VINCULACION PSMV AL PORH 389
Cuadro 121. METAS DE REDUCCIÓN EN DBO PARA LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA 391
Cuadro 122. METAS DE REDUCCIÓN EN DBO PARA LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA 392
Cuadro 123. FUENTES DE FINANCIACION-INTERCEPTOR 394
Cuadro 124. FUENTES DE FINANCIACION COBERTURA EN ALCANTARILLADO 396
Cuadro 125. CRONOGRAMA DE EJECUCION-ALCANTARILLADO 396
Cuadro 126. FUENTES DE FINANCIACION-PTAR 398
Cuadro 127. FUENTES DE FINANCIACION-COMPRA 400
Cuadro 128. CRONOGRAMA DE EJECUCION-COMPRA 400
Cuadro 129. FUENTE DE FINANCIACION-SISTEMAS SEPTICOS 402
Cuadro 130. CRONOGRAMA DE EJECUCION-SISTEMAS SEPTICOS 402
Cuadro 131. FUENTE DE FINANCIACION-EDUCACION AMBIENTAL 403
Cuadro 132. CRONOGRAMA DE EJECUCION-EDUCACION AMBIENTAL 404
Cuadro 133. FUENTES DE FINANCIACION FORTALECIMIENTO INSTTUCIONAL 405
Cuadro 134. CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL 405
Cuadro 135.PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL PORH 408
Cuadro 136. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL PORH 409
Cuadro 137. SEGUIMIENTO INSTRUMENTOS DE CONTROL 409
Cuadro 138. GESTION INTEGRAL DEL RIESGO 410

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Localización Geográfica Subcuenca Quebrada Belén y Magdalena 58
Mapa 2. Demanda de Uso Agrícola Microcuencas Quebradas Belén y Magdalena..... 154
Mapa 3. Índice de Escasez Microcuencas Quebradas Belén y Magdalena..... 158
Mapa 4. ZONIFICACION 166
Mapa 5. Entradas directas sobre las quebradas Belén y Magdalena..... 168
Mapa 6. LOCALIZACIÓN PRINCIPALES FOCOS DE CONTAMINACIÓN DE SANDONÁ 196
Mapa 7. INDICE DE CALIDAD 227
Mapa 8. USOS ACTUALES Y POTENCIALES QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA 307
Mapa 9. I Tramo I Quebrada Belén..... 317
Mapa 10. I TRAMO DE TRAMOS Y USOS POTENCIALES..... 321

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Resolución 576 del 14 de Agosto de 2013
ANEXO 2. Laboratorios físico químicos y microbiológicos
ANEXO 3. Información QUAL2K
ANEXO 4. Formato de aforo
ANEXO 5. Escenarios Streeter and Phelps
ANEXO 6. Componente social
ANEXO 7. Cartografía
ANEXO 8. Fichas de campo

INTRODUCCION

A nivel mundial los recursos naturales se han convertido en el principal foco de atención de las potencias mundiales y en vía de desarrollo, en este sentido Uno de los problemas que se ha venido agudizando durante los últimos años y que exige una acción inmediata por parte de las entidades con autoridad ambiental es la contaminación del recurso hídrico generada por el inadecuado manejo de los diferentes tipos de vertimientos de aguas residuales ubicadas sobre las fuentes hídricas.

El agua residual y la descomposición de la materia orgánica que contiene, puede llevar a la producción malos olores y vectores, además de permitir la proliferación de numerosos microorganismos patógenos causantes de enfermedades que pueden llegar a ser mortales para el ser humano. Por esta razón el tratamiento adecuado y la eliminación inmediata del agua residual desde su fuente de generación y posterior evacuación, no es solamente deseable sino necesaria en la sociedad actual.

Mucho se habla sobre la contaminación del agua y sus notables consecuencias; así como mucho se escribe y plantea sobre la forma y gestión para su recuperación y conservación. En Colombia con la Promulgación de leyes y decretos que ayuden a tener una guía sobre el control sobre la conservación de los recursos naturales que en nuestro caso es el decreto 3930 de 2010, el cual establece un concepto más amplio y una estructura sobre la Planificación de la calidad del agua.

El Plan de ordenación del recurso hídrico de la Quebrada el Belén y Magdalena corresponde a la aplicación de la política ambiental por parte de la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO, al apoyo de la administración y a la dedicación y entrega de todo un equipo de profesionales que desde una diferente prospectiva contribuyen a desarrollar una serie de actividades encaminadas al mejoramiento de la calidad de los recursos.

El documento presenta una radiografía clara sobre la situación de estas corriente, detalla las fuentes de contaminación y su estado de calidad para posteriormente plantear sobre un escenario factible y estructurado sobre la base del conocimiento de las necesidades del ecosistema y de las comunidades, los proyectos que deberán ejecutarse con la participación de todos los actores involucrados: principales instituciones del municipio, sector productivo (panelero) y la comunidad de Sandoná.

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

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

La quebrada Belén y Magdalena se han convertido a través del tiempo en fuentes receptoras de aguas residuales tanto domésticos como industriales por parte de los usuarios que se asientan sobre su margen, aspecto que se convierte en un factor determinante para que CORPONARIÑO declare en ordenamiento estas dos fuentes hídricas y busque su recuperación y sostenibilidad por medio de la declaratoria, formulación, implementación y seguimiento del plan de ordenamiento del recurso hídrico.
El documento de formulación del plan, como meta no puede plantearse como un logro pleno, es apenas un avance importante y un logro parcial, que deja a las instituciones y demás usuarios de la quebrada Belén y Magdalena, el reto de llevar a la realidad lo que aquí se ha planteado, no solo como un compromiso institucional o personal, sino como un reto ético planteado sobre el verdadero valor del agua.

ALCANCE

La Corporación Autónoma Regional de Nariño en conjunto con los lineamientos propuestos por el ministerio realizará la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de las Quebradas Belén y Magdalena, en este documento se reconocerá el estado de contaminación de estas dos fuentes a partir del trabajo de campo que reunirá y analizará la situación ambiental de las fuentes en cuanto a su calidad y su relación con los usuarios existentes sobre su área de influencia, generando una línea base, la cual servirá de apoyo para realizar todas las fases de dicho proceso.
Esta línea base como escenario actual debe por medio de procesos participativos proyectar cual es el estado deseado desde el punto de vista ambiental, social y económico de estas fuentes, respondiendo interrogantes tales como, para que se la quiere utilizar y cómo llegar a unas fuentes con posibilidades de aprovechamiento y sostenibilidad ambiental.
Con la generación de un documento de gestión y planificación no sólo para la Corporación sino también para las entidades territoriales se posibilita que cada acción o decisión que se tome con respecto al entorno de las fuentes y su relación con el recurso hídrico sea capaz de responder a un desarrollo armónico entre la sociedad y el medio ambiente que la rodea.
La Corporación pretende tener un mayor control y capacidad de respuesta frente a la recuperación, mantenimiento, sostenibilidad y fortalecimiento del recurso hídrico, particularmente en el Municipio de Sandoná al conocer el estado de deterioro y abandono al que están sometidas estas fuentes, es necesario que se prioricen las acciones de recuperación acorde a la misión de CORPONARIÑO como máxima autoridad ambiental del Departamento.

1. MARC0 LEGAL

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

El medio ambiente al ser un patrimonio común y de todos en el Territorio Nacional, es el Estado o el Gobierno Nacional el encargado de crear, regular y ejecutar la Política Ambiental por medio de entidades públicas especializadas. Es así, que en la actualidad el ente rector de la Política Ambiental en Colombia es el hoy nombrado Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS encargado del establecimiento de las reglas y criterios de ordenamiento ambiental, de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.[1]

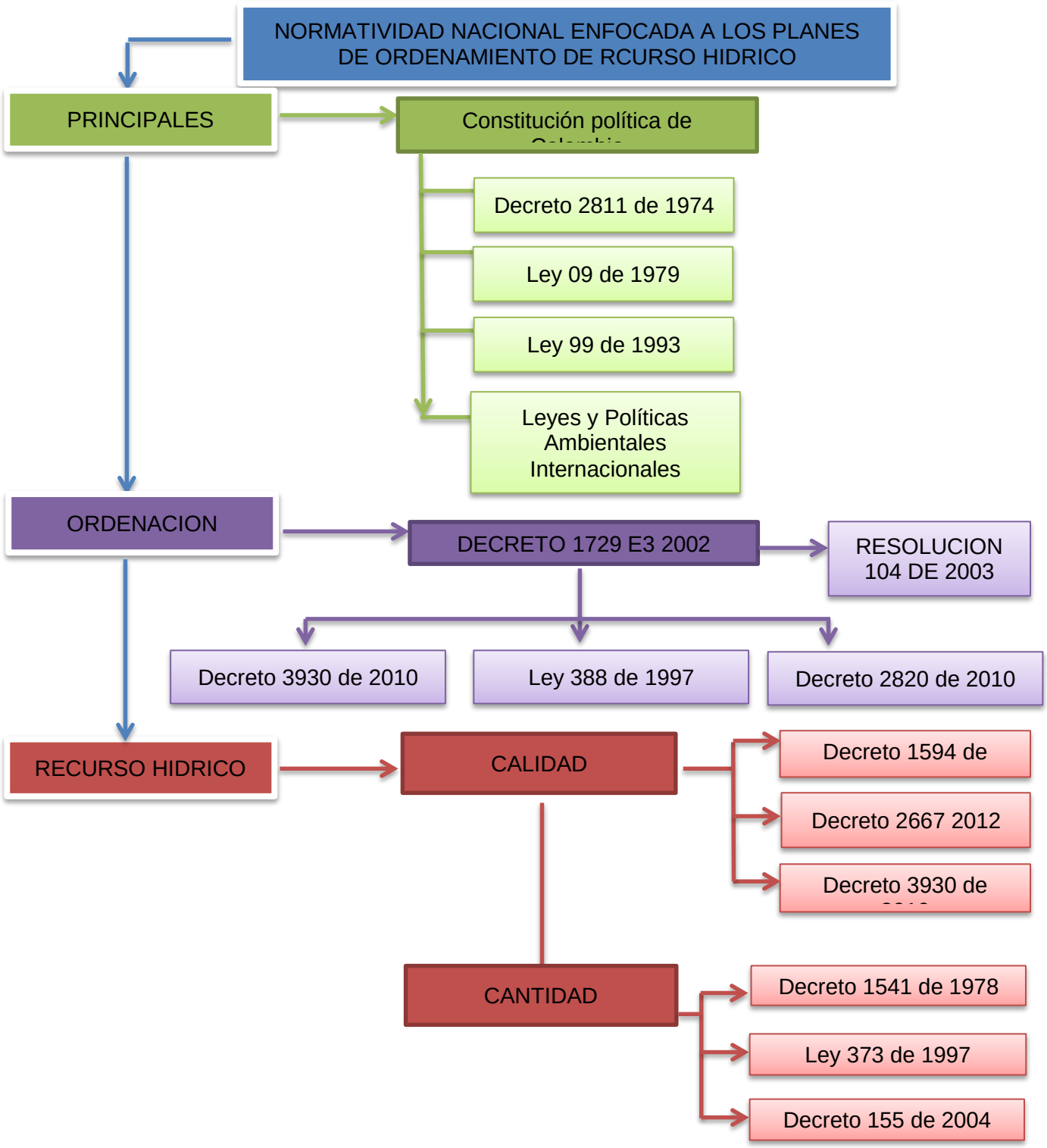
El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible delega la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre el medio ambiente y recursos renovables a las Autoridades Ambientales Regionales existentes en el País. En este contexto, la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO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

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

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

[1] Articulo 5 Ley 99 de 1993

DIAGRAMA NORMATIVIDAD AMBIENTAL



Cuadro 1. MARCO LEGAL

ALCANCE NORMATIVO AMBIENTAL

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

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

RECURSO HÍDRICO	
NORMA	**ALCANCE**
Decreto 1594 de 1984	Aunque el Decreto en la actualidad es reemplazado en su mayor parte por el Decreto 3930 de 2010, aún están vigentes los artículos relacionados con los Usos y Criterios de Calidad del agua, así como las Normas de Vertimientos para usuarios que viertan al suelo o a un cuerpo hídrico.
Decreto 2667 de 2012	Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.
Decreto 3930 de 2010	Establece que todo usuario que realice descargas de aguas residuales al suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas y aguas marinas deberá tramitar y legalizar el Permiso de Vertimientos o Planes de Cumplimiento. Está pendiente por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS la elaboración de los nuevos criterios de calidad del agua para los usos asignados y las normas de vertimiento, para derogar en su totalidad el Decreto 1594 de 1984.
Decreto 1640 de 2012	Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones

RECURSO HÍDRICO	
NORMA	**ALCANCE**
Decreto 1541 de 1978	Reglamenta las normas relacionadas con el recurso agua en todos sus estados: reglamenta el dominio y usos de las aguas con fines de desarrollo humano, económico y social, restringe y limita el dominio de las aguas para asegurar su aprovechamiento sostenible y expone las sanciones por el incumplimiento de la norma, entre otros aspectos
Ley 373 de 1997	Obliga a incorporar el programa de uso eficiente del agua a nivel regional y municipal, y a utilizar métodos eficientes en el uso del recurso hídrico. También obliga a definir una estructura tarifaria que incentive el uso eficiente y ahorro del agua.
Decreto 155 de 2004	Reglamenta el instrumento económico de las tasas por utilización del agua – TUA
Res. 474 de 2009	Por la cual se fija la tarifa de la contribución especial para la vigencia 2009 por concepto del servicio de regulación de agua potable y saneamiento básico y se dictan otras disposiciones.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

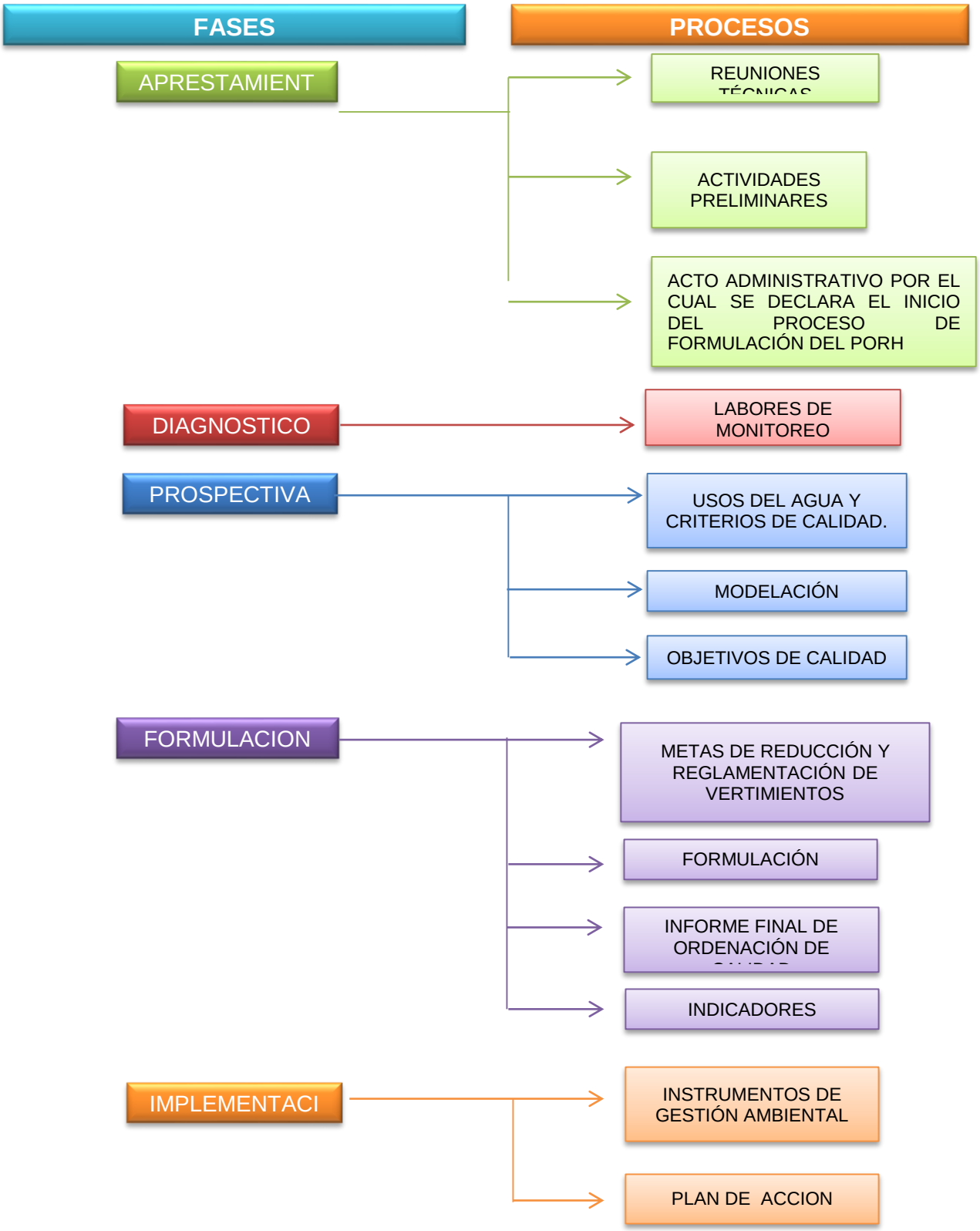
Ordenar en términos de calidad y cantidad el recurso hídrico de la Quebrada Belén y Magdalena, a través de procesos participativos y de la aplicación de la normatividad vigente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la calidad de la quebrada Belén y Magdalena como base para mejorar el potencial de los usos actuales.
- Identificar los usuarios de vertimientos en la quebrada Belén y Magdalena
- Realizar un inventario de los vertimientos existentes y evaluar el manejo, tratamiento y disposición final de los mismos en la quebrada Belén y Magdalena
- Fijar la destinación del recurso hídrico de la quebrada Belén y Magdalena teniendo en cuenta las necesidades ambientales y las de las comunidades asentadas en el área de influencia.
- Establecer el escenario factible a través de una metodología participativa a corto, mediano y largo plazo con la participación de los actores involucrados en el proceso de ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada Belén y Magdalena.
- Definir los objetivos de calidad para alcanzar las metas a corto, mediano y largo plazo en la quebrada Belén y Magdalena jurisdicción del Municipio de Sandoná.
- Fortalecer la capacidad institucional de las Autoridades Ambientales como Administradoras del Recurso, mediante la definición de criterios técnicos, ambientales y legales que contribuyan a mejorar el uso y manejo del recurso hídrico.
- Facilitar el manejo de la información sobre el recurso hídrico, a través de herramientas informáticas que permitan tener una base de datos actualizada y que se pueda alimentar constantemente.
- Fortalecer los conceptos técnicos que sustentan el criterio para el establecimiento de normas de vertimiento.
- Proponer las metas de descontaminación quinquenales que trata el Decreto 3930 del 2010, en el marco de tasa retributiva en la quebrada Belén y Magdalena.
- Determinar parámetros para el control de la contaminación que permitan la preservación y conservación de las características naturales de la Quebrada Belén y Magdalena.

3. MARCO CONCEPTUAL

FASES DEL PORH



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

3.1 PRIORIZACIÓN

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

3.2 APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL

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

3.3 DIAGNÓSTICO

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

3.4 PROSPECTIVA

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

3.5 PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO

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

3.6 IMPLEMENTACIÓN

El objetivo de la implementación es utilizar los instrumentos técnicos y económicos para la aplicación del plan de ordenamiento, esta fase contempla entre otros:

_ Legalizar el uso del agua a través de permisos de concesión. (Dec. 1541 de 1978)
_ Legalizar los vertimientos a través de permisos. (Dec. 3930 de 2010)
_ Planes de cumplimiento. (Dec. 3930 de 2010)
_ Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimiento (Res.1433 de 2004)
_ Implementar el cobro de la tasa por uso de agua (Dec.155 de 2004)
_ Implementar el cobro de la tasa retributiva (Dec. 2667 de 2012).
_ Actividades Complementarias (de cumplimiento voluntario)

3.7 REGLAMENTACIÓN DE VERTIMIENTOS

La autoridad ambiental competente con el fin de obtener un mejor control de la calidad de los cuerpos de agua, podrá reglamentar, de oficio o a petición de parte, los vertimientos que se realicen en éstos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

El objetivo de esta reglamentación consiste en que todos los vertimientos realizados al cuerpo de agua permitan garantizar los usos actuales y potenciales del mismo y el cumplimiento de los objetivos de calidad.

3.8 EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

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

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

Los contenidos de estas fases se encuentran estructurados en procesos, a partir de los cuales se describen las actividades requeridas para su desarrollo, hasta llegar a los productos finales.[2]

[2]MAVDT, CORPOCALDAS. Guía para el Ordenamiento y Reglamentación del Recurso Hídrico – Fuentes Superficiales. Bogotá, Marzo de 2007

4. APRESTAMIENTO

4.1 PRIORIZACION DE LA QUEBRADA BELÉN Y MAGDALENA

El decreto 3930 de 2010 en su artículo 5 define los criterios de priorización para llevar a cabo un proceso de ordenación del recurso hídrico, de los ocho criterios que establece el decreto aplican los siguientes criterios para la Quebrada Belén y Magdalena.

- Cuerpos de agua donde la autoridad ambiental esté adelantando el proceso para el establecimiento de las metas de reducción de que trata el Decreto 2667 o la norma que lo modifique o sustituya.
- Cuerpos de agua y/o acuíferos en los que exista conflicto por el uso del recurso.
- Cuerpos de agua y/o acuíferos que presenten índices de escasez de medio a alto y/o que presenten evidencias de deterioro de la calidad del recurso que impidan su utilización[3]
- En la parte alta, la quebrada Belén y Magdalena se encuentran varias bocatomas que abastecen de agua para consumo humano y otros usos a algunas veredas de municipio de Sandoná cuya población supera los Diez mil (10.000) habitantes.
- La quebrada Belén y Magdalena pertenece a la Cuenca del Guaitara la cual es objeto del cobro de Tasa Retributiva por parte de la Corporación por presentar usuarios del sector público y sectores productivos

Estos criterios de priorización permiten establecer de manera clara la necesidad de llevar a cabo el proceso de ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada Belén y Magdalena en jurisdicción del municipio de Sandoná - Nariño. Sin embargo el principal argumento para llevar a cabo este proceso es el estado de deterioro ambiental al cual se ven sometidas las fuentes hídricas, deterioro ambiental representado principalmente por los vertimientos del sistema de alcantarillado del municipio de Sandoná por medio de la presencia de cinco emisarios finales que afectan su calidad impidiendo procesos de aprovechamiento del recurso aguas abajo y ante la ausencia administrativa por parte de las instituciones territoriales que no actúan frente a esta problemática es necesario que CORPONARIÑO como máxima autoridad ambiental tome acciones que apunten a la recuperación ambiental y posibilidades de aprovechamiento de dichas fuente.

4.2 DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO

La declaratoria del Inicio del Proceso de Ordenamiento de las quebradas Belén y Magdalena, se desarrolló en cumplimiento de lo estipulado en el Artículo 8 del decreto 3930 de 2010:

> *- **"Articulo** 8. Proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico. El Ordenamiento del Recurso Hídrico por parte de la autoridad ambiental competente se realizará mediante el desarrollo de las siguientes fases:*
> *1. Declaratoria de ordenamiento. Una vez establecida la prioridad y gradualidad de ordenamiento del cuerpo de agua de que se trate, la autoridad ambiental competente mediante resolución, declarará en*

[3] Decreto 3930 de 2010

ordenamiento el cuerpo de agua y/o acuífero y definirá el cronograma de trabajo, de acuerdo con las demás fases previstas en el presente artículo……..”

En cumplimiento al artículo 8 del decreto 3930 de 2010 en su ítem uno, que trata sobre el proceso de declaratoria de ordenamiento de un cuerpo de agua. La fuente superficial Quebrada Belén y Magdalena en jurisdicción del Municipio de Sandoná entran en proceso de ordenamiento según resolución No 576 del 14 de Agosto de 2013 (ver ANEXO 1) y le brinda toda la base jurídica para su aplicación y establece de manera genérica el proceso a seguir, los resultados a obtener y su articulación a los ejes misionales de CORPONARIÑO.

4.3 APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL

Para la vigencia 2013, CORPONARIÑO como autoridad ambiental regional y en cumplimiento a la normatividad ambiental vigente específicamente el Decreto 3930 de 2010, el Decreto 2667 de 2012 y la Ley 1151 de 2007, debe avanzar en la consolidación de instrumentos de planificación de la calidad del recurso hídrico – los PORH que permitan identificar y ejecutar acciones para el control y mitigación de la contaminación en aras de mantener o recuperar las condiciones naturales de las corrientes hídricas priorizadas. Es así que por sus condiciones de afectación de calidad se han priorizado para este propositito las corrientes receptoras de vertimientos municipales e industriales, como son la corriente principal del Rio Chiquito, Rio Bobo, Rio Sapuyes, Rio Buesaquito e Ijagui, Quebrada Belén y Magdalena, Quebrada la Llave, Quebrada Surrones y Rio Molinoyaco que por sus condiciones actuales de contaminación y por la demanda de diferentes usos aguas abajo principalmente la demanda para consumo humano amerita la reglamentación y ordenación de la calidad.

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

En el marco del contexto técnico es necesario mencionar la labor importante que aporta el laboratorio de aguas residuales de la Corporación, teniendo en cuenta que la base del diagnóstico y proyección de la calidad del agua en las corrientes objeto de estudio, ameritan un levantamiento de información en cuanto a características fisicoquímicas y bacteriológicas que permitan determinar el grado de afectación y las fuentes contaminantes; por lo tanto CORPONARIÑO como autoridad ambiental, debe contar con su laboratorio en proceso de acreditación o acreditado que permita, de conformidad con lo

dispuesto por el IDEAM, obtener datos objetivos y con certeza científica de las muestras analizadas; siendo así el proceso de ordenación del recurso hídrico se fortalecerá en cuanto a la información que manejan para la toma de decisiones; así mismo la consolidación de una cartografía temática específica sobre el recurso hídrico a una escala adecuada y detallada, que permita visualizar espacialmente las condiciones de calidad y cantidad del recurso hídrico en las corrientes priorizadas, esta herramienta también permitirá fortalecer con nuevos elementos la base de datos SIG que en la actualidad se está implementando en la Corporación.

Por ser la etapa diagnostica, la fase que requiere de una logística y desplazamiento a los puntos de estudio, se contempla de igual manera, contar con transporte permanente, tanto para el personal técnico, como para adelantar las labores de desplazamiento de equipos y personal del laboratorio, que por las condiciones de costos y manejo de equipos no se podría realizar en otro tipo de transporte.

En este sentido, el producto de este proceso será los documentos técnicos en todas sus fases y los actos administrativos correspondientes, que le permitan a la Corporación ejercer control y administración en términos de calidad y cantidad sobre las corrientes hídricas priorizadas para este estudio. Así mismo avanzar a través de experiencias piloto de descontaminación en la recuperación de la calidad de las corrientes hídricas que cuentan con Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico. De esta manera la Corporación contará con instrumentos de planificación para el control de la contaminación y regulación de la oferta hídrica, así mismo contemplar la mitigación de riesgos asociados a la disponibilidad de recurso hídrico según lo contemplado en el decreto 141 de enero de 2011.[4]

[4] Banco de proyectos-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 2. Cronograma de Ejecución

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO Y REGLAMENTACIÓN DEL RECURSO HIDRICO - PORH 2013

FASES	ACTIVIDAD	ACCIONES	MRZO		ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
DIAGNOSTICO	Reuniones Tecnicas		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Actividades preliminares	Revisión, recopilación y analisis de la información existente.	x	x																																				
	Acto administrativo por el cual se declara el inicio del Proceso de formulación del PORH	Elaboración de la propuesta del acto Administrativo	x	x																																				
	Labores de Monitoreo	Coordinación con Laboratorio de la UDENAR - Logistica y Equipos		x	x																																			
		Identificación de los tramos prioritarios con ayuda de la cartografía respectiva.									x	x																													
		Muestreo 1 Invierno (Medición de caudales y toma de muestras)													x	x																									
		Muestreo 2 Verano (Medición de caudales y toma de muestras)																			x	x																			
		Calcular del indice de calidad de agua en el cauce principal																					x	x																	
		Elaboración de los informes técnicos de las labores de monitoreo.																									x	x	x	x												
	Censo de Usuarios	Recorrido por cauce principal y dilegenciamiento de las fichas de campo.		x	x	x	x	x	x	x																														
		Identificar los vertimientos existentes que realizan las descargas sobre el cauce principal.		x	x	x	x	x	x	x																														
		Identificar la demanda por uso de agua por categorias.			x	x	x	x																																
		Identificar usos actuales y potenciales del recurso hidrico			x	x	x	x																																
		Identificar la Infraestructura hidraulica existente			x	x	x	x																																
		Consolidación de la información de campo							x	x	x	x																													
PROSPECTIVA	Usos del Agua y Criterios de Calidad.	Análisis de información de campo											x	x	x																									
	Prospectiva (Generación de Escenarios.) - MODELACIÓN	Proponer la Topologia respectiva sobre el cauce principal de la corriente objeto de estudio.											x	x	x																									
		Establecer los perfiles de calidad											x	x	x																									
		Consolidar la línea base y cuantificar las cargas contaminantes											x	x	x																									
		Analisis de la informacion fase I y II Rio Chiquito											x	x	x																									
		Analisis preeliminar para aplicar modelo																x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
		Cargue del modelo Q2kw																											x	x	x	x	x	x	x					
		Corrida y calibración del modelo.																												x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Analisis de resultados																											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Planteamiento de escenarios de calidad para los usuarios generadores de vertimientos y la corriente receptora																											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Elaboración del informe técnico sobre Modelación y analisis de los escenarios planteados.																											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Socialización de los escenarios planteados.																											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	OBJETIVOS DE CALIDAD	Evaluación de los objetivos de calidad planteados																											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Planteamiento y propuesta de los objetivos de calidad para los afluentes al cauce principal de la corriente a reglamentar.																											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Actividades de concertación y socialización correspondiente a la reglametación de vertimientos y objetivos de calidad																											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Propuesta del acto administrativo por el cual se establecen los objetivos de calidad.																											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Socialización de los objetivos de calidad propuestos con los actores involucrados.																											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		informe de actividades																											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
FORMULACIÓN	METAS DE REDUCCIÓN Y REGLAMENTACIÓN DE VERTIMIENTOS	Informe consolidado de oferta y demanda hídrica, módulos de consumo, caudal ambiental																											x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Análisis de las metas de reducción																																	x	x	x	x	x		
		Propuesta de metas de reducción																																	x	x	x	x	x		
		Propuesta de reglamentación de vertimientos																																	x	x	x	x	x		
		Propuesta de acto administrativo de reglamentación de vertimientos																																	x	x	x	x	x		
		Socialización y concertación con los usuarios involucrados sobre las propuestas establecidas																																	x	x	x	x	x		
	FORMULACIÓN	Diseño de ficha de proyectos																																	x	x	x	x	x		
		Propuesta de proyectos de descontaminación																																	x	x	x	x	x		
		Planteamiento de indicadores de seguimiento																																	x	x	x	x	x		
	INFORME FINAL DE ORDENACIÓN DE CALIDAD	Entrega del documento PORH del la corriente a ordenar.																																				x	x		
		Propuesta del acto Administrativo de Ordenación del Recurso Hidrico																																				x	x		
		Socialización de la propuesta y concertacion con los actores involucrados.																																				x	x		



DIAGNOSTICO SECTOR PANELERO

5. DIAGNOSTICO SECTOR PANELERO

5.1 PROCESO PRODUCTIVO SECTOR PANELERO

El proceso de la producción panelera se lleva a cabo de la siguiente manera:

Molienda: En esta etapa se extraen los jugos de la caña a través de un molino que presiona los tallos; estos a su vez se convierten en un subproducto llamado “bagazo”, el cual se utiliza para la combustión, además se cuenta con el proceso de Pre – limpieza de jugos el cual remueve las impurezas gruesas y de carácter no nutricional por medios físicos como decantación y flotación.

Figura 1. Molienda





- ✓ El proceso de clarificación, evaporación, concentración y punteo, se realizan en el horno, el cual consta de una puerta por donde se alimenta el material de combustión que en este caso se emplea bagazo seco, para la evaporación del agua contenida en los jugos extraídos de la caña.
- ✓ Posteriormente se dirige a una fila de pailas donde se procede a la clarificación de jugos y evaporación, en esta etapa se realiza el batido la cual consiste en la concentración de las mieles en pailas.

Figura 2. Fila de Pailas y Horno de Combustión





- ✓ Dentro del proceso de la producción panelera la miel proveniente de las pailas punteras se deposita en una artesa, en la cual se realiza un batido intensivo e intermitente que provoca que la miel se enfríe, pierda su capacidad de adherencia y adquiera la textura necesaria para ser llevados a los moldes de madera, para ser, empacados y finalmente se despacha a su destino.

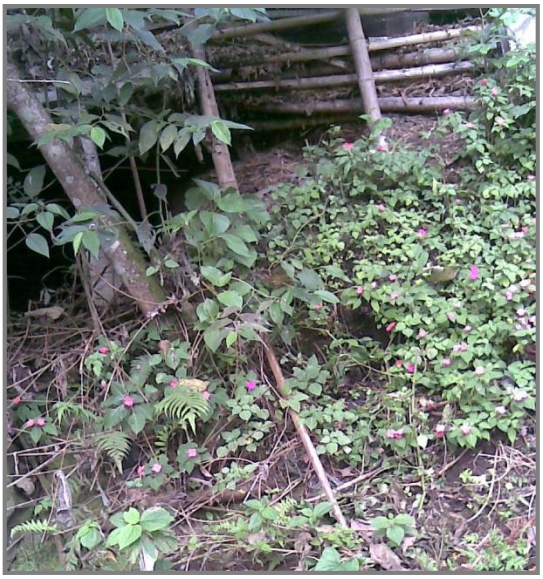
Figura 3. Moldeo





- ✓ Del proceso de funcionamiento del horno se generan residuos de cenizas las cuales se vierten junto con el agua del lavado.

Figura 4. Disposición de Cenizas





- ✓ El agua residual se genera en el proceso de lavado de los prelimpiadores, botija, pailas moldes y en el lavado general de las instalaciones, se conduce internamente por sifones, que finalmente se vierten a un afluente de la quebrada belén.

Figura 5. Evacuación de Agua Residual.





- ✓ El lavado de la fila de pailas se realiza una vez en semana y dura aproximadamente 1 hora, correspondiente al día viernes en el cual ya no se realizan labores de producción.

Figura 6. Descarga Agua Residual y Fuente Receptora



A continuación se describirán algunos de los trapiches que se encuentran en la zona de influencia de las quebradas fuente de estudio, cabe aclarar que algunos de estos establecimientos no depositan sus efluentes industriales sobre la fuente objeto en ordenamiento.

Cuadro 3. TRAPICHE ROSMOS

FICHA TRAPICHE ROSMOS		
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** SAN GABRIEL	**ZONA:** RURAL
SECTOR: PANELERO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** TRAPICHE	
PERMISOS: NO CUENTA	**DESCARGA:** ASEQUIA	**MARGEN:** DERECHO
REPRESENTANTE LEGAL: AMPARO MONTENEGRO		C.C 36996578
COORDENADAS:	**N →** 635608 **W →** 955865	**H→** 1.683 msnm

DESCRIPCION:

- Jornada laboral: Lunes a Viernes
- Horario laboral diario: 3 am - 5 pm
- Número de empleados: 17
- Servicios públicos: acueducto veredal
- Disposición de cenizas: terreno
- Numero de botijas por semana: 24
- Tiempo de lavado diario de Botija, Pisos, mesones, moldes, tanque balzo y desquemado pailas punteras (min): 50
- Lavado general: 60 min solo domingo
- Concentración DBO/SST: 395,31mg/l – 70 mg/l

Dentro del sector panelero el trapiche ROSMOS es una microempresa que se dedica al procesamiento y aprovechamiento del cultivo de caña para elaborar diferentes productos especialmente la panela, a continuación se realiza la caracterización general de dicho establecimiento teniendo en cuenta las condiciones actuales según visitas realizadas enmarcadas dentro del diagnóstico del ordenamiento de recurso hídrico de las quebradas Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 4. TRAPICHE PATIO BONITO

FICHA TRAPICHE PATIO BONITO		
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** SAN FRANCISCO	**ZONA:** RURAL
SECTOR: PANELERO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** TRAPICHE	
PERMISOS: NO CUENTA	**DESCARGA:** ASEQUIA	**MARGEN:** DERECHO
REPRESENTANTE LEGAL: NAVARRO		C.C 1879895
COORDENADAS:	**N →** 631704 **W →** 954741	**H →** 1.673 msnm

DESCRIPCION:

- Jornada laboral: Lunes a Viernes
- Horario laboral diario: 3 am - 5 pm
- Número de empleados: 15
- Servicios públicos: acueducto veredal
- Disposición de cenizas: terreno
- Numero de botijas por semana: 22
- Tiempo de lavado diario de Botija, Pisos, mesones, moldes, tanque balzo y desquemado pailas punteras (min): 50
- Lavado general: 60 min solo domingo
- Concentración DBO/SST: 3289 mg/l – 520 mg/l

Dentro del sector panelero el trapiche PATIO BONITO es una microempresa que se dedica al procesamiento y aprovechamiento del cultivo de caña para elaborar diferentes productos especialmente la panela, a continuación se realiza la caracterización general de dicho establecimiento teniendo en cuenta las condiciones actuales según visitas realizadas enmarcadas dentro del diagnóstico del ordenamiento de recurso hídrico de las quebradas Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 5. TRAPICHE SANTA ROSA

FICHA TRAPICHE SANTA ROSA		
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** LA JOYA	**ZONA:** RURAL
SECTOR: PANELERO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** TRAPICHE	
PERMISOS: NO CUENTA	**DESCARGA:** QUEBRADA SARANCOCHO	**MARGEN:** DERECHO
REPRESENTANTE LEGAL: OLMEDO MONTERO		C.C 87570350
COORDENADAS:	**N →** 635348 **W →** 955058 **H →** 1.483 msnm	

DESCRIPCION:

- Jornada laboral: Lunes a Viernes
- Horario laboral diario: 2 am - 6 pm
- Número de empleados: 18
- Servicios públicos: acueducto veredal
- Disposición de cenizas: afluente q belén
- Numero de botijas por semana: 24
- Tiempo de lavado diario de Botija, Pisos, mesones, moldes, tanque balzo y desquemado pailas punteras (min): 50
- Lavado general: 60 min solo viernes
- Concentración DBO/SST: 3289 mg/l – 520 mg/l

Dentro del sector panelero el trapiche SANTA ROSA es una microempresa que se dedica al procesamiento y aprovechamiento del cultivo de caña para elaborar diferentes productos especialmente la panela, a continuación se realiza la caracterización general de dicho establecimiento teniendo en cuenta las condiciones actuales según visitas realizadas enmarcadas dentro del diagnóstico del ordenamiento de recurso hídrico de las quebradas Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 6. TRAPICHE LOS DERRUMBOS

FICHA TRAPICHE LOS DERRUMBOS		
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** SAN FRANCISCO	**ZONA:** RURAL
SECTOR: PANELERO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** TRAPICHE	
PERMISOS: NO CUENTA	**DESCARGA:** INFILTRACIÓN	**MARGEN:** DERECHO
REPRESENTANTE LEGAL: REAFAEL BETANCOURTH		C.C
COORDENADAS:	**N** → 631501 **W** → 954462 **H** → 1.650 msnm	

DESCRIPCION:

- Jornada laboral: Lunes a Viernes
- Horario laboral diario: 3 am - 5 pm
- Número de empleados: 13
- Servicios públicos: acueducto veredal
- Disposición de cenizas: borde acequia
- Numero de botijas por semana: 24
- Tiempo de lavado diario de Botija, Pisos, mesones, moldes, tanque balzo y desquemado pailas punteras (min): 50
- Lavado general: 60 min solo domingo
- Concentración DBO/SST: 3289 mg/l – 520 mg/l

Dentro del sector panelero el trapiche LOS DERRUMBOS es una microempresa que se dedica al procesamiento y aprovechamiento del cultivo de caña para elaborar diferentes productos especialmente la panela, a continuación se realiza la caracterización general de dicho establecimiento teniendo en cuenta las condiciones actuales según visitas realizadas enmarcadas dentro del diagnóstico del ordenamiento de recurso hídrico de las quebradas Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 7. TRAPICHE EL GUADUAL

FICHA TRAPICHE EL GUADUAL			
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** SAN GABRIEL	**ZONA:** RURAL	
SECTOR: PANELERO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** TRAPICHE		
PERMISOS: NO CUENTA	**DESCARGA:** QUEBRADA SAN BERNARDO	**MARGEN:** DERECHO	
REPRESENTANTE LEGAL: RODRIGO PORTILLA NARVAEZ		C.C 5332626	
COORDENADAS:	**N** → 635599	**W** → 955607	**H** → 1.612 msnm

DESCRIPCION:

- Jornada laboral: Lunes a Viernes
- Horario laboral diario: 3 am - 4 pm
- Número de empleados: 14
- Servicios públicos: acueducto veredal
- Disposición de cenizas: borde acequia
- Numero de botijas por semana: 24
- Tiempo de lavado diario de Botija, Pisos, mesones, moldes, tanque balzo y desquemado pailas punteras (min): 50
- Lavado general: 60 min solo domingo
- Concentración DBO/SST: 3289 mg/l – 520 mg/l

Dentro del sector panelero el trapiche EL GUADUAL es una microempresa que se dedica al procesamiento y aprovechamiento del cultivo de caña para elaborar diferentes productos especialmente la panela, a continuación se realiza la caracterización general de dicho establecimiento teniendo en cuenta las condiciones actuales según visitas realizadas enmarcadas dentro del diagnóstico del ordenamiento de recurso hídrico de las quebradas Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 8. TRAPICHE VILLA AURORA

FICHA TRAPICHE VILLA AURORA		
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** NO APLICA	**ZONA:** URBANA
SECTOR: PANELERO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** TRAPICHE	
PERMISOS: NO CUENTA	**DESCARGA:** AFLUENTE QUEBRADA PORVENIR	**MARGEN:** IZQUIERDO
REPRESENTANTE LEGAL: AZAEL GUERRERO		C.C 18740375
COORDENADAS:	**N →** 633205 **W →** 955530 **H →** 1.818 msnm	

DESCRIPCION:

- Jornada laboral: Lunes a Viernes
- Horario laboral diario: 3 am - 5 pm
- Número de empleados: 17
- Servicios públicos: acueducto municipal
- Disposición de cenizas: terreno
- Numero de botijas por semana: 24
- Tiempo de lavado diario de Botija, Pisos, mesones, moldes, tanque balzo y desquemado pailas punteras (min): 60
- Lavado general: 90 min solo domingo
- Concentración DBO/SST: 395,31mg/l – 70 mg/l

Dentro del sector panelero el trapiche VILLA AURORA es una microempresa que se dedica al procesamiento y aprovechamiento del cultivo de caña para elaborar diferentes productos especialmente la panela, a continuación se realiza la caracterización general de dicho establecimiento teniendo en cuenta las condiciones actuales según visitas realizadas enmarcadas dentro del diagnóstico del ordenamiento de recurso hídrico de las quebradas Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná

Cabe resaltar que este establecimiento es uno de los pocos que cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales.

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 9. TRAPICHE MERCURY

FICHA TRAPICHE MERCURY		
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** NO APLICA	**ZONA:** URBANA
SECTOR: PANELERO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** TRAPICHE	
PERMISOS: NO CUENTA	**DESCARGA:** ALCANTARILLADO MUNICIPAL	**MARGEN:** DERECHO
REPRESENTANTE LEGAL: MARINA GUZMAN		C.C 27431125
COORDENADAS:	**N** → 633491 **W** → 955574 **H** → 1.820 msnm	

DESCRIPCION:

- Jornada laboral: Lunes a Viernes
- Horario laboral diario: 3 am - 5 pm
- Número de empleados: 17
- Servicios públicos: acueducto municipal
- Disposición de cenizas: terreno
- Numero de botijas por semana: 24
- Tiempo de lavado diario de Botija, Pisos, mesones, moldes, tanque balzo y desquemado pailas punteras (min): 60
- Lavado general: 90 min solo domingo
- Concentración DBO/SST: 3289 mg/l – 520 mg/l

Dentro del sector panelero el trapiche MERCURY es una microempresa que se dedica al procesamiento y aprovechamiento del cultivo de caña para elaborar diferentes productos especialmente la panela, a continuación se realiza la caracterización general de dicho establecimiento teniendo en cuenta las condiciones actuales según visitas realizadas enmarcadas dentro del diagnóstico del ordenamiento de recurso hídrico de las quebradas Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná

Cabe resaltar que este establecimiento no cuenta con sistema de tratamiento ya que descarga directamente al alcantarillado del municipio, en la zona del barrio porvenir.

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 10. TRAPICHE CENTENARIO

FICHA TRAPICHE CENTENARIO		
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** NO APLICA	**ZONA:** URBANA
SECTOR: PANELERO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** TRAPICHE	
PERMISOS: NO CUENTA	**DESCARGA:** ALCANTARILLADO MUNICIPAL	**MARGEN:** DERECHO
REPRESENTANTE LEGAL: ALBERTO GOMEZ ESPINOZA		C.C 87571892
COORDENADAS:	**N** → 632868 **W** → 955852 **H** → 1.829 msnm	

DESCRIPCION:	
▪ Jornada laboral: Lunes a Viernes ▪ Horario laboral diario: 3 am - 5 pm ▪ Número de empleados: 16 ▪ Servicios públicos: acueducto municipal ▪ Disposición de cenizas: Borde acequia ▪ Numero de botijas por semana: 24 ▪ Tiempo de lavado diario de Botija, Pisos, mesones, moldes, tanque balzo y desquemado pailas punteras (min): 60 ▪ Lavado general: 100 min solo lunes y viernes ▪ Concentración DBO/SST: 3289 mg/l – 520 mg/l	Dentro del sector panelero el trapiche CENTENARIO es una microempresa que se dedica al procesamiento y aprovechamiento del cultivo de caña para elaborar diferentes productos especialmente la panela, a continuación se realiza la caracterización general de dicho establecimiento teniendo en cuenta las condiciones actuales según visitas realizadas enmarcadas dentro del diagnóstico del ordenamiento de recurso hídrico de las quebradas Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná Cabe resaltar que este establecimiento no cuenta con sistema de tratamiento ya que descarga directamente al alcantarillado del municipio, en la zona de la avenida centenario.

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 11. TRAPICHE EL NARANJO

FICHA TRAPICHE EL NARANJO		
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** NO APLICA	**ZONA:** URBANA
SECTOR: PANELERO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** TRAPICHE	
PERMISOS: NO CUENTA	**DESCARGA:** TUBERÍA DE 6" INFILTRACION	**MARGEN:** IZQUIERDO
REPRESENTANTE LEGAL: JESUS E. PANTOJA DIAZ		C.C 79563963
COORDENADAS:	**N** → 632619 **W** → 956105	**H** → 1.921 msnm

DESCRIPCION:	
▪ Jornada laboral: Lunes a Viernes ▪ Horario laboral diario: 3 am - 5 pm ▪ Número de empleados: 19 ▪ Servicios públicos: acueducto municipal ▪ Disposición de cenizas: Terreno ▪ Numero de botijas por semana: 24 ▪ Tiempo de lavado diario de Botija, Pisos, mesones, moldes, tanque balzo y desquemado pailas punteras (min): 50 ▪ Lavado general: 50 min viernes ▪ Concentración DBO/SST: 3289 mg/l – 520 mg/l	Dentro del sector panelero el trapiche EL NARANJO es una microempresa que se dedica al procesamiento y aprovechamiento del cultivo de caña para elaborar diferentes productos especialmente la panela, a continuación se realiza la caracterización general de dicho establecimiento teniendo en cuenta las condiciones actuales según visitas realizadas enmarcadas dentro del diagnóstico del ordenamiento de recurso hídrico de las quebradas Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná Cabe aclarar que este establecimiento no cuenta con sistema de tratamiento ya que descarga directamente sobre un afluente de la quebrada Belén, en la zona del Naranjo

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 12. TRAPICHE LA FLORESTA

FICHA TRAPICHE LA FLORESTA			
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** NO APLICA	**ZONA:** URBANA	
SECTOR: PANELERO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** TRAPICHE		
PERMISOS: NO CUENTA	**DESCARGA:** AFLUENTE QUEBRADA PORVENIR	**MARGEN:** IZQUIERDO	
REPRESENTANTE LEGAL: JUAN FRANCISCO ZAMBRANO M.		C.C 12865041	
COORDENADAS:	**N** → 633639 **W** → 955070 **H** → 1.753 msnm		

DESCRIPCION:	
▪ Jornada laboral: Lunes a Viernes ▪ Horario laboral diario: 3 am - 4 pm ▪ Número de empleados: 16 ▪ Servicios públicos: acueducto municipal ▪ Disposición de cenizas: Acequia ▪ Numero de botijas por semana: 24 ▪ Tiempo de lavado diario de Botija, Pisos, mesones, moldes, tanque balzo y desquemado pailas punteras (min): 56 ▪ Lavado general: 50 min lunes ▪ Concentración DBO/SST: 3289 mg/l – 520 mg/l	Dentro del sector panelero el trapiche LA FLORESTA es una microempresa que se dedica al procesamiento y aprovechamiento del cultivo de caña para elaborar diferentes productos especialmente la panela, a continuación se realiza la caracterización general de dicho establecimiento teniendo en cuenta las condiciones actuales según visitas realizadas enmarcadas dentro del diagnóstico del ordenamiento de recurso hídrico de las quebradas Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná Cabe aclarar que este establecimiento no cuenta con sistema de tratamiento ya que descarga directamente sobre un afluente de la quebrada Belén, en la zona del Naranjo

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 13. TRAPICHE LAS PALMAS

FICHA TRAPICHE LAS PALMAS		
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** NO APLICA	**ZONA:** URBANA
SECTOR: PANELERO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** TRAPICHE	
PERMISOS: NO CUENTA	**DESCARGA:** AFLUENTE QUEBRADA PORVENIR	**MARGEN:** IZQUIERDO
REPRESENTANTE LEGAL: FRANCISCO ARTEAGA		C.C 16676536
COORDENADAS:	**N** → 633368 **W** → 955002 **H** → 1.705 msnm	

DESCRIPCION: ▪ Jornada laboral: Lunes a Viernes ▪ Horario laboral diario: 2 am - 5 pm ▪ Número de empleados: 17 ▪ Servicios públicos: acueducto municipal ▪ Disposición de cenizas: Terreno ▪ Numero de botijas por semana: 24 ▪ Tiempo de lavado diario de Botija, Pisos, mesones, moldes, tanque balzo y desquemado pailas punteras (min): 50 ▪ Lavado general: 50 min domingo ▪ Concentración DBO/SST: 3289 mg/l – 520 mg/l	Dentro del sector panelero el trapiche LAS PALMAS es una microempresa que se dedica al procesamiento y aprovechamiento del cultivo de caña para elaborar diferentes productos especialmente la panela, a continuación se realiza la caracterización general de dicho establecimiento teniendo en cuenta las condiciones actuales según visitas realizadas enmarcadas dentro del diagnóstico del ordenamiento de recurso hídrico de las quebradas Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná Cabe aclarar que este establecimiento no cuenta con sistema de tratamiento ya que descarga directamente sobre un afluente de la quebrada porvenir, en la zona del Naranjo

REGISTRO FOTOGRAFICO





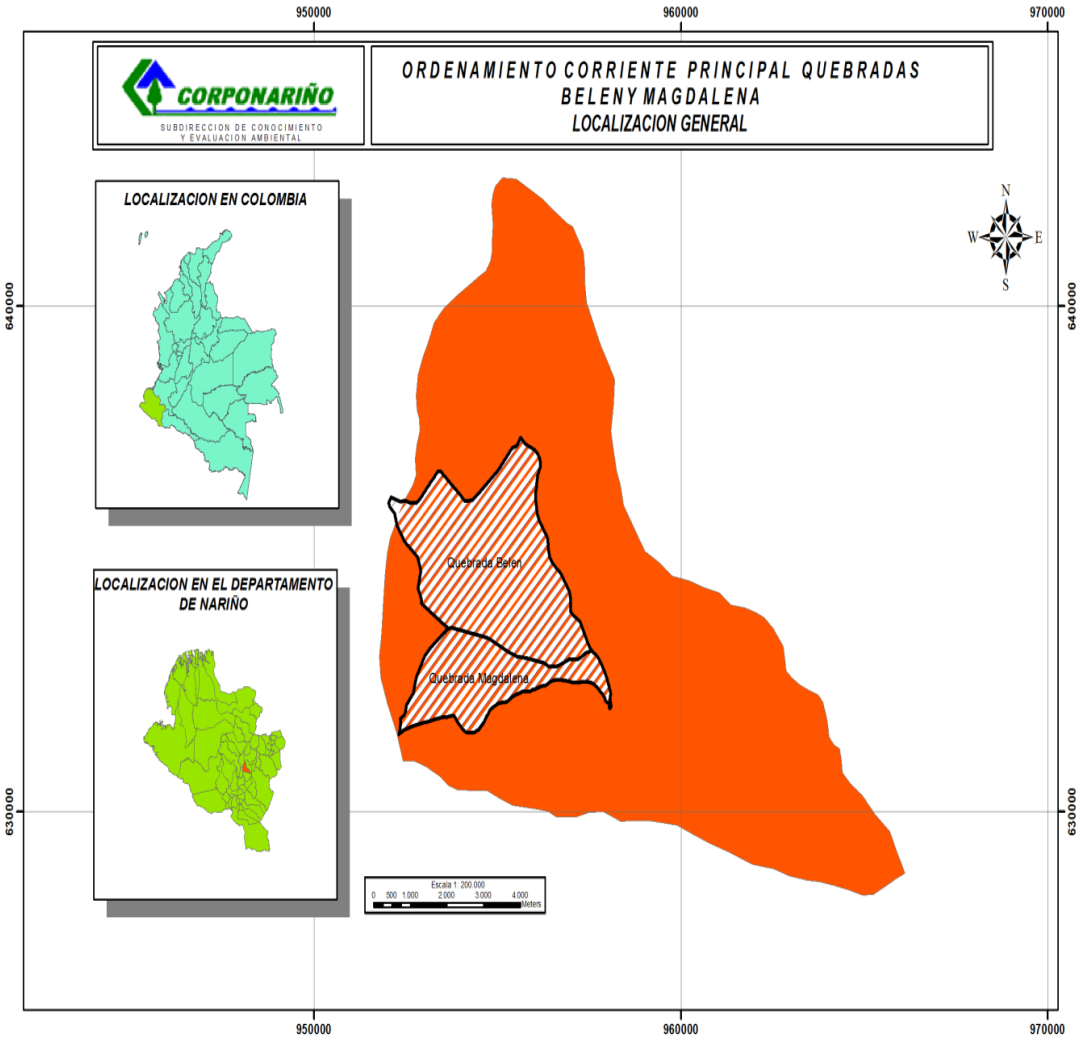


DIAGNÓSTICO

5.2 DIAGNOSTICO GENERAL DEL MUNICIPIO

5.2.1 Descripción general del municipio: El municipio de Sandoná es uno de los 64 municipios que conforman al territorio del departamento de Nariño y ocupa el sexto lugar de importancia, se encuentra ubicado al occidente del departamento y su distancia hasta la ciudad de San Juan de Pasto es de 48 Km.

Figura 1. Localización General



Fuente. Cartografía Índice de Escasez del Río Guaítara, 2009 -CORPONARIÑO

Los límites generales del municipio son: Al norte con Linares, El Tambo y La Florida, por el sur con Consacá, por el oriente con La Florida, por el occidente con Ancuya y Linares.

Su territorio es en su gran parte montañoso, aunque con algunas zonas planas, destacándose como accidentes orográficos el Volcán Galeras y la Loma de Chitaurco. Estas tierras se distribuyen en pisos térmicos templado y frío, siendo regado por los ríos Guáitara, El Ingenio y Yambinoy, además de las quebradas Patachorrera, Santa Rosa, Pacaguayco, Cernidera, Potrerillo, Magdalena y Honda.

Cuadro 14. Características Generales Del Municipio De Sandoná

Altitud	1817 m.s.n.m
Coordenadas	1 ° 17 ´ 22" de latitud Norte 77º28'59" de longitud oeste
Temperatura	15 ºC y 21 ºC
Extensión	101 Km^2
Extensión Área Urbana	5.4 Km^2
Extensión Área Rural	95.6 Km^2
Población Urbana	11033 *hab.*
Distancia	44 Km. desde San Juan Pasto
Actividad Económica Principal	Agricultura
Productos Principales	Caña, Café, Artesanías
Infraestructura Básica	Dispone de todos los servicios públicos, cuenta con 5 Instituciones Educativas, bancos y hospital

De acuerdo con los datos de precipitación de los últimos 30 años registrados en la estación meteorológica de Bombona, la precipitación promedia anual de Sandoná se presenta de manera general en dos períodos lluviosos, en el primer semestre los meses de Enero, Febrero y Abril; y en el segundo semestre se sucede en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre; con máximos de precipitación registrados en estos dos últimos. Los períodos con tendencia seca se presentan en el primer semestre del año en los meses de Mayo y Junio; y en el segundo semestre en: Julio, Agosto y Septiembre, acentuándose en los dos primeros. [5]

La cabecera municipal se encuentra asentada en la llamada meseta de Paltapamba situada a 1.817 *m.s.n.m*, en donde sobresalen como atractivos turísticos del municipio La Cascada de Belén situada a 1935 *m.s.n.m.* y la Basílica de Nuestra señora del Rosario declarada en el año 2.000 como patrimonio arquitectónico nacional.

Las principales actividades económicas a las que se dedican sus habitantes son la agricultura, la ganadería, las artesanías de paja toquilla, el comercio y el transporte. Significativamente la venta de grandes volúmenes de panela, caracteriza su comercio, en el sector agrario sus productos de mayor cultivo son caña panelera, café, fríjol, plátano, maíz 360 Ha, tomate de mesa 20 Ha y en el campo ganadero cuenta con 1.577 cabezas de bovinos. [6]

La caña de azúcar se constituye en la materia prima destinada a la elaboración de la panela, producto que es distribuido en el ámbito nacional con mucha acogida por su calidad. Según la Federación Nacional de Cafeteros en el departamento de Nariño, Sandoná ocupa el segundo lugar en producción y calidad de café después de La Unión y por encima de municipios como Samaniego, Taminango, Consacá y San Pablo.

También se debe destacar otro sector económico de alta importancia en el municipio como es el artesanal basada en la utilización de fibra de la paja toquilla, obtenida de la

[6]Secretaria Agricultura Departamental 2012

palma de Iraca para la confección manual de sombreros, individuales, bolsos, cigarrilleras, esteras, alfombras, gorras y canastillas, productos reconocidos en el mercado nacional y muchos de ellos internacionalmente. Para efectos del presente documento, en algunos apartes de la etapa de diagnóstico de la quebrada Belén y Magdalena la presentación de la información se ha definido según criterio técnico en tres zonas como se presenta a continuación:

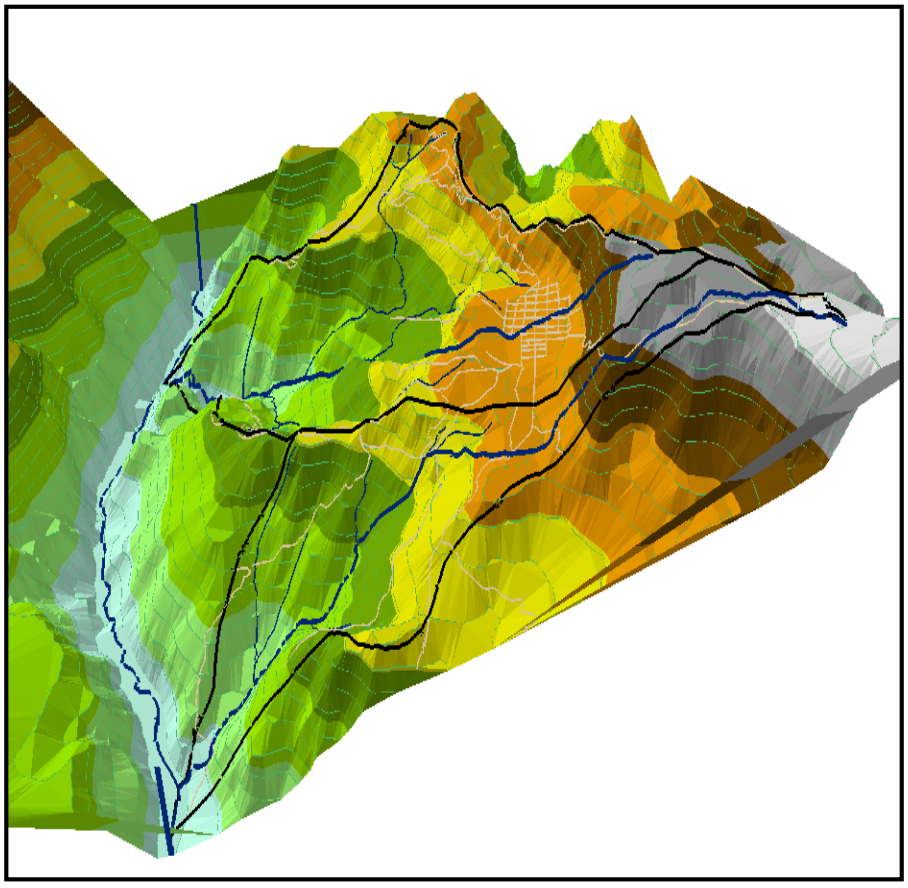
- Zona Alta: correspondiente al punto de nacimiento o inicio del Cauce principal de la quebrada Belén y Magdalena, en la vereda el maco y alto Jiménez respectivamente, hasta el ingreso a casco urbano del municipio de Sandoná.

- Zona Media: correspondiente a la zona donde se presentan las descargas de aguas residuales industriales, domésticas y de servicios del casco urbano del municipio de Sandoná con la quebrada Belén y Magdalena en cinco puntos diferentes.

- Zona Baja: corresponde a la zona baja de las micro cuencas más precisamente en las veredas la Joya, San Francisco hasta su desembocadura al río Guaitara

5.3 ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

Mapa 1. Localización Geográfica Subcuenca Quebrada Belén y Magdalena

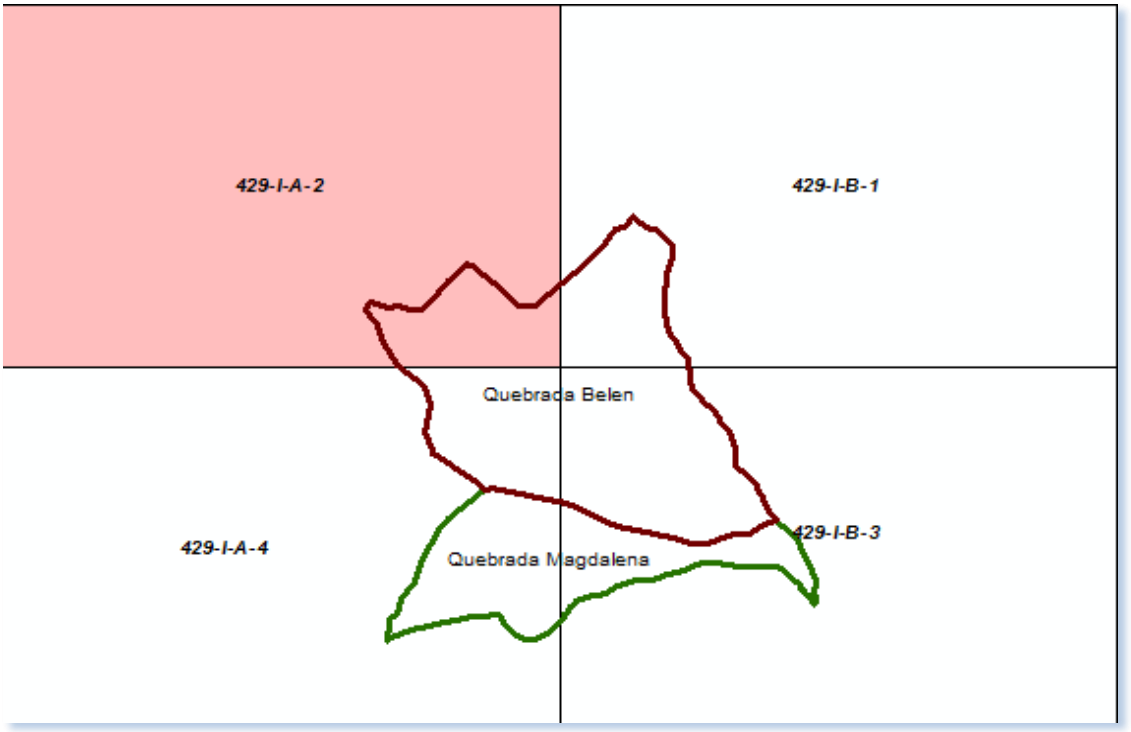


Fuente: este estudio

Construcción del Mapa Base del Área de Estudio.

La construcción del mapa base de las dos microcuencas se realizó con información cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a escala 1:10.000; las planchas que cubren las áreas de interés se pueden apreciar en la siguiente figura.

Figura 2. Planchas IGAC escala 1:10.000



Fuente. Este Estudio. CORPONARIÑO 2013

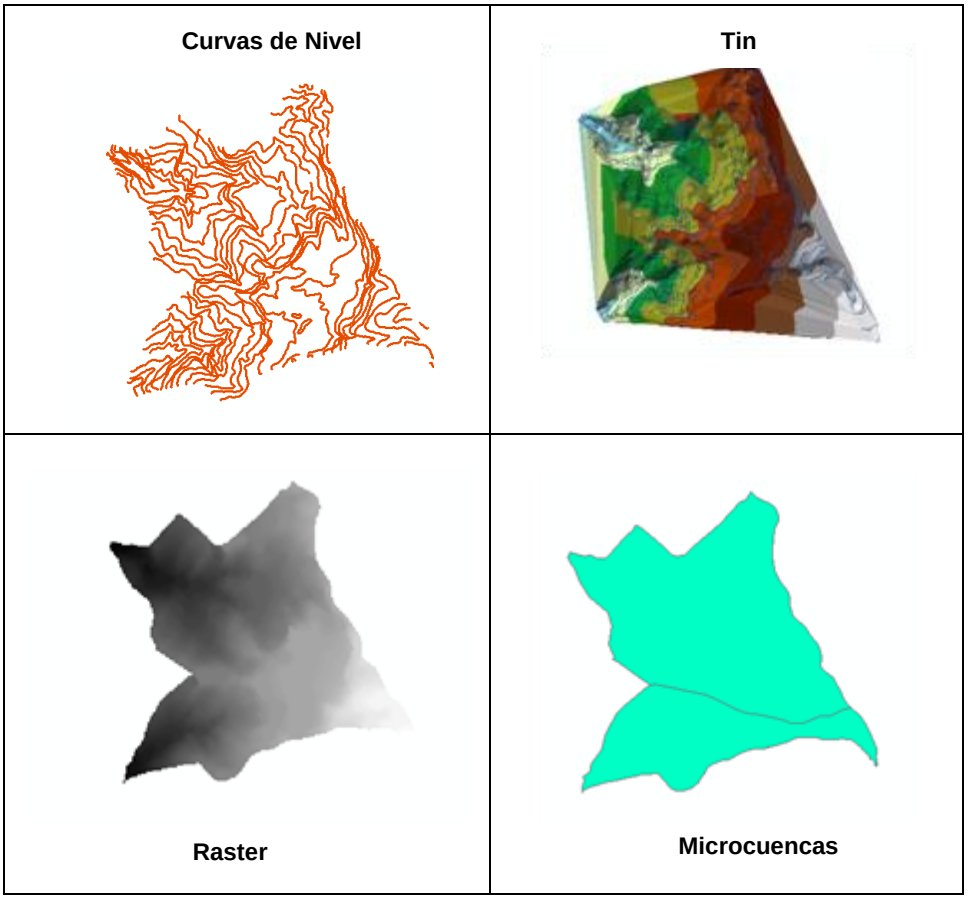
De las cuatro planchas que cubren el área de interés una no se encuentra disponible (429-I-A-2), señalada en la figura anterior con color rosado; el vacío de información fue cubierto mediante la utilización de una imagen satelital tipo RapidEye la cual cuenta con una resolución adecuada para una escala 1:10.000. De las planchas se extrajo básicamente toda la información correspondiente a hidrografía, vías, curvas de nivel, toponimia y centros poblados; toda esta información se organizó en una Geodatabase con un sistema de coordenadas planas (Magna Colombia Oeste) y puede ser consultada en el anexo de cartografía base, las planchas topográficas e imagen de satélite que se utilizaron para la generación de esta información puede ser consultada en el anexo 1.

Delimitación de la cuenca hidrográfica**.**

Para la delimitación automática de la cuenca se utilizaron varios comandos en el software ArcGis, principalmente los de Spatial Analyst Tolos – Hidrology, con el apoyo de un Modelo Digital del Terreno (DEM), herramientas con las que se procedió a determinar la dirección de flujo de la red de drenaje, y el punto de acumulación de flujo de la red, por último se procede a calcular la cuenca hidrográfica de forma automática con la

herramienta Basin la cual elabora un raster de las cuencas hidrográficas en base a la red de drenaje, en la gráfica anterior se resume el procedimiento.

Figura 3. Procedimiento para la delimitación de las Microcuencas Hidrográficas Quebradas Belén y Magdalena



Fuente: Este Estudio

Según el IDEAM (1999), cuando se presenta este fenómeno, hay déficit en los volúmenes de precipitación. Los registros de precipitación de los últimos años suministrados por el IDEAM de la estación Bomboná muestran claramente que durante los años que se presentó el fenómeno, la precipitación disminuyó considerablemente por debajo del promedio anual (994 mm), siendo los más críticos los años de 1991, 1992 y 1998.

El anterior fenómeno ha traído como consecuencia impactos negativos sobre el municipio, especialmente sobre la productividad de los cultivos a causa del stress hídrico (por deficiencia o por exceso) y así mismo sobre la población rural por la escasez de agua, desnutrición y pérdidas económicas.

Ante este evento y a partir de las proyecciones sobre los posibles efectos e impactos en Colombia, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, diseño una Estrategia Institucional dirigida a la divulgación de los riesgos que presenta el fenómeno cálido del pacífico y formuló el Plan Nacional de Contingencia del Sector Agropecuario. Las bases para su formulación contienen acciones orientadas prioritariamente a la prevención,

mitigación y atención de los efectos que generen dicho fenómeno; así mismo permite planificar hacia el futuro las acciones tendientes al mejoramiento continuo de las metodologías y tecnologías que aseguren el éxito en el manejo sostenible del sector ante la presencia de este evento recurrente.

Igualmente, con el fin de asegurar una información permanente de este evento, se creó la Red Nacional del Sector Agropecuario para el Seguimiento del Fenómeno.

A nivel municipal la Red debe actuar a través de un comité conformado por: el Director de la Umata, un representante de las organizaciones gremiales presentes en el municipio, un representante de las organizaciones campesinas, un representante de los productores y un representante de las instituciones académicas agropecuarias existentes en el municipio.

Comportamiento del clima durante el evento del fenómeno frío del pacífico (Niña)

Este fenómeno corresponde a la aparición irregular de aguas superficiales más frías que lo normal en los sectores central y oriental del océano Pacífico tropical. El enfriamiento de la superficie del mar cubre grandes extensiones y por su magnitud afecta el clima en diferentes regiones del planeta, entre ellas el territorio de Colombia.

Desde 1935 se han presentado siete eventos fríos en el pacífico tropical. De estos siete eventos fríos no aparece ninguno tan intenso como el caso de los cálidos registrados en los años 1997 – 1998. Cabe destacar el hecho de que el evento frío del pacífico de 1988-1989 no registra un índice muy bajo, pero tuvo un efecto climático muy significativo, reflejado en la ocurrencia de excedentes de lluvia importantes en gran parte del territorio nacional; pero en el municipio de Sandoná, según los datos de precipitación presentados por el IDEAM no fueron muy representativos.

Pisos Térmicos

Los pisos térmicos son áreas con características climáticas uniformes, determinadas por la altitud y la temperatura.

A pesar de que la estación Bombona que se encuentra ubicada a 1.493 m.s.n..m. no permite caracterizar adecuadamente el municipio, que cuenta con diferencias altitudinales que van desde 800 hasta 3.750 m.s.n.m. por eso se tuvo en cuenta la metodología utilizada por el IGAC para la clasificación climática por pisos térmicos, se elaboró el mapa 2. El cual muestra que para el municipio de Sandoná existen las siguientes zonas.

Piso térmico cálido

Comprende una extensión total de 395 has, que representa el 3.91 % del total de territorio de Sandoná. Este piso térmico de acuerdo al IGAC está comprendido entre alturas que van desde los 0 a los 1000 metros, con temperaturas por encima de los 24°C; en el municipio de Sandoná comprende tierras bajas situadas entre el nivel del río Guaitara a 800 m.s.n.m y los 1000 m.s.n.m. Es una franja angosta con una temperatura media de 22°C. Con una franja transicional de 400 m que presenta las mismas características: aire caliente, insolación intensa y medio ambiente sofocante. Son unas

800 hectáreas extendidas a lo largo de la ribera derecha del río Guáitara donde se encuentra sitios como el Añil, Las Delicias, Saraconcho, Plan Guaitara y El Sitio.

Piso térmico Templado

Comprende un área total de 5850 has, que representan el 57.92 % del total de territorio de Sandoná. De acuerdo al IGAC, está comprendido entre alturas que van de los 1000 a los 2000 metros sobre el nivel del mar; con predominio de temperaturas mayores a 17°C. En esta zona se concentra los principales núcleos de población, aquí se encuentra la cabecera municipal de Sandoná. Se caracteriza por la presencia de cultivos como el Café y la Caña.

Piso térmico frío

Le corresponde un área total de 2950 has, que representa el 29.21 % del total de territorio del municipio. Esta comprendido entre alturas que van desde los 2000 a los 3000 metros sobre el nivel del mar; con temperaturas que están por encima de los 12°C. Zona dedicada al cultivo de pastos y cultivos transitorios. A él pertenecen las veredas de Santa Rosa, Santa Bárbara, Alto Ingenio, Alto Jiménez y Alto Cabrera. Los principales cultivos son: papa, maíz, fríjol.

Piso térmico muy frío

Dentro del municipio de Sandoná, esta zona cubre un área total de 905 has, las cuales representan el 8.96 % del total de territorio de la zona en estudio. Está comprendida por encima de los 3000 metros de altura sobre el nivel del mar, con temperaturas inferiores los 6°C. En este piso térmico se destaca la sección de Loma Redonda y la cabecera de los ríos principales de la zona oriental.

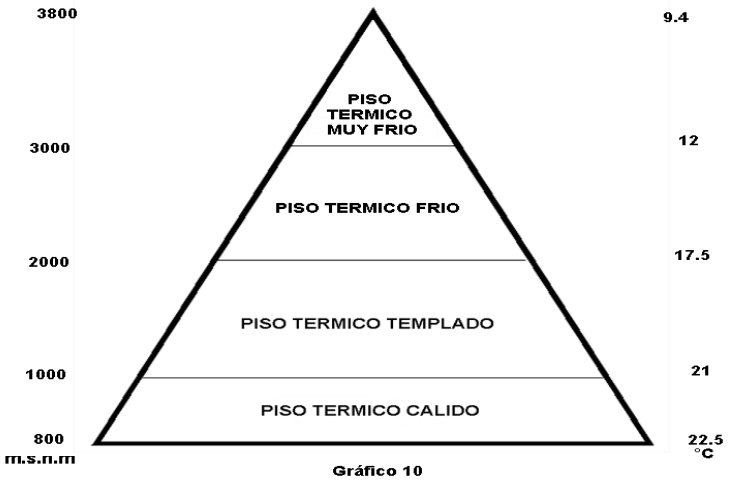


Gráfico 10

PISOS TERMICOS
MUNICIPIO DE SANDONA

5.4 ECOLOGÍA

Mediante el sistema de clasificación de las Zonas de Vida Natural del Mundo de L.R. Holdridge para el municipio de Sandoná se definieron las siguientes zonas de vida.

Bosque muy seco-tropical (bms-T)

Se localiza esta formación entre los 600 y 1.000 metros de altura, con una temperatura media de 22 ªC. El factor limitante es la falta de humedad. Comprende aproximadamente 393 has que se localizan sobre el cañon del río Guáitara. Las precipitaciones en esta zona oscilan entre los 500 y 1000 mm. En ella abundan los arbustos espinosos. Las especies más representativas se conforman entre otras de algarrobos, ceibos, guarangos, palos santos y algunos cactus.

Esta zona de vida se encuentran en las partes bajas de las siguientes veredas, cubriendo un área total de 393 hectáreas, que representan el 3.89% del total del territorio de Sandoná.

El Vergel
Bellavista
Feliciana
San Bernardo Guaitara
Dorada Guaitara
Porto Viejo

Bosque seco-premontano (bs-PM)

Cubre una extensión de 3118 hectáreas, que representan el 30.87% del territorio. Su altura está entre 1000 y 1600 m.s.n.m. La poca precipitación está regida por las condiciones orográficas locales. Los límites climáticos generales corresponden a una temperatura cercana a 24°C y un promedio anual de lluvias que varía entre 500 y 1000 mm. La vegetación natural es muy limitada y en algunos sectores es nula debido a que ha sido totalmente cambiada mediante el pastoreo, la agricultura y las quemas. Las laderas aparecen con poca cubierta arbórea., pues los terrenos se hallan erosionados. El hombre ha colaborado en destruir los bosques naturales en su afán de formar zonas de cultivos.

Se encuentra en las siguientes veredas:

El Vergel
Bolívar
Bellavista
Feliciana
San Bernardo
Saraconcho
Plan Joya
Melendez
La Cocha
Dorada Guáitara
Porto Viejo

Roma Chávez
San Francisco Alto
Las Delicias

Bosque humedo premontano (bh-PM)

Se encuentra localizado entre los 1600 y 2000 m.s.n.m, con temperatura entre los 16 y 20°C, y una humedad relativa del 60 y 70%. con precipitaciones que oscilan entre 1.000 y 2.000 mm y una humedad relativa del 60 y 70%. Comprende una extensión aproximada de 2818 has. Esta zona se caracteriza por estar su mayor parte dedicada a la agricultura de tipo transitoria y permanente. La vegetación arbórea ha sido desplazada por dicha agricultura, encontrándose únicamente bosques riparios y algunos rastrojos.

Esta zona de vida se encuentra en las siguientes veredas:

El Tambillo
Paraguay
Partes bajas de Santa Rosa y Santa Bárbara
San José
Bohorques
La Cruz de Aradas
Bolívar
San Bernardo
Altamira
La Loma
San Gabriel
Casco urbano
San Miguel
San Francisco Bajo y alto
La Regadera
San Isidro

Bosque humedo-montano bajo (bh-MB)

Se halla entre los 2000 y 3.000 m.s.n..m., con temperaturas que oscilan entre los 10 y 15°C, con una humedad relativa superior al 70%. Precipitación entre 2000 y 3000 mm al año, la evapotranspiración es media alta. En general esta zona es muy productiva, sin embargo en ella se han destruido los bosques protectores y las cuencas de los ríos presentan muchos problemas en la temporada seca.

En Sandoná, esta zona de vida posee una extensión de 2878 has, que representan el 28.50% del total del territorio. Se caracteriza por tener la mayor parte del suelo destinada a la ganadería, observándose sistemas silvopastoriles de manera tradicional.

Esta zona comprende las siguientes veredas:

- Santa Bárbara
- Santa Rosa
- Alto Ingenio

- Alto Jiménez
- Parte alta de San Isidro

Bosque muy húmedo montano (bmh-M)

Esta zona se encuentra por encima de los 3000 m.s.n.m. La precipitación promedia anual oscila entre los 2000 y 4000 mm; presenta humedad relativa alta y lluvias intensas, por lo tanto hay un exceso de agua en los meses de mayor precipitación.

Cubre una extensión de 893 has, que representan el 8.84% del total del territorio. Se caracterizada por poseer cobertura boscosa de tipo primario y secundario, encontrándose en las siguientes veredas:

Parte alta de Santa Rosa
Parte alta de Santa Bárbara
Parte alta del Alto Ingenio

5.5 CLIMATOLOGÍA

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

ESTACION: 52055030 BOMBONA **FECHA- INSTALACION 1968-SEP** **MUNICIPIO CONSACA** **CORRIENTE GUAITARA**	**ESTACION : 52050040 SANDONA** **FECHA-INSTALACION 1963-SEP** **MUNICIPIO SANDONA** **CORRIENTE GUAITARA**

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

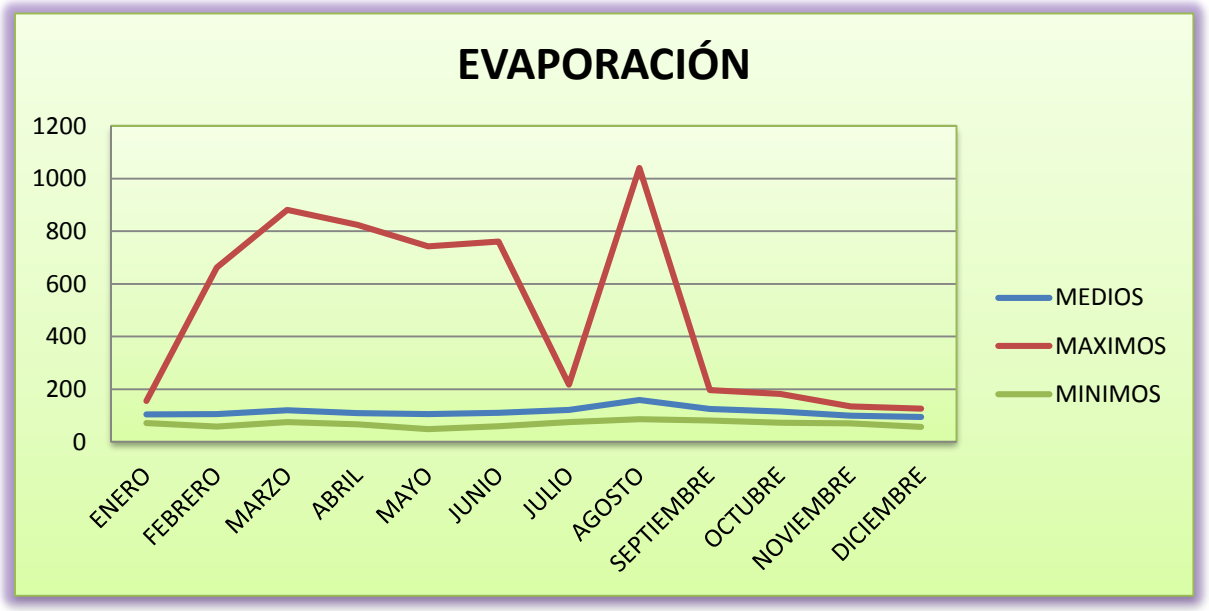
Cabe mencionar que la estación se encuentra ubicada dentro del área de influencia de las quebradas Belén y Magdalena, lo cual permite contextualizar de manera más precisa las condiciones climáticas de la Subcuenca.

Evaporación

El término evaporación es definido dentro del ciclo hidrológico como el proceso físico consistente en el paso lento del estado líquido al estado gaseoso del agua en función de la temperatura transferido a la atmósfera desde la superficie terrestre, además se refiere, en climatología al agua transferida a la atmósfera a partir de las superficies libres de agua; La transferencia de vapor de agua a la atmósfera se denomina transpiración. El agua se pierde de la superficie del suelo por la evaporación, bajo la influencia de una serie de

factores como son la capacidad de la atmósfera para absorber al vapor de agua, la condición de la superficie del suelo, la cantidad de agua presente en las capas superficiales y que está sujeta a evaporación, y la capacidad de retención de humedad de las capas profundas. La evaporación es un proceso físico continuo por medio del cual el agua, a una temperatura inferior al punto de ebullición, cambia del estado líquido al de vapor. Esta transferencia del vapor del agua puede ocurrir desde superficies libres de agua, gotas en las nubes o neblina, pequeñas películas depositadas en sólidos, tales como partículas de suelo e igualmente desde la superficie foliácea de las plantas terrestres o acuáticas.

Figura 4. Valores Mensuales De Evaporación

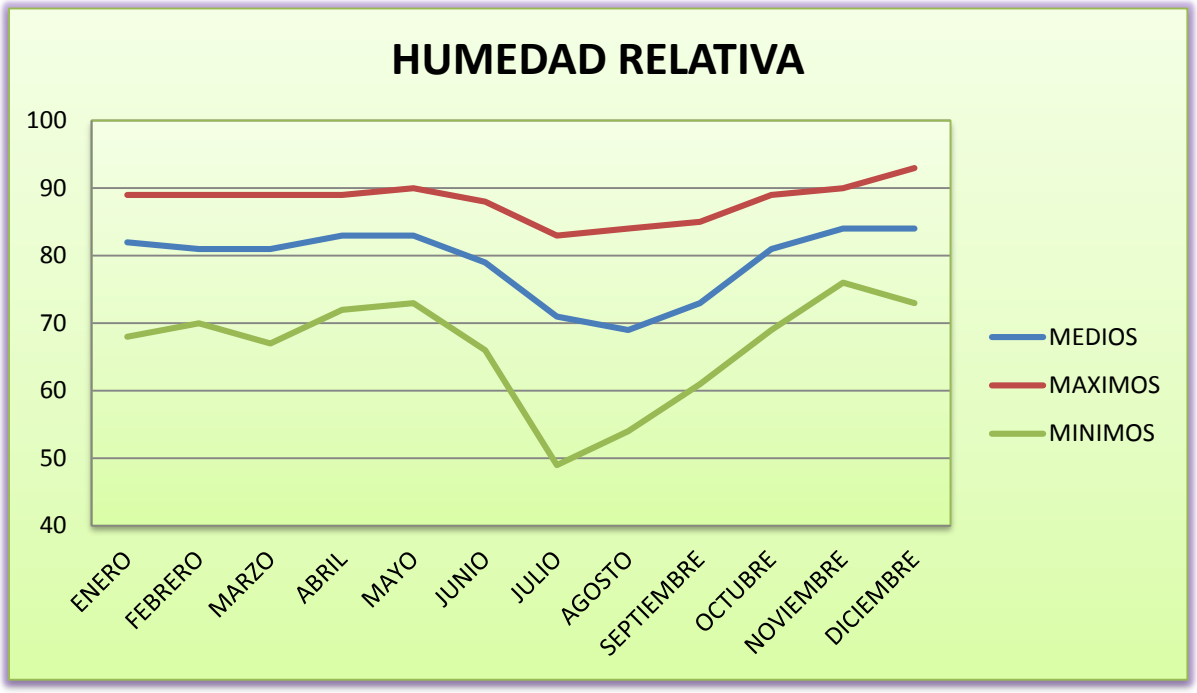


- **Humedad Relativa**

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

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

Figura 5. Valores Mensuales De Humedad Relativa



- **Precipitación**

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

Figura 6. Valores Mensuales De Precipitación

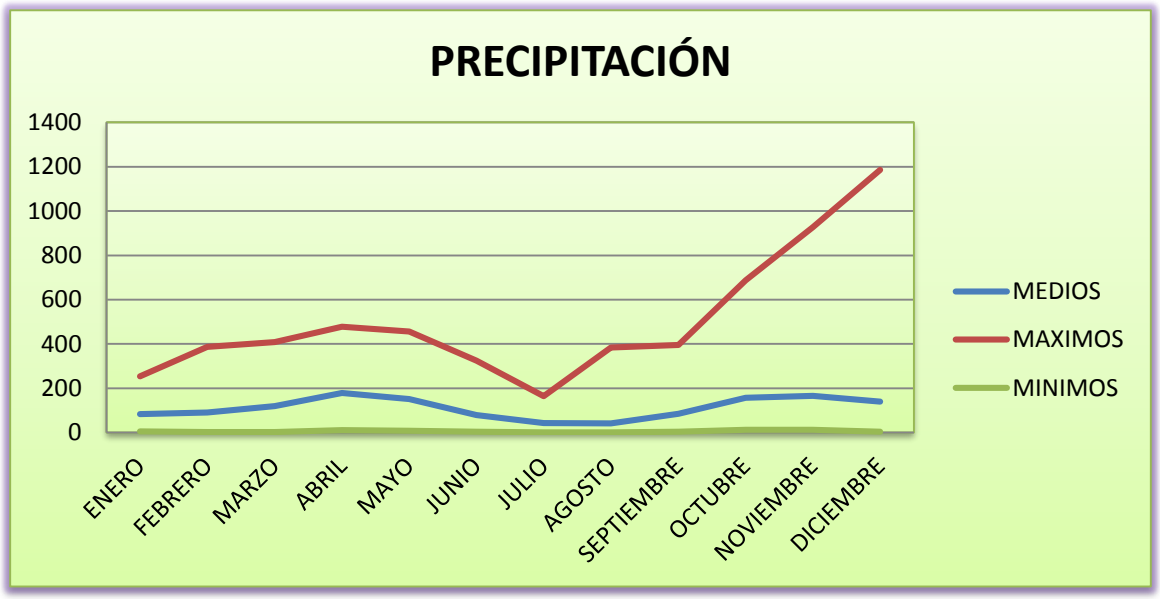
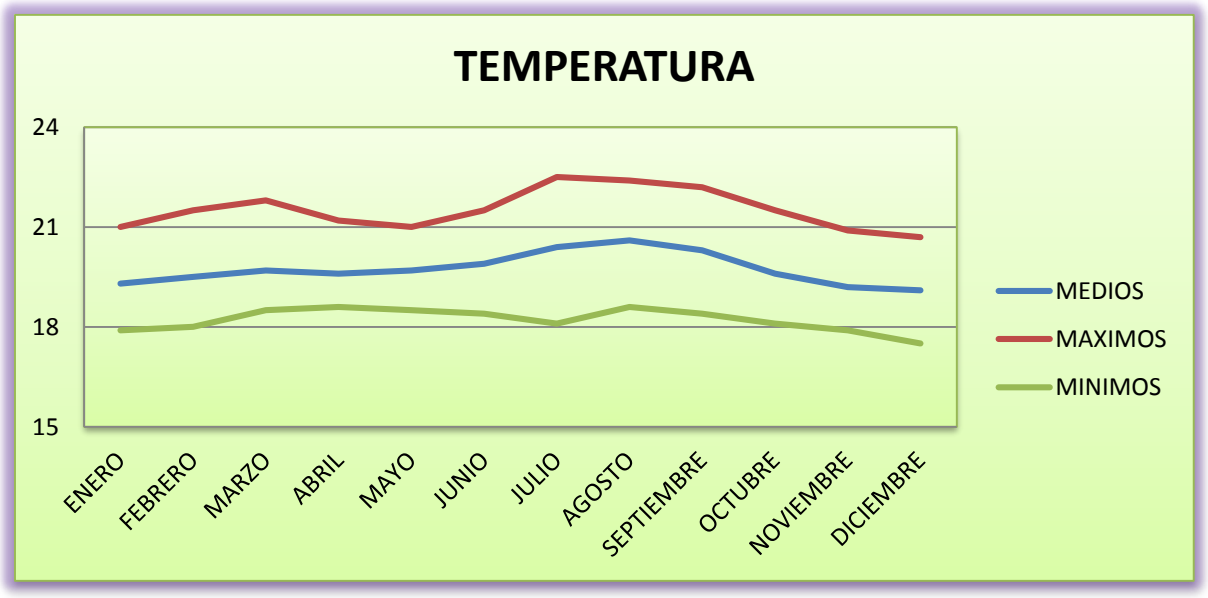


Figura 7. Valores Mensuales De Precipitación



5.6 HIDROLOGÍA

5.6.1 Microcuencas Y Fuentes Abastecedoras Del Municipio De Sandoná

Cuadro 15. HIDROLOGIA - MUNICIPIO DE SANDONA

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCAS	AREA (Has)	%	UNIDAD DE MANEJO HIDRICO	AREA (Has)	%
GUAITARA	CHACAGUAICO	1. Loma Redonda	459	7.32	A. Chacaguaico I	360	9.40
		2. Santa Rosa	794	12.66	B. Los Robles	210	5.48
		3. Pata Chorrera	553	8.82	C. La Cernidera	160	4.18
		4. El Ingenio	1369	21.83	D. Chacaguaico II	110	2.87
		5. El Bosque	490	7.81	E. El Yumbo	330	8.62
					L. Chacaguaico III	70	1.83
	HONDA - SAN JUAN	6. La Taguada	369	5.89	H. San Juan I	140	3.66
					I. San Juan II	330	8.62
					J. Las Juntas	655	17.10
		7. Feliciana	370	5.90	F. El Cajón	860	22.45
		8. Saraconcho	1272	20.29	G. Guaitara I	525	13.71
		9. Careperro o Magdalena	594	9.47	K. Guaitara II	80	2.09
TOTAL			6270	100.00	TOTAL	3830	100.00

Fuente: este estudio

El territorio de Sandoná forma parte de la gran cuenca del río Guáitara, extendida de sur a norte en unos 4000 km^2 por el centro de la región montañosa de Nariño. Su riqueza agrícola y ganadera ha sido el incentivo para el desarrollo de la mayoría de los municipios de Nariño, Ipiales, Cuaspud (Carlosama), Cumbal, Potosí, Pupiales, Iles, Funes, Sapuyes, Imués, Ospina, Tuquerres, Guaitarilla, Tangua, Yacuanquer, Santacruz, Consacá, Ancuya, Linares, el corregimiento de Tabiles (Linares), Samaniego, Sandoná, La Florida, El Tambo, el corregimiento del Peñol y Sotomayor.

El río Guáitara nace en el volcán nevado de Chiles con el nombre de río Carchi trayecto que sirve de límite entre los paises de Colombia y el Ecuador. En su recorrido de 144 km forma un raudo torrente que abre una profunda fisura sobre los Andes, la cual marca la separación entre las cordilleras Centro oriental y occidental. Por este cañón estrecho de escarpaduras exasperantes que alcanzan hasta 1000 m de altura, se dirige hacia el norte recibiendo a su paso el tributo de los ríos Tescual, Angasmayo, Tellez, Cariaco, Río Bobo, Azufral, El Salado, El Barranco, San Pedro y Molinoyaco, por el lado derecho. El Gúaitara tiene un rendimiento promedio de 20 litros por segundo por cada kilómetro cuadrado de su cuenca y, al desembocar, deposita en el río Patía un caudal de 80 m^3 por segundo.

El municipio de Sandoná, comprende las Subcuencas del río Chacaguayco, la quebrada Honda o San Juan y tres escurrimientos directos correspondientes a las microcuencas de la quebrada La Feliciana, Saraconcho o El Cucho y Careperro o Magdalena, que se

constituyen en el depósito final de las aguas de los ríos y quebradas tributarias, consideradas de importancia para el municipio, por sus caudales y recorrido, además permiten identificar las correspondientes Microcuencas y Unidades de Manejo Hídrico (Ver cuadro 3 y mapa 4).

A la Subcuenca del río Chacaguaico, corresponden las siguientes microcuencas:

- Loma Redonda
- Santa Rosa
- Patachorrera
- El Ingenio
- El Bosque

Cada una con su correspondiente sistema de drenaje. También se localizan aquí las siguientes Unidades de Manejo Hídrico:

- Chacaguaico I
- Los Robles
- La Cernidera
- Chacaguaico II
- El Yumbo
- Chacaguaico III

Cada una con sus correspondientes afluentes.

A la Subcuenca de la quebrada Honda o San Juan, le corresponde la microcuenca Quebrada La Taguada, con su correspondiente sistema de drenaje. También se localizan aquí las Unidades de Manejo Hídrico denominadas: San Juan, San Juan I y Las Juntas, cada una con sus correspondientes afluentes.

Sobre la cuenca del río Guáitara, se tienen tres microcuencas cuyos cauces principales desembocan directamente sobre el río Guáitara.

- La Feliciana
- Saraconcho y/o El Cucho
- Careperro o Magdalena

Cada una con su correspondiente sistema de drenaje. También se localizan aquí las Unidades de Manejo Hídrico denominadas: El Cajón y Río Guáitara, sin afluentes.

Cabe anotar, que se define como Unidad de Manejo Hídrico, cuando los ríos y/o quebradas de un territorio determinado tributan directamente sobre la cuenca o subcuenca, sin identificarse un afluente principal, sin estar inmersa a una microcuenca delimitada y/o porque existen otros afluentes que pertenecen al municipio vecino. Por tanto la Unidad de Manejo Hídrico es jurisdicción municipal, que conforma una microcuenca con la Unidad de Manejo Hídrico del municipio vecino; en tal sentido, si la Unidad de Manejo Hídrico conforma una microcuencas intermunicipal, se requiere o amerita un manejo concertado entre las Administraciones comprometidas y, cuando

tributa directamente sobre la Cuenca o Subcuencas, es de manejo con criterio propio del municipio.

Caracterización de las microcuencas

Microcuenca quebrada Loma Redonda

Esta microcuenca hace parte del corregimiento de Santa Bárbara. Posee un área de 459 hectáreas. El cauce principal de esta microcuenca se denomina Quebrada Loma Redonda y desemboca en el río Chacaguaico y tiene como afluente la quebrada Arrayanal. Esta microcuenca tiene un perímetro de 10.5 kilómetros y una longitud axial de 4.3 km; el análisis morfométrico demuestra que tiene alta susceptibilidad a la torrencialidad, presentado una forma de oval redonda a redonda.

Las partes altas de esta microcuenca esta cubierta por pastos naturales, chaparros y algunos reductos de bosque secundario y primario. En la parte media predominan igualmente los pastos, destacándose el uso de especies forestales como el Eucalypto en sistemas silvopastoriles y Pinllos, Guarangos, Siete Cueros a manera de cercos vivos.

De acuerdo a los recorridos de campo, se pudo constatar que en los bosques primarios y secundarios de esta microcuenca se destacan las siguientes especies forestales: Motilón Silvestre, Laurel de Cera, Amarillo, Guayabillo, Mate, Pino Colombiano, Cedro Rosado, Sachapanga, Asnapanga, Sindayo, Arrayan, Aliso, Chilco, Manduro, Sauquillo, Pumamaque, Cedro, Guarango, Pucayanta y Motilón Dulce. Como especies presionadas por el uso maderable y dendroenergético sobresalen: Laurel, Cedro Rosado, Pino Colombiano, Sachapanga y Asnapanga.

De acuerdo a la comunidad asentada en la zona, las especies de fauna que aún existen son:

Mamíferos: Ardillas, Zorros, Lobos, Erizos, Armadillos, Raposas, Chucures, Conejos.

Aves: Torcazas, loros, Mirlas, Aguilas, Pavas, Buitres, Curiquingas, Tórtolas, Golondrinas, Colibríes, Carpinteros, Curillos, Quindes, Garrapateros, Azulejos, Monjas, Araganes. Se destaca como especies raras las Curiquingas y presionadas los Curillos, Pavas, Colibríes, Tórtolas y Monjas.

Reptiles: serpientes: Coral, Gata, Rabo de Ají, Verde y Foba.

Peces nativos: el Barbudo, el cual se lo encuentra especialmente en la quebrada Loma Redonda.

Esta zona presenta suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas, muy profundos, bien drenados, de relieve quebrado a fuertemente quebrado con pendientes entre 25 - 50% y mayores.

Presenta problemas de erosión de suelos debido a la ampliación de la frontera agropecuaria, a la explotación del carbón y al uso de leña como combustible, al mal uso de los matamalezas, a las quemas y a la falta de sensibilización ambiental.

En esta microcuenca la principal actividad económica es la agricultura, destacándose los cultivos de: Maíz, Fríjol, hortalizas y Pastos naturales (kikuyo, falsa poa y trébol) para ganadería en la zona fría; y el Café, Plátano, Yuca, Fríjol, Tomate, Piña, Cítricos y Granadilla en la parte media y baja; se destaca la presencia de la Umata en la capacitación de los agricultores en el manejo técnico de estos cultivos. La comunidad asentada en esta microcuenca también se dedica a la crianza de especies menores como los cerdos y cuyes, actividades que de alguna u otra forma ayudan a satisfacer las necesidades económicas de subsistencia.

Como alternativas viables que se concertaron con la comunidad asentada en esta microcuenca para el manejo racional de los recursos naturales están:

- Reforestación protectora de la zona de nacimientos.
- Educación ambiental
- Dar a conocer a la comunidad sobre el Certificado de Incentivo Forestal.
- Establecimiento de viveros comunitarios
- Establecimiento de plantaciones dendroenergéticas
- Establecimiento de sistemas Silvopastoriles.

5.6.2 Microcuenca Quebrada Santa Rosa.

La microcuenca Santa Rosa posee un área de 794 hectáreas, en esta zona se halla asentado el corregimiento de Santa Rosa. Como principales características morfométricas se destaca lo siguiente: tiene un perímetro de 14.1 km. y una longitud axial de 5.1 km.; su forma es oval redonda a redonda, presentando alta susceptibilidad a la torrencialidad; el cauce principal de esta microcuenca se denomina Quebrada Santa Rosa, a la cual confluyen 8 quebradas destacándose la quebrada el Cajón y quebrada el Túnel.

La quebrada Santa Rosa abastece al acueducto comunal de Santa Rosa Centro, al cual tienen acceso un total de 71 viviendas; a dicho acueducto le entra un caudal de 2.6 lts/sg.

La microcuenca Santa Rosa presenta una zona de nacimientos cubierta especialmente por chaparros y pastos naturales; no existen áreas cubiertas de bosque natural primario. En los chaparros se suelen encontrar especies forestales como: Encino, Motilón, Zarza, Pino, Ciprés y Eucalypto; en linderos es común observar el Quiebrabarrigo y el Pinllo; como sistemas agroforestales son muy utilizados el Nogal y el Guamo, el Eucalypto es manejado es sistemas silvopastoriles; las especies más utilizadas para madera y leña son el Eucalypto y el Motilón.

Con respecto a la fauna silvestre en esta zona del municipio de Sandoná, de acuerdo a la comunidad, se han observado las siguientes especies:

Mamíferos:

Abundantes: Comadrejas, Raposas y Zorros
Raros: ardillas y conejos
Representativos: la Ardilla

Aves:

Abundantes: Gavilán, Torcazas y Loros
Raros: Garzas, Buitres y Halcones
Representativos: las Torcazas

Peces:

Como peces nativos que suelen encontrarse especialmente en la quebrada Santa Rosa se encuentra el pez denominado Barbudo.

Reptiles:

Se destacan las serpientes: Ciega, Coral, Equis, Gata y Cazadora.

En esta microcuenca se presentan como problemas ambientales: la deforestación a causa de la ampliación de la frontera agropecuaria; el deterioro del suelo debido a las quemas, excesivo uso de matamalezas, a y las prácticas inapropiadas de manejo del suelo; también se presentan problemas de contaminación por el mal manejo de basuras y a la falta de alcantarillados y pozos sépticos.

Como actividades socioeconómicas de las personas asentadas en esta microcuenca se destacan la agricultura, la ganadería y las artesanías.

Dentro de la agricultura, sobresalen los cultivos de café y las hortalizas. La ganadería es la segunda base económica de la población de la zona, se maneja especialmente la raza criolla para producción de leche en pasturas naturales. Las artesanías en Paja Toquilla también es una actividad que genera ingresos económicos pero muy bajos, es una tradición familiar, a la cual se dedican especialmente las mujeres; en el corregimiento Santa Rosa se producen alrededor de 700 sombreros elaborados en paja toquilla, los cuales son comercializados en el casco urbano de Sandoná.

Como actividades de manejo que se concertaron para esta microcuenca están las siguientes actividades:

- Compra de tierras en zonas de nacimiento
- Realizar campañas de reforestación de tipo: protectora, protectora-productora
- Establecer actividades de educación ambiental dirigida tanto a niños, jóvenes y adultos.
- Asistencia técnica a los agricultores sobre técnica de cultivos y de manejo de suelos.
- Efectuar un manejo integral de las basuras.
- Que la Umata ejerza labores de control y vigilancia de los recursos naturales del municipio.
- Prohibir la cacería de animales silvestres.

5.6.3 Microcuenca Pata Chorrera

Es una microcuenca que tiene un área total de 553 hectáreas, comprendida entre los 1500 y 3000 m.s.n.m; el cauce central o principal se denomina quebrada Patachorrera.

De acuerdo al análisis morfométrico, tiene un perímetro de 18.1 km., una longitud axial de 6.9 km., y una forma oval oblonga a rectangular, indicando baja susceptibilidad a las crecidas.

No hay presencia de bosques naturales, al igual que las anteriores microcuencas, en esta se suele encontrar pequeños chaparros y algunos reductos de bosque secundario alrededor del cauce principal; la zona de nacimiento se caracteriza por tener una cobertura de pastos naturales destinado a la explotación ganadera; en la parte baja se destaca el cultivo de café.

Las especies forestales y arbustivas que se encontraron en esta microcuenca son: Pinllo, Cordoncillo, Piarán, Chamico, Sauco, Pata de Gallo, Encenillo, Albarracin y Marco.

Se presentan problemas de erosión debido a las quemas, técnicas inapropiadas de manejo y conservación de suelos y contaminación de las fuentes hídricas por la falta de alcantarillados y pozos sépticos.

Las actividades socioeconómicas que se destacan en esta microcuenca son: la agricultura y la ganadería.

5.6.4 Microcuenca El Ingenio

Con un área de 1369 hectáreas, se constituye en la microcuenca más grande e importante para el municipio de Sandoná; está comprendida entre las cotas de los 1300 y 3000 m.s.n.m. Tiene como cauce principal la quebrada el Ingenio, a la cual le confluyen 14 afluentes que en su mayoría no se les conoce ningún nombre. En ésta se encuentra asentado el corregimiento de El Ingenio.

De acuerdo al análisis morfométrico, tiene un perímetro de 24.4 km., una longitud axial de 10.5 km. y una forma oval redonda a redonda, la cual demuestra alta susceptibilidad a la torrencialidad.

Se ha determinado que el caudal del cauce principal en los últimos 18 años se ha mermado en un 70%, esto debido a los problemas de deforestación que ha traído la ampliación de la frontera agropecuaria.

La quebrada principal de esta microcuenca abastece de agua a tres acueductos: Alto Jimenez, Casco Urbano de Sandoná y Acueducto Regional; también el agua de esta microcuenca es utilizada para generar energía eléctrica para el corregimiento del Ingenio, por medio de una planta que funciona desde 1962.

De la cota de los 2000 metros hacia abajo, en la microcuenca El Ingenio se presentan graves problemas de erosión de los suelos debido a:

- Monocultivo
- Prácticas inapropiadas de manejo de suelos.
- Ganadería
- Poca presencia institucional en capacitación de manejo adecuado de los suelos.
- Deforestación.
- Fuertes pendientes.

De la cota de los 2000 metros hacia arriba el suelo está cubierto en su mayor parte por pastos naturales; y en las partes bien altas el suelo está cubierto de bosque secundario y pajonales. La microcuenca El Ingenio no posee bosques primarios,existen solamente bosques secundarios en las partes altas y bosques de galería a lo largo de los márgenes de las diferentes quebradas.

Las especies forestales que predominan en esta microcuenca son:

Motilón	Higuerón
Chicharrón	Silvador
Moquillo	Chuchapanga
Encino	Quillotocto
Eslabón	Eucalypto
Matial	Acacia
Arrayán	Cujaco
Guarango	Pinllo
Aguacatillo	Laurel de cera
Cedrillo	Guayabillo
Amarillo	Helecho
Mote	Tintamullo
Mano de oso	Rayo
Morochillo	Pichuelo
Pelotillo	Yuco
Pumamaque	Chicharrón
Baboso	Campanillo
Higuerón	Flor de mayo
Nacedero	Siete cueros
Ortigo	Floripondo
Urapán	Yarumo

Corponariño ha efectuado hace algunos años una reforestación de tipo protectora en las partes altas de la microcuena; también actualmente en la parte media se cuenta con una hectárea para ser reforestada (en predios de Rosalba Santacruz y Gustavo Navarro).

De acuerdo a la población asentada en la zona, las especies faunísticas que aún predominan son: ardillas, tabacuya, pavas, chiguacos y torcazas. Las especies presionadas o en peligro de extinción son: tejón, erizos, paletón, garrapateros y loros. Los venados ya han emigrado.

Como actividades socioeconómicas se destacan la agricultura con los cultivos de café y caña, y la ganadería para la producción de leche. En estos sectores productivos actualmente se están presentando algunos problemas como: la incidencia de plagas y enfermedades, inestabilidad de los precios de los productos, el contrabando y especialmente la falta de asistencia técnica.

En esta zona existen dos áreas con potencial turístico, estas son las denominadas:

- Piedrachura: es una piedra indígena ubicada en la vereda Bohorques, se cree que en esta piedra los indígenas realizaban cultos a sus dioses.

- Las Tulpas: son tres piedras grandes en forma de un fogón, el cual era utilizado por los soldados en la época de la colonia para cocinar los alimentos.

Las actividades que de una manera concertada se acordaron para esta microcuenca son:

- Comprar lotes en áreas de nacimiento de la microcuenca para ser reforestados.
- Campañas de educación ambiental.
- Construcción de alcantarillados para disminuir los problemas de contaminación de las fuentes de agua.
- Programa de viveros comunitarios.
- Programa de manejo integral de residuos sólidos.

5.6.5 Microcuenca El Bosque

Posee un área de 490 hectáreas, comprendida entre los 1000 y 1800 m.s.n.m; al cauce principal le confluyen 9 afluentes uno de los cuales se denomina quebrada El Bosque. De acuerdo a las características morfométricas, esta microcuenca presenta un perímetro de 9.5 km., una longitud axial de 3.4 km., y una forma Oval redonda a redonda, indicando alta susceptibilidad a la torrencialidad.

En esta microcuenca se encuentra asentado el corregimiento de Bolívar.

De acuerdo a los recorridos de campo, se pudo constatar que la parte alta de esta microcuenca y los nacimientos de todos sus afluentes, se encuentran totalmente deforestados, ya que estas zonas están dedicadas exclusivamente a los cultivos de café, caña, plátano y frutales; solo en pequeños sectores se puede observar algunas manchas de chaparros bajos. Se presentan serios problemas de contaminación de los afluentes hídricos a causa de la falta de alcantarillado, asi mismo se presenta el mal manejo de basuras y de los residuos del beneficio del cultivo de café.
La mayor parte de los suelos de esta microcuenca se encuentran deteriorados y erosionados debido a:

- Cambios climáticos
- Monocultivo
- Prácticas inadecuadas de conservación de suelos
- Inadecuadas técnicas de cultivos
- Quemas de la zocas de la caña
- Tala de árboles
- Presencia de las fallas geológicas

Las especies forestales que se lograron identificar son: Balso, Matial, Guamo, Guayacán, Moquillo, Rayo, Cascarillo, Pinllo, Nacedero, Mayorquin, Cujaquillo, Higuerón, Acacia, Cucharo, Manzanillo, Urapan, Nogal, Guayacán amarillo, Palo León, Arrayán, Mote, Campanillo, Caspe, Sauce, Olivo Cedro y Nacedero.

De estas especies, de acuerdo a los talleres con la comunidad asentada en la microcuenca, las más utilizadas para leña son: Eucalipto, Guabo, Balso, Guayacán, Mayorquín, Cujaquillo, Higuerón, Acacia, Cucharo y Manzanillo. Para madera se utiliza: Eucalypto, Guayacá, Balso y Acacia.

Como especies presionadas o en peligro de extinción por ser muy buscadas para madera y leña encontramos: Guayacán amarillo, Palo León, Arrayán, Eslabon, Higuerón, Mote, Cucharo, Campanillo, Caspe, Sauce, Olivo, Nogal, Cedro y Nacedero.

Con respecto al recurso fauna, se tiene reporte que en la zona se han podido observar las siguientes especies:

- Mamíferos: Ardillas, Zorros, Raposas, Oso Hormiguero, armadillo, pintadilla y Tejón.

- Aves: curillos, azulejos, gorriones, loros, chiguacos, chamón, pechiamarillos, miranchuros, torcazas, collarejos, mirlas, perdices y carpinteros; de los cuales los más abundantes son los gorriones y los chiguacos.

Especies presionadas: armadillo, pintadilla, oso hormiguero, torcazas, collarejas, azulejos, mirlas y perdices.

La base de la economía de las personas que habitan en esta microcuenca es la agricultura y las artesanías en paja toquilla. En el sector agrícola se destaca como principal renglón productivo el cultivo de caña y en segundo lugar el café. La actividad artesanal en paja toquilla tiene serios inconvenientes como los precios muy bajos de los productos, no hay apoyos ni incentivos para las artesanas, no existe comercialización directa de las artesanías; todo esto hace que no sea una labor muy rentable, sin embargo las pocas ganancias obtenidas son destinadas para la canasta familiar.

5.6.6 Subcuenca quebrada Honda

El cauce principal de toda la subcuenca honda se denomina Quebrada Honda-San Juan; esta nace con el nombre de quebrada el Común en la cuchilla Calabozo que limita los municipios de Sandoná y Consacá, baja por el terreno escarpado hasta donde se le une la quebrada Espamate y entre los dos, forman la quebrada Honda, nombre que conserva hasta la intersección con la quebrada Taguada, punto donde se inicia el trayecto denominado San Juan.

El enlace longitudinal de las tres quebradas tienen unos 16 km. que sirven en su totalidad como límite meridional. Baja con una pendiente media total de un 16%, llevando un caudal que supera los 200 litros por segundo.

Los principales afluentes son las quebradas Espamate y Sibundoy, por la margen izquierda; y la quebrada la Taguada por el lado del municipio de Sandoná.

5.6.7 Microcuenca La Taguada

Tiene un área total de 369 hectáreas; sobre esta microcuenca se halla asentado el corregimiento de San Miguel; se localiza entre los 1400 y 2400 m.s.n.m.

De acuerdo a la caracterización morfométrica, esta microcuenca tiene un perímetro de 9 km. una longitud axial de 2.6 km. y una forma oval redonda, lo cual demuestra que es altamente susceptible a la torrencialidad.

El cauce principal se denomina quebrada Taguada, que inicia en la sección de San Isidro, a 1950 metros de altura; después de recorrer unos 3.5 km. desemboca en la quebrada Honda.

En la parte alta de esta microcuenca, exactamente en la vereda San Isidro es posible encontrar una amplia zona cubierta por bosque natural secundario. Los márgenes de la quebrada Taguada tanto de la parte media y baja está totalmente deforestado; además se presenta problemas de contaminación de aguas por el mal uso de los agroquímicos, por la ceniza de los trapiches, por el mal manejo de las basuras, filtración de aguas negras de los pozos sépticos, por el mal manejo de los residuos del beneficio del café y por excretas de animales.

En esta microcuenca también podemos encontrar algunos arroyos o manantiales, los cuales son fuentes de abastecimiento para algunos acueductos veredales como son:

- Manantial san Isidro alto: abastece a 37 familias de san Isidro
- Manantial San Isidro medio: abastece a 12 familias de San Isidro
- Manantial San Isidro bajo: abastecer a 18 familias de San Isidro
- Manantial la Regadera: abastece a 33 familias de la vereda La Regadera

Con respecto al uso actual del suelo, como se mencionó, la parte alta esta cubierta por bosque secundario, la parte media y baja se caracteriza por presentar monocultivos de café y caña.
Las especies forestales y arbustivas que se encuentran en esta zona son:

- Pichuelo - Eslabón - Aguacatillo - Moquillo - Guarango - Carrizo - Arrayan - Urapán - Cucharo - Eslabón	- Motilón - Eucalypto - Matial - Chilca - Encino - Ciprés - Quillotocto - Moquillo - Balso - Acacia

- Las especies usadas para madera son: Eucalypto, Ciprés, Encino, Quillotocto, Moquillo, Cucharo, Pichuelo, Balso y Acacia.

- Las especies usadas para leña son: Matial, Eucalypto, Eslabón y Motilón.

En lo que se refiere a la fauna, de acuerdo a la comunidad asentada en esta microcuenca, podemos encontrar las siguientes especies:

Mamíferos:

Abundantes: raposas, ardillas, zorrillos, tejón, chucur, conejo silvestre y armadillos.
Raros: irizos y micos

Representativos: perro lobo y el chucur.

Aves:

Abundantes: gorriones, tórtolas, cucaracheros, mirlas, chiguacos, colibri, pacungueros, carpinteros, quindes, golondrinas, loros, achoteros, azulejos, catalinos y toriadores.
Raros: curillos, miranchuros, mirlas, perdices y pavas.
Presionados: curillos

Peces:

Nativos: Jaboncillo, Sardinas y Cabezón
Exóticos: Trucha, cachama, Tilapia, Carpa Roja y Bocachico.

La comunidad manifiesta que existe alta presión sobre las especies de fauna silvestre, sobre todo sobre algunas aves, las cuales son muy perseguidas muchas veces por deporte.

Se manifiesta la microcuenca presenta suelos deteriorados y erosionados, debido especialmente al monocultivo. Se trabaja bastante con abonos químicos como son: 10-30-10, 15-15-15 y 13-26-6; se aplica bastante Urea y herbicidas a base de Glifosato como el Roundup y el Aniquil.

De manera esporádica se trabaja con análisis de suelos. No existe motivación de los agricultores en recibir capacitaciones en manejo de suelos, a pesar de que la Umata y Fedecafé ha intentado realizar este tipo de actividades.

Se conocen como actividades de coservación de suelos, la curva a nivel y la siembra en contra de la pendiente.

La base de la economía de los habitantes de esta zona del municipio de Sandoná, se basa en la agricultura y en las actividades pecuarias como la ganadería y la piscicultura. En la agricultura sobresalen en orden de importancia los siguientes cultivos:

- Caña
- Café
- Fríjol
- Maíz
- Plátano
- Yuca
- Tomate de carne

Y como actividades pecuarias se destacan: la ganadería, la piscicultura, porcicultura y en menor escala la producción de cuyes.

Las artesanías en paja toquilla, también representan beneficios económicos, sobre todo para solventar algunas necesidades alimentarias.

Las actividades encaminadas a darle un buen manejo a esta microcuenca son las siguientes:

- Que Parques Nacionales amplíe la cobertura del Santuario de Flora y Fauna Galeras hasta la cota de los 2700 metros.
- Establecer un proyecto de compra de tierras para reforestar bajo los siguientes criterios:
- En acueductos grandes hasta más de una hectárea.
- En acueductos pequeños hasta más de ¼ de hectárea.
- En los márgenes de las quebradas como máximo hasta 5 metros de lado y lado.
- Mejorar la red vial para que la comunidad tenga acceso a los servicios de gas y así disminuir la presión sobre los bosques naturales en busca de energía.
- Dotar a la Umata con los recursos necesarios para que cuente con personal encargado de la vigilancia y control de los recursos naturales.
- Que el concejo cree un decreto en el cual se cobre un impuesto al consumo de combustible de madera y se reinvierta en la conservación de las microcuencas.

5.6.8 Microcuenca La Feliciana

Esta microcuenca tiene un área total de 370 hectáreas, está localizada entre los 1000 y 1600 metros sobre el nivel del mar. El análisis morfométrico indica que tiene un perímetro de 7.8 km, una longitud axial de 2.6 km. y una forma Oval redonda a redonda, además nos muestra que presenta alta susceptibilidad a la torrencialidad.

El cauce central o principal se denomina quebrada la Feliciana, la cual inicia en las faldas de la loma del mismo nombre, baja por bruscas pendientes, recogiendo el agua de escurrimientos cortos, especialmente de dos quebradas que le surten por la izquierda. En su recorrido hasta el río Guáitara de unos 3.4 km. forma un lecho fragoso y angosto, de escaso rendimiento.

En lo que se refiere al uso actual del suelo de esta microcuenca, encontramos que en la parte alta se destaca los cultivos de Caña, Café, Maíz y Pastos; mientras que en la parte media y baja presenta suelos con cobertura de pastos naturales enmalezados.

Al igual que en otras microcuencas, ésta también presenta problemas de deforestación, contaminación y mal manejo del suelo.

En esta microcuenca no es posible encontrar bosques primarios ni secundarios, se observan pequeños chaparros de manera dispersa, donde sobresalen las siguientes especies: Nacedero, Matial, Guayacán, Pichuelo, Eslabón, Guamo de Montaña, Balso, Higuerón, Nogal, Urapán y Moquillo. Se manifiesta que las especies Guayacán, Urapán y Mate se están extinguiendo debido a que son muy perseguidas por sus cualidades maderables.

La Fauna silvestre es un recurso a la cual la comunidad no representa importancia, ya que de acuerdo a los talleres, se determinó que hay presión sobre ésta; sin embargo en esta zona aún existen las siguientes especies:

Especies abundantes: raposas, zorros, chucures, perros lobos, comadrejas y golondrinas, Chiguacos y rtolas

Especies raras: culebra coral, curillos, torcazas y perdices.

La base de la economía de los habitantes de esta microcuenca se centra especialmente en el sector agropecuario y manufacturero.

En el sector agrario se destacan los cultivos de: Caña, Café, Plátano, Yuca, Maíz, Fríjol, Naranja, Limón y Mandarina. En este sector los principales inconvenientes son: la inestabilidad de los precios, especialmente de la panela y el café; el contrabando, la falta de créditos agrarios, la falta de asistencia técnica y las plagas y enfermedades.

- En el sector pecuario se destacan pequeñas explotaciones familiares de Cerdos, Ganado vacuno, Cuyes y Conejos.
- Con la participación de la comunidad, se plantearon las siguientes acciones encaminadas a darle un manejo sostenible a la microcuenca La Feliciana:
- Fomentar las reforestaciones de tipo protector, protector-productor y productor.
- Concertar con la comunidad la manera de adquirir los lotes para reforestar.
- Campañas de sensibilización ambiental
- Establecimiento de viveros comunitarios.
- Sistemas agroforestales
- Exigir mayor presencia de Corponariño como entidad encargada de la vigilancia y control de los recursos naturales.
- Se debe reubicar el actual botadero de basura del municipio.
- Prohibir la quema de los residuos de la caña
- Establecer un programa de manejo integral de residuos sólidos.

5.6.9 Microcuenca Saraconcho o el Cucho

Posee una extensión de 1272 hectáreas, comprendida entre los 1000 y 2300 metros sobre el nivel del mar; en esta microcuenca se halla asentada la cabecera municipal y el corregimiento de San Bernardo.

Tiene como quebrada principal la quebrada denominada el Cucho; la cual nace en las inmediaciones del área por el lado izquierdo del carreteable que se dirige a San Gabriel. Bordea la loma el Naranjo donde se levanta el balneario “La Cumbre” y en este recodo se le une un afluente que se origina en el potrerillo, más arriba del cementerio, la cual fluye hacia el norte; desde aquí sigue su trayecto por los terrenos de la vereda la Joya y, a medio camino, se acrecienta con la entrada de la quebrada San Bernardo; más adelante le confluye la quebrada Potrerillo, punto donde comienza a tomar el nombre de Saraconcho.

De acuerdo al análisis morfométrico, esta microcuenca presenta un perímetro de 17.4 km., una longitud axial de 4.7 km., un ancho promedio de 2.7 km y una forma oval redonda a redonda, indicando alta susceptibilidad a la torrencialidad.

Es una de las microcuencas que más presenta problemas de contaminación por aguas residuales, ya que la falta de alcantarillado hace que las aguas residuales del casco urbano se depositen sobre las quebradas El Cucho y el Potrerillo. También se presenta contaminación ambiental a causa de la mala ubicación del actual botadero de basuras del casco urbano; esto trae como consecuencia: la contaminación del aire, la afluencia de mosquitos, las personas que viven cerca de las dos quebradas cercanas al botadero de

basuras toman el agua contaminada que corre por ellas, presencia de epidemias y mala imagen del municipio.

Uso actual del suelo de esta microcuenca: en la parte alta, es decir hacia el sector oriental del casco urbano, encontramos una pequeña área de bosque natural secundario, la cual protege a la quebrada que forma la llamada "Cascada de Belén", este sector es de mucha importancia para el municipio por tener carácter turístico, debido a que en dicha cascada se ha ubicado una imagen religiosa símbolo de fé para sus habitantes.

En esta zona alta también se ubica el casco urbano de Sandoná, donde sobresalen los usos residenciales, comerciales, institucionales, mixtos, entre otros.

En la parte media y baja se destacan cultivos misceláneos de Caña, Café, Maíz, Plátano y frutales.

En esta microcuenca no es posible encontrar zonas cubiertas de bosque natural primario, únicamente se hallan pequeñas áreas dispersas de rastrojos, en zonas escarpadas y algunos márgenes de quebradas; esto se ha debido a la fuerte presión antrópica sobre el recurso bosque para adecuar zonas para la agricultura, especialmente para los cultivos de caña y café. Es por ello que actualmente la base de la economía de los habitantes asentados en este sector del municipio es la agricultura.

Como alternativas de manejo sostenible de esta microcuenca están las siguientes:

- Reubicar el actual botadero de basuras en un sitio más distante del casco urbano y de los centros poblados.
- Establecer un Plan Maestro de Alcantarillado para solucionar los problemas de contaminación de aguas residuales.
- Elaborar un plan de manejo integral de los recursos naturales de la microcuenca Saraconcho.
- Fomentar la educación ambiental y la asistencia técnica.

5.6.10 Microcuenca Careperro y/o Magdalena

Tiene un área de 594 hectáreas, ubicada entre los 1000 y 2400 metros de altura sobre el nivel del mar, de acuerdo al análisis morfométrico, tiene las siguientes características: un perímetro de 15.9 km., una longitud axial de 6 km., una forma oval redonda a redonda y una alta susceptibilidad a la torrencialidad.

El cauce principal de esta microcuenca se denomina quebrada Magdalena o Careperro, que tiene un curso de 6.5 km, casi paralelo al de la quebrada Belén, atraviesa en sentido este-oeste, toda la zona occidental; nace en el alto Jimenez a 2050 metros de altura, baja por el Diviso, baña fincas y sitios de recreo en la avenida o salida al sur del casco urbano de Sandoná, hasta donde llega apaciblemente por una suave pendiente, y luego se resuelve por un terreno escarpado, cambia su nombre por el de careperro, acorde a su nueva condición, se fortalece con las aguas de las quebradas de Roma y se encamina a la playa hasta disolverse en el Guáitara.

El agua de la quebrada la Magdalena abastece el acueducto regional la Loma, y también es utilizada para riego y actividades pecuarias.

En general las quebradas de esta microcuenca se encuentran contaminadas por el uso inadecuado de agroquímicos, aguas residuales, lixiviados de los trapiches, filtración de aguas negras de los pozos sépticos y por excretas de animales.

Presenta un suelo desgastado y erosionado debido a las prácticas inadecuadas de manejo de suelos, a las quemas, y en especial a la falta de asistencia técnica.

La base de la economía de la comunidad asentada en esta zona es la agricultura, ganadería y las actividades artesanales en paja toquilla. Los cultivos que se explotan son los siguientes: caña, café, plátano y frutales.

Las alternativas que se proponen para esta microcuenca son las siguientes:

- Establecer campañas de educación ambiental
- Elaborar un plan de manejo integral de la microcuenca
- Asistencia técnica a los agricultores
- Establecer planes maestros de acueductos y alcantarillados

Todas las unidades de manejo hídrico que se identificaron para el municipio se caracterizan por presentar un relieve escarpado con pendientes mayores al 100%, presentando en su mayoría una vegetación de pastos naturales enmalezados.

5.7 CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA

La caracterización morfométrica (Ver Cuadro 4) permite determinar el perímetro por microcuenca, la longitud axial, el coeficiente de compacidad, el ancho promedio, el número de orden, la relación de afluentes, la frecuencia de Tallweg y la densidad de drenaje.

El análisis morfométrico (Ver Cuadro 5) permite detectar el ancho promedio por microcuenca en su forma y característica, el coeficiente de compacidad en su clase, forma y característica, la relación de afluentes que de acuerdo a su valor indica el alto grado de escurrimiento y poca retención de agua que se traduce un fuerte potencial erosivo, para lo cual se debe recomendar la ejecución de planes de ordenamiento y manejo de microcuencas, o como también puede manifestar la regularidad de caudales, con un escurrimiento normal y buena retención de agua. Ver Mapa Sectorización Hidrológica.

5.7.1 Potencialidad y planeación del recurso agua.

De acuerdo con información de campo y comunitaria, el comportamiento de los caudales de los principales ríos y quebradas que bañan al municipio de Sandona en los últimos años, permite afirmar que la disponibilidad de agua viene atravesando una compleja situación (disminución constante de caudales) para atender el consumo humano y el de las diferentes actividades agropecuarias, como lo demuestra un típico caso, la significativa disminución del caudal en época de verano de la quebrada El Ingenio.

Esta situación se agrava con la mayor demanda del recurso agua por efecto del aumento de la población, generando a la vez una mayor presión sobre el limitado recurso forestal. Lo anterior, indica que se deben adelantar en lo inmediato procesos de conservación y

preservación, reforestación protectora, regeneración natural y educación ambiental, como también adelantar la formulación y ejecución de los planes de ordenamiento y manejo de las diferentes microcuencas y unidades de manejo hídrico que exigen su aplicación especial para alcanzar una regulación hídrica suficiente y una estabilidad eficaz de los ecosistemas.

La inexistencia de registros y miras lignimétricas que permitan monitorear el comportamiento de los caudales de las fuentes de mayor importancia, hace más complejo el análisis del futuro comportamiento de los caudales, dentro del ámbito integral del territorio.

El caudal disponible que se tiene según la Estación Agroyaco, corresponde al río Guáitara (eje hidrológico de la región) que registra los siguientes caudales:

Caudal máximo promedio de 210.45 m3/seg
Caudal medio promedio de 79.99 m3/seg
Caudal mínimo promedio de 43.91 m3/seg

El comportamiento de los caudales de la cuenca del río Guáitara es de tipo bimodal con dos períodos de máximos cada uno en cada semestre del año con picos para los meses de abril y mayo (en el primer semestre) y noviembre y diciembre (para el segundo semestre). Los rendimientos ofrecidos por la cuenca del río Guáitara alcanzan una producción de 18.34 litros/seg/km2, los cuales se encuentran por debajo del promedio nacional que es de 54 litros/seg/km2.

5.7.2 Demanda para consumo doméstico

Con base a información suministrada por el municipio de Sandona, referente a los acueductos existentes, la cobertura total es del 99 %, la urbana corresponde a un 100 % y la cobertura rural a un 98 %, si se considera que para totalizar el gasto correspondiente a la demanda presente y futura, se toma el promedio de 6 personas por cada familia y una dotación de 150 litro por habitante/día y partiendo de la población total para el año

Cuadro 16. CARACTERIZACION MORFOMETRICA

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Area (Km^2)	Perímetro (Km)	Longitud Axial (km)	Coeficiente de compacidad	Ancho promedio (Km)	Número de orden	Relación de Aflluentes	Frecuenca de Talwes	Densidad de drenajes
Rio Guaitara	Río Chacaguaico	**1. LOMA REDONDA**	4.59	10.5	4.3	1.4	1.1	2	0	0.3	1.9
		2. SANTA ROSA	7.94	14.1	5.1	1.4	1.6	3	3.3	0.7	2.5
		3. PATA CHORRERA	5.53	18.1	6.9	2.2	0.8	2	0	0.2	1.7
		4. EL INGENIO	13.69	24.4	10.5	1.9	1.3	3	0	0.4	1.6
		5. EL BOSQUE	4.9	9.5	3.4	1.2	1.4	3	0	0.7	2.3
	HONDA Y/O SAN JUAN	6. LA TAGUADA	3.69	9.0	2.6	1.3	1.4	3	0	0.4	1.5
		7. FELICIANA	3.7	7.8	2.8	1.1	1.3	2	0	0.4	1.4
		8. SARACONCHO Y/O EL CUCHO	12.72	17.4	4.7	1.4	2.7	3	1.8	0.3	1.6
		9. CAREPERRO Y/O MAGDALENA	5.94	15.9	6.0	1.8	1.0	3	0	0.3	1.8

Cuadro 17. ANALISIS MORFOMETRICO

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	ANCHO PROMEDIO		COEFICIENTE DE COMPACIDAD *			RELACION DE AFLUENTES	DENSIDAD DE DRENAJE
			FORMA	CARACTERISTICA	CLASE	FORMA	CARACTERISTICA		
GUAITARA	CHACAGUAICO	1. Q. LOMA REDONDA	Oval redonda a redonda	Alta susceptibilidad a la torrencialidad	KC2	Oval redonda a oval oblonga	KC2: Mediana susceptibilidad a las crecidas	Menor a 1	La densidad de drenaje en las microcuencas Q. Loma redonda, Patachorrera, El Ingenio, El Bosque, La aguada, Feliciana, Saraconcho y/o El Cucho yCareperro y/o Magdalena, es inferiora 2.5 km/km2, aracterizado omoBaja, con un requerimiento inmediatode adelantar procesos de reforesta -ción, regeneración natural y ducación ambiental. No se debe formular ni eje -cutar proyectos de irrigación debido a la inestabilidad que resentan y a la disminución constante de caudales.La microcuenca Santa Rosa, es la únicacon densidad de renaje superior a 2.5km/km2, que la caracteriza como la de mejor equilibrio en sus ecosistemas.
		2. Q. SANTA ROSA	Oval redonda a redonda	Alta susceptibilidad a la torrencialidad	KC3	Oval redonda a oval oblonga	KC2: Mediana susceptibilidad a las crecidas	Menor a 2	
		3. Q. PATA CHORRERA	Oval redonda a redonda	Alta susceptibilidad a la torrencialidad	KC4	Oval redonda a oval oblonga	KC3: Baja susceptibilidada las crecidas	Menor a 3	
		4. Q. EL INGENIO	Oval redonda a redonda	Alta susceptibilidad a la torrencialidad	KC5	Oval redonda a oval oblonga	KC3: Baja susceptibilidada las crecidas	Menor a 4	
		4. Q. EL INGENIO	Oval redonda a redonda	Alta susceptibilidad a la torrencialidad	KC6	Oval redonda a oval oblonga	KC1: Mayor grado de susceptibilidad a las crecidas	Menor a 5	
	HONDA Y/O SAN JUAN	4. Q. EL INGENIO	Oval redonda a redonda	Alta susceptibilidad a la torrencialidad	KC7	Oval redonda a oval oblonga	KC2: Mediana susceptibilidad a las crecidas	Menor a 6	
		4. Q. EL INGENIO	Oval redonda a redonda	Alta susceptibilidad a la torrencialidad	KC8	Oval redonda a oval oblonga	KC1: Mayor grado de susceptibilidad a las crecidas	Menor a 7	
		8.SARACONCHO Y/O EL CUCHO	Oval redonda a redonda	Alta susceptibilidad a la torrencialidad	KC9	Oval redonda a oval oblonga	KC2: Mediana susceptibilidad a las crecidas	Menor a 8	
		9. Q. CAREPERRO Y/O MAGDALENA	Oval redonda a redonda	Alta susceptibilidad a la torrencialidad	KC10	Oval redonda a oval oblonga	KC3: Baja susceptibilidada las crecidas	Menor a 9	
		Y/O MAGDALENA							

Fuente: Plan de Gestión Ambiental, este estudio

Teniendo en cuenta la relación de acueductos en el municipio de Sandoná se tiene que:

NOMBRE ACUEDUCTO	*Componente*	*Georeferenciación*			VEREDA
		X	*Y*	*ALTURA*	
ACUEDUCTO ALTERNO URBANO "Cañada El Guarango"	Bocatoma	956796	632324	1820	SAN ISIDRO
ACUEDUCTO ALTO INGENIO COMUNAL NUEVO	Bocatoma	633188	959584	2095	Santa Rosa
ACUEDUCTO ALTO INGENIO COMUNAL VIEJO	Bocatoma	633904	959433	2185	Santa Rosa Centro
ACUEDUCTO ALTO INGENIO VECINAL 1	Bocatoma	631401	960174	2365	Alto Ingenio
ACUEDUCTO ALTO INGENIO VECINAL No 2	Bocatoma	631251	959989	2315	Un sector de la vereda Alto Ingenio
ACUEDUCTO CHAVEZ COMUNAL	Bocatoma	632334	956711	1820	Chávez
COMUNAL ALTO JIMÉNEZ	Bocatoma 1	629557	960429	2595	Vereda Alto Jiménez
COMUNAL EL CHUPADERO	Bocatoma 1	632800	954404	1480	Chupadero
ACUEDUCTO COMUNAL DORADA GUAITARA	Bocatoma	634466	955436	1490	Dorada Guaitara
COMUNAL LA COCHA	Bocatoma	632334	956711	1820	La Cocha
ACUEDUCTO COMUNAL LA JOYA	Bocatoma	633441	956131	1570	La Joya
ACUEDUCTO COMUNAL PARAGUAY	Bocatoma	635883	956934	1778	Paraguay
ACUEDUCTO COMUNAL PORTOVIEJO	Bocatoma	633093	954294	1475	Portoviejo
ACUEDUCTO COMUNAL ROMA	Bocatoma 1	632800	954404	1480	Roma
ACUEDUCTO COMUNAL SAN FERNANDO	Bocatoma 1	634453	957777	1730	San Fernando y un sector de la vereda San Antonio
ACUEDUCTO COMUNAL SANTA BARBARA.	Bocatoma	632537	966943	2535	Santa Bárbara
ACUEDUCTO COMUNAL SANTA ROSA ALTO	Bocatoma	630764	960950	2460	Santa Rosa Alto
ACUEDUCTO COMUNAL SANTA ROSA BAJO	Bocatoma	632322	961485	2250	Santa Rosa Centro
ACUEDUCTO URBANO	Bocatoma	633165,29	958455,76	1856	casco urbano
ACUEDUCTO REGIONAL LA LOMA	Bocatoma	634824	956616	1885	Loma, Vergel, Cruz de Arada, San Gabriel, San Antonio, San Bernardo, El Tambillo, La Feliciana, Bolívar y Bellavista,
ACUEDUCTOS VEREDA LA REGADERA	Bocatoma	631880	956601	1780	La Regadera
Acueducto Vecinal La Regadera	Bocatoma	632324	956796	1820	La Regadera- sector El Salto
ACUEDUCTO REGIONAL EL INGENIO	Bocatoma	634617	959508	1439	El Ingenio Centro, Bohórquez, Mundo Loma, Plan Ingenio y Veinte de Julio.
ACUEDUCTO REGIONAL SAN MIGUEL	Bocatomas y Tanques de Recolección	632805	955608	1770	San Miguel, La Regadera, San Francisco y San Vicente.
ACUEDUCTOS VEREDA SAN ISIDRO	Bocatoma	631633	957517	1915	Parte alta de La vereda San Isidro
ACUEDUCTO SAN JOSÉ COMUNAL	Bocatoma	635597	959306	1990	San José
ACUEDUCTO SAN JOSÉ VECINAL	Bocatoma	634464	959199	1990	San José
ACUEDUCTO VECINAL CHAVEZ BAJO	Bocatoma	632722	954948	1630	Chávez
ACUEDUCTO VECINAL CÓRDOBA	Nacimiento, Bocatoma, Tanque de Recolección	633286	958414	1450	San Andrés (Sector los Tanques)
ACUEDUCTO VECINAL SAN ANTONIO	Nacimiento, Bocatoma, Tanque de Recolección y Desarenador	634982	957054	1835	San Antonio
ACUEDUCTO VECINAL SAN BERNARDO GUAITARA	Nacimiento, Bocatoma, Tanque de Recolección y Desarenador	636589	954197	1460	San Bernardo Guaitara
Acueducto Vecinal San Isidro Nº2	Bocatoma	632117	957118	1900	Parte baja de La vereda San Isidro
Acueducto Vecinal San Isidro Nº 1	Bocatoma	631849	957497	1915	Parte Media de La vereda San Isidro
ACUEDUCTO VECINAL SAN PABLO	Bocatoma	636888	953216	1510	El Vergel (San Pablo)
ACUEDUCTOS VEREDA SAN ANDRÉS	Bocatoma	634050	957900	1810	San Andrés Bajo

Cabe anotar, que de las quebradas y afluentes principales de las microcuencas, así como, del resto de las unidades de manejo hídrico identificadas en el municipio, sirven de abasto para algunos acueductos familiares y abrevaderos de las veredas aledañas en forma clandestina.

Teniendo en cuenta información secundaria y verbal de la Oficina Jurídica de CORPONARIÑO, se manifiesta la gran preocupación por la falta de interés de algunas comunidades por legalizar sus concesiones de agua, pues es bien conocido que la vigencia es por 5 años y que una vez cumplido este tiempo se debe renovar y/o actualizar los permisos.

5.7.3 Calidad y disponibilidad del agua.

El agua disponible en el municipio de Sandoná, manifiesta una evidente disminución de caudales, producto del desequilibrio en la fragilidad de sus ecosistemas. Por otra parte, los ríos y quebradas que bañan al municipio, están siendo gravemente afectadas por diferentes agentes contaminantes, entre los cuales en grado de importancia son: la disposición final de aguas negras servidas, el mucílago del café, el residuo del fique y un moderado a severo proceso de contaminación con agroquímicos.

La calidad del agua para uso domiciliario, en el municipio no puede ser la mejor, sin embargo, cabe anotar que la mayoría de los acueductos construidos en el municipio, disponen de una unidad de desinfección de agua con hipoclorito de calcio.

5.8 COBERTURA Y USO ACTUAL DEL SUELO

Para la determinación del uso y cobertura del suelo correspondiente a la microcuenca quebrada Belén y Magdalena se utilizó la información del índice de escases para aguas superficiales de la cuenca del Rio Guaitara, realizado en el año 2009; esta información fue actualizada mediante varias salidas de campo encaminadas a corroborar el uso y cobertura del suelo, se tomaron varios puntos con GPS, se realizó un registro fotográfico y se describió los cultivos encontrados. A continuación se describen algunos de los hallazgos de estas salidas de campo.

El uso del suelo como componente del agro, puede definirse como la cobertura vegetal que se establece en él, bien sea en forma natural o con la intervención del hombre, con el fin de satisfacer intereses económicos, sociales o ecológicos.

Para establecer la cobertura y uso actual del suelo del municipio de Sandoná se tomó como referencia el trabajo de campo realizado para el proceso de ordenamiento de recurso hídrico de las quebradas Belén y Magdalena (Ver mapa).

Cuadro 18. Registro Fotográfico - Usos y Cobertura del Suelo Micro cuencas Quebradas Belén y Magdalena

ID	QUEBRADA	UBICACIÓN GEOGRAFICA		ALTURA (m.s.n.m)	DESCRIPCION	FOTOGRAFIAS
		X	Y			
1	Quebrada Belen, parte alta de la micorcuenca	957372,4	633626,6	2088	Nacimiento de la quebrada, Cultivos de pastos naturales, para ganaderia	
2	Quebrada Belen, parte alta de la micorcuenca	957299,8	633493,9	2067	Nacimiento de la quebrada, Cultivos de pastos naturales, para ganaderia	 
3	Quebrada Belen, parte alta de la micorcuenca	956809,8	633522,2	2028	Pastos Naturales y cultivos de caña	
4	Quebrada Magdalena, parte alta de la microcuenca	956380,7	632747,1	2007	Cultivos de caña, platano, café y pastos naturales	
5	Quebrada Magdalena, parte alta de la microcuenca	957186,8	632834,1	2162	cultivos de pastos naturales y caña	 
6	Quebrada Magdalena, parte alta de la microcuenca	957588,7	632846,3	2200	Aprovechamiento forestal en la quebrada magdalena, cobertura de pastos naturales	 
7	Quebrada Belen parte Media	955919,6	633790,0	1845	Salida box recibe el 50% de los vertimientos del casco urbano, se observan cultivos de caña	
8	Quebrada Belen parte Media	956244,5	634476,6	1824	el Naranjal, emisario de aguas reciduales, se observan cultivos de caña	
9	Quebrada Belen parte Media	0,0	0,0	1818	Emisario el Manantial, se observan Cultivos de café y caña	
10	Quebrada Belen parte Media	955913,3	634216,5	1823	Emisario Villa Rosario, se observan cultivos de Caña.	 
11	Quebrada Belen parte Media	955978,3	634579,0	1848	centro recreacional la Cumbre, se observan cultivos de caña, café y parques pequeños de bosque secundario	 

ID	QUEBRADA	UBICACIÓN GEOGRAFICA		ALTURA (m.s.n.m)	DESCRIPCION	FOTOGRAFIAS
		X	Y			
12	Quebrada Belen parte Media	955190,2	635893,7	1568	Quebrada sin nombre, cultivos de caña, café y platano.	
13	Quebrada Belen parte Media	955198,7	635425,0	1500	Quebrada sin nombre, . Se obervan cultivos de caña	 
14	Quebrada Belen parte Media	955115,9	635365,4	1472	Trapiche Santa Rosa, se observan cultivos de café, caña y plantano	
15	Quebrada Belen parte Media	955110,5	635305,6	1470	Quebrada el Cucho, cultivos de café, caña y plantano	
16	Quebrada Belen parte Media	956210,2	635012,0	1734	cultivos de café y caña.	
17	Quebrada Belen parte Media	955599,8	633915,4	1791	Cultivos de Caña principalmente	
18	Quebrada magdalena, parte media de la microcuenca	956067,7	632763,6	1843	Quebrada magdalena, cobertura de pasto Naturales	 
19	Quebrada magdalena, parte media de la microcuenca	955486,4	632576,4	1800	Quebrada Magdalena, Cultivos de caña	 
20	Quebrada magdalena, parte media de la microcuenca	954571,4	632785,4	1570	quebrada Magdalena, patos naturales y cultivos de café muy cerca de la rivera de la quebrada	
21	Quebrada magdalena, parte media de la microcuenca	954967,1	633009,5	1729	quebrada la Magdalena, cultivos de caña, platano, café.	
22	Quebrada Belen parte Media de la microcuenca	955131,8	633437,2	1787	Emisario Porvenir, se observan cultivos de caña	
23	Quebrada Belen parte Media de la microcuenca	955947,2	633144,5	1817	Nacimiento de agua el Socorro, con pilas para lavar ropa.	
24	Quebrada Belen parte alta de la microcuenca	958321,2	631737,4	2372	Nacimiento la Magdalena, cobertua de pastos naturales	

A continuación se describe las diferentes partes en las que fueron divididas las dos micro cuencas, esta división corresponde a interés de este proyecto, enfocados en la identificación de los diferentes usos del recurso hídrico, que faciliten su diagnóstico y ordenación, mas no a sectorizaciones de tipo natural o topográfico.

5.8.1 Microcuenca Quebrada Belén.

Parte Alta de la Microcuenca.

Para el presente estudio la parte Alta de la microcuenca Quebrada Belén comprende, su Nacimiento en inmediaciones de la cota 2.200 (m.s.n.m) hasta la cota 1.900 (m.s.n.m) este sector no se presentan ningún tipo de vertimientos y la calidad de agua es buena, se caracteriza por tener grandes zonas de pastos naturales, seguidos por cultivos de caña ya en inmediaciones del casco urbano.

Parte Media de la Microcuenca.

Se localiza a partir de la cota 2.200 hasta la cota 1.700 m.s.n.m, comprende gran parte del casco urbano, cerca del 89 % se encuentra en esta microcuenca el porcentaje restante le corresponde a la microcuenca de la quebrada Magdalena; en este sector se encuentra la mayoría de vertimientos y por lo tanto la calidad del agua no es buena. Las coberturas predominaste en esta zona son básicamente cultivos de caña, platano y caña.

Parte Baja de la Microcuenca.

Comprende desde la cota 1.700 hasta la desembocadura de la quebrada Belén a una altura aproximada de 950 m.s.n.m, es la zona más grande y cuenta con diversidad de coberturas entre las que se encuentran: cultivos de caña, platano, café, fique, pastos enmalezados y enrastrojados, bosque natural fragmentado, entre otros.

5.8.2 Microcuenca Quebrada Magdalena.

Parte Alta de la Microcuenca.

Para el presente estudio la parte Alta de la microcuenca Quebrada Magdalena comprende, su Nacimiento en inmediaciones de la cota 2.250 (m.s.n.m) hasta la cota 1.800 (m.s.n.m) aproximadamente, en este sector no se presentan ningún tipo de vertimientos y la calidad de agua es buena, se caracteriza por presentar coberturas de pasto naturales exclusivamente.

Parte Media de la Microcuenca.

Se localiza a partir de la cota 1.800 hasta la cota 1.750 m.s.n.m, En esta área se encuentra el 11 % del casco urbano, en este sector se encuentra varios vertimientos y por lo tanto la calidad del agua no es buena. Las coberturas presentes en esta zona son los pastos naturales y los cultivos de caña.

Parte Baja de la Microcuenca.

Comprende desde la cota 1.750 hasta la desembocadura de la quebrada Magdalena a una altura aproximada de 950 m.s.n.m, es la zona más grande y cuenta con diversidad de coberturas entre las que se encuentran: cultivos de caña, platano, café, fique, pastos enmalezados y enrastrojados, entre otros.

5.8.3 Cobertura vegetal.

Se entiende por vegetación el manto vegetal de un territorio dado. Es, por tanto, la vegetación uno de los elementos del medio más aparente y, en la mayor parte de los casos, uno de los más significativos. La percepción del medio en que vive llega al hombre, principalmente, a través de este manto vegetal que solo falta, naturalmente, cuando el suelo está cubierto de nieves perpetuas o de hielo; aún en los parajes desérticos casi siempre existe algún componente vegetal. La importancia y significación de la vegetación o cobertura vegetal salta a la vista si se tiene en cuenta no solo el papel que desempeña este elemento como asimilador básico de energía solar, constituyéndose así en productos primarios de casi todos los ecosistemas, sino también sus importantes relaciones con el resto de los componentes bióticos y abióticos del medio, la vegetación es estabilizadora de pendientes, retarda la erosión, influye en la calidad y cantidad del agua, mantiene microclimas locales, filtra la atmósfera, atenúa el ruido, entre otras.

Dentro de este aspecto se ha establecido las siguientes clases de cobertura vegetal.

5.8.4 Bosques.

Se entiende por bosques o ecosistemas boscosos aquellos espacios naturales que presentan elementos arbóreos en un área entre el 30 y 100% de la cobertura vegetal. Se caracterizan por tener varios estratos: desde un tapete de plántulas de especies restringidas a la parte inferior del bosque, plantas reptantes o de bajo porte y herbáceas o poco lignificadas (sotobosque), hasta una bóveda o dosel formado por árboles de altura considerable, en cuyas copas frondosas albergan otras especies animales y vegetales (IDEAM, 1998).

Los bosques pueden se Primarios, cuando no han sido intervenidos por la mano del hombre; Secundarios cuando después de haber sido intervenidos por la mano del hombre se originaron a través de un proceso de regeneración natural; Riparios cuando se ubican en las zonas aledañas a los curso de agua, desempeñando un papel muy importante en la preservación del recurso hídrico y en la estabilización de los cauces; y Rastrojos, que son bosques en formación que se caracterizan porque las especies presentan lignificación o sea estado leñoso en sus tallos; los rastrojos pueden originarse en cualquier sitio independiente del uso que hubiera existido (agricultura, ganadería, bosque) (C.V.C 1995).

En el municipio de Sandoná encontramos los siguientes tipos de bosques:

- **Bosque primario (BP)**

Cubre un área de 83 has, que representan el 8.23% del total del territorio de Sandoná. Se localizan en el área perteneciente al Santuario de Flora y Fauna Galeras, entre los corregimientos de Santa Bárbara, Santa Rosa y el Ingenio; por encima de los 2800 metros de altura sobre el nivel del mar.

A pesar de encontrarse dentro de un área natural protegida, estos bosques actualmente no dejan de ser intervenidos por la mano del hombre para satisfacer necesidades de leña, madera y en algunos casos carbón.

Este bosque cumple una función muy importante, puesto que al igual que los páramos, son reguladores y mejoradores del rendimiento hídrico. Se caracteriza por presentar árboles con d.a.p que superan los 70 cm, con fustes retorcidos, con exuberante presencia de epífitas, musgos y briófitas sobre el estrato arbóreo y el suelo; predominan especies arbóreas de las familias: Verbenáceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae, Ericaceae, Brunelliaceae, Chlorantaceae, Solanaceae, Myrsinaceae, Araliaceae, Cunoniaceae y Caprifoliaceae.

A pesar de que a partir de 1985 se creó el Santuario de Flora y Fauna Galeras, actualmente se ha ejercido una fuerte presión en este bosque, debido a la gran cantidad de predios particulares que limitan, y que en ocasiones se traslapan con el área protegida, dificultando un poco las tareas en pro de los objetivos de conservación.

Figura 8. Bosque Primario vereda el Ingenio



- **Bosque secundario (BNS)**

Estos bosques cubren una extensión de 203 has, que representan el 2.01% del total del territorio del municipio de Sandoná; se hallan localizados en las partes altas y de bastante pendiente de las veredas de Santa Bárbara, Alto Jiménez , San Isidro y en un pequeño sector hacia la parte oriental de la cabecera municipal en la denominada "Cascada de Belén".

De acuerdo a los recorridos de campo, se pudo identificar la presencia de especies forestales pertenecientes a las familias: Melastomataceae, Ericaceae, Theaceae, Clusiaceae, Fagaceae y Lauraceae principalmente.

Estos bosques son utilizados como zonas protectoras de fuentes hídricas y para solventar necesidades de leña y madera.

Figura 9. Bosque Secundario vereda Alto Jiménez



5.8.5 Rastrojo o de sucesión vegetal (R)

Los rastrojos están ubicados en su mayoría en suelos de relieve fuertemente disectado y montañoso, de ellos la gente extrae la leña para consumo doméstico. Se ubican representativamente en las veredas: Santa Bárbara, San Isidro, Alto Ingenio, San José, Melendez, Dorada Guáitara, Paraguay, Bolívar y Bellavista.

Los rastrojos se componen de especies que poseen un alto grado de tolerancia a las condiciones adversas del ambiente; requieren alta iluminación solar para poder

desarrollarse, son generalmente de vida corta. Las especies más representativas son: Balso, Matial, Guayacán, Guamo, Moquillo, Rayo, Cascarillo, Pinllo, Nacedero, Mayorquín, Cascarillo, Higuerón, Acacia, Cucharo y Manzanillo.

Estos rastrojos cubren un área de 78 hectáreas, que representan el 0.77% del total del territorio de Sandoná.

Figura 10. Rastrojos vereda Alto Jiménez



5.8.6 Pastizales

Los pastos son la fuente más económica en la producción ganadera, por tanto se lo considera como un cultivo permanente. Por la forma de manejo, los pastos pueden ser Naturales, Naturales Enmalezados o Pastos Manejados.

Figura 11. Pastizales vereda Alto Jiménez



5.8.7 Pastos Naturales (PN)

Los pastos naturales cubren una extensión de 940 has. Esta áreas se localizan en las siguientes zonas:

- **En clima frío:** en las partes altas de las veredas Alto Ingenio y Santa Bárbara. En esta zona sobre sale el pasto Kikuyo (*Penicetum clandestinum*), destinado para la producción ganadera.
- **En clima medio:** en algunos sectores de las veredas: San Miguel, La Cocha, Dorada Guáitara, Bolívar, Bella Vista y El Tambillo. Donde se destacan los pastos: Braquiaria, Angleton y Elefante.

Figura 12. Pastos Naturales vereda el Maco



5.8.8 Pastos Manejados (PM)

Los pastos manejados, es una práctica que se hace en una gran parte del municipio, cubren un área de 2282 hectáreas, que representan el 22.59% del total del territorio de Sandoná. Se encuentran localizados en los corregimientos de Santa Rosa, Santa Bárbara y Alto Ingenio. Son utilizados para la ganaderia extensiva y semi – intensiva. Las especies más predominantes son: Brachiaria (*Brachiaria decumbens*) y pasto puntero (*Hyparrehenia rufa*).

Figura 13. Pastos Manejados vereda Alto Jiménez



5.8.9 Cultivos Agrícolas

Como se puede observar en el mapa 10 correspondiente al uso del suelo del municipio de Sandoná, predominan los cultivos misceláneos, es decir pequeñas y grandes áreas de suelo destinadas a la producción de diferentes cultivos como: Caña, Café, Plátano, Maíz, Yuca, Fríjol arbustivo, Tomate de mesa y frutales. También por ser un municipio cuya actividad agrícola se centra especialmente en los cultivos de Café y Caña, es posible encontrar grandes áreas destinadas a estas actividades productivas, siendo fáciles de plasmar en el mapa.

Por lo anterior, en el mapa No. 10 se especializan áreas donde los cultivos agrícolas se agrupan de acuerdo al orden de importancia así:

- **Pastos manejados-Maíz-Caña** (PM-M-CÑP): esta zona cubre una extensión de 104 hectáreas, que representan el 1.03% del total del territorio de Sandoná; es una extensa zona donde existe en mayor proporción áreas de pastos manejados y pequeñas manchas de maíz y caña. Se ubican en la vereda de Santa Bárbara.

- **Rastrojos-Plátano-Pastos Naturales (R-PL-PN):** esta zona agrupa unos determinados usos del suelo donde en mayor proporción sobresalen los rastrojos, encontrádonse

también pequeñas áreas de plátano y pastos naturales, cubren un área de 126 hectáreas, que representan el 1.25% del total de territorio de Sandoná; y se ubican en la parte baja de las veredas de Santa Bárbara y San José.

- **Pastos Naturales-Maíz (PN-M):** es un área que agrupa una zona de cultivos donde sobresalen principalmente los pastos naturales y en pequeñas áreas el maíz. Cubre una extensión de 89 hectáreas, que representan el 0.88% del total del territorio, y se ubica en las veredas de San José y algunas partes de Santa Rosa.

- **Pastos Naturales-Caña (PN-CÑP):** en Sandoná se delimitó ciertas áreas en donde es más representativo los pastos naturales seguido del cultivo de caña; cubren una extensión de 251 hectáreas, que representan el 2.49% del total del territorio de Sandoná. Se localizan en la vereda de San José.

- **Rastrojos-Caña (R-CÑP):** a través de fotoiterpretación y trabajo de campo se observó una zona donde existe bastante rastrojo, pero con algunas manchas de cultivo de caña; cubriéndo una extensión de 36 hectáreas, que representan el 0.36% del total del territorio de Sandoná., y se localiza en las vereda de Alto Ingenio.

- **Caña-Pastos manejados-Café-Maíz (CÑP-PM-CC-M):** es una amplia zona donde se agrupan ciertos cultivos de los cuales sobresalen por su extensión la caña y los pastos manejados, también podemos encontrar aisladamente cultivos de café y maíz. Cubren una extensión de 323 hectáreas, que representan el 3.20% del total del territorio de Sandoná. Se localizan en las veredas de: San Isidro, La Regadera y Alto Jiménez.

- **Caña-Café-Plátano (CÑP-CC-PL):** esta zona agrupa cultivos que por su extensión sobresalen en su órden: caña, café y plátano; cubriéndo una extensión de 141 hectáreas, que representan el 1.40% del total territorial de Sandoná. Se localizan en las veredas de: San Andrés y el Balcón.

- **Pastos naturales-Café (PN-CC):** se identificó una pequeña zona de 40 hectáreas (0.40%) ubicada en la vereda San Isidro, en la cual sobresale los pastos naturales y de forma menos representativa el cultivo de café a manera de pequeñas manchas aisladas.

- **Caña-Café-Maíz-Pastos manejados (CÑP-CC-M-PM):** es una extensa área en la cual se agrupó 4 cultivos que por su extensión sobresalen en su orden, el cultivo de caña y café, seguido del maíz y los pastos manejados; cubren una extensión de 665 hectáreas, que representan el 6.58% del total del territorio del municipio de Sandoná. Se localiza en las veredas de: La Cocha, Dorada Guáitara, Porto Viejo, Chupadero, Roma y las Delicias.

- **Rastrojos-Caña-Maìz (R-CÑP-M):** se delimitó una amplia zona donde se pudo encontrar muchas áreas de rastrojo de forma aislada, igualmente los cultivos de caña y maíz sobresalen a manera de pequeñas parcelas; cubriéndo una extensión de 123 hectáreas, que representan el 1.22% del total del territorio de Sandoná. Se localiza esta zona en las veredas de Saraconcho y San Bernardo Guáitara.

- **Rastrojos-Caña-Café (R-CÑP-CC):** igual que la anterior, los rastrojos sobresalen en mayor extensión y de forma aislada, pero a diferencia en esta área podemos encontrar

parcelas pequeñas de caña y café, cubriéndo una extensión de 114 hectáreas, que representan el 1.13% del total del territorio de Sandoná, y se localiza en la vereda del Tambillo.

- **Café-Caña (CC-CÑP):** en la vereda de San Antonio Bajo se delimitó 8 hectáreas (0.08%), en las cuales se agruparon varias parcelas de café y caña, sobresaliéndo por su extensión el cultivo de café.

- **Caña-Café-Maíz-Pastos manejados-Frutales (CÑP-CC-M-PM-Fo):** es la mayor zona delimitada, en ésta se agruparon cinco cultivos que por extensión sobresalen en su orden: caña, café, maíz, pastos manejados y frutales, cubren un área de 2.284 hectáreas, que representan el 22.61% del total del territorio de Sandoná, y se localiza en las veredas de: San Miguel, Saraconcho alto y bajo, Chávez, Plan Joya, Roma, San Gabriel, Altamira cruz de arada, San Fernando, Mundo Loma, San Antonio Bajo y Alto, La Loma. Bolívar, San Bernardo, Bellavista, El Vergel, Feliciana y el Tambillo.

5.8.10 El Cultivo de Caña

Existen en la actualidad aproximadamente 5065 hectáreas de suelo destinadas a este cultivo. El problema de plagas y enfermedades como la Diatrea, la Roya y el Carbón; la falta de asistencia técnica; el contrabando de la panela; la inestabilidad de precios y la inexistencia de trapiches comunitarios, han sido los principales limitantes para que en la actualidad este cultivo ya no sea tan rentable. Este cultivo se destaca como principal renglón productivo de la microcuenca El Bosque al igual que en la microcuenca La Taguada y el Ingenio, también predomina en las microcuencas: Loma Redonda, La Feliciana,Saraconcho o el Cucho, Careperro y/o Magdalena.

Figura 14. Cultivo de Caña



5.8.11 El cultivo de Café

Se han identificado 1236 hectáreas de suelo destinadas al cultivo de Café, las cuales estan distribuidas principalmente en la microcuenca El Ingenio, La Taguada, el Bosque y las microcuencas: Loma redonda, Santa Rosa, La Feliciana, Saraconcho o el Cucho y Careperro y/o Magdalena. Se trabaja con las variedades: Típica, Colombia y Caturra; donde al igual que el cultivo de caña presenta ciertos limitantes como: bajos precios del Café, presencia de plagas y enfermedades como: la Broca, el Minador de la hoja, la Escama, la Palomilla, hormigas, muerte descendente, roya, mancha de hierro, Gotera (controlados con prácticas culturales y agroquímicas); la falta de facilidad de créditos y asistencia técnica.

Figura 15. Cultivo de Café



5.8.12 El cultivo de Plátano

Son casi 532 hectáreas destinadas a este tipo de cultivo, destinado en su mayoría al autoconsumo y muy poco al comercio. La principal limitante es el contrabando, puesto que el plátano que llega a Sandoná es proveniente del Ecuador principalmente. Predomina en las microcuencas: La Taguada, La Feliciana, Saraconcho o el Cucho y Careperro y/o Magdalena. Este cultivo se utiliza principalmente como sombrío del cultivo de Cafè.

Figura 16. Cultivo de Plátano



5.8.13 El cultivo de Maíz

Son aproximadamente 400 hectáreas de suelo destinadas al cultivo de maíz. Este cultivo se distribuye en las microcuencas: La Taguada, La Feliciana y Saraconcho o el Cucho. El principal problema es la incidencia de plagas como son: el Cogollero del Maíz, el Trozador, el Gorgojo y la Munchira, que son controlados con productos químicos; y enfermedades como el Carbón del Maíz, el cual es controlado mediante labores culturales.

5.8.14 El cultivo de Fríjol arbustivo

Se han identificado un total de 225 hectáreas destinadas a este cultivo, predomina en las microcuencas Loma redonda,La Taguada, y la Feliciana. Presenta como problemas principales la incidencia de plagas como son: Grillo, Moscardon y Lorito Verde; y enfermedades como la antracnosis, controlada con Oxicloruro de Cobre y productos a base de Maneb.

Existen otros cultivos como los frutales, hortalizas y tomate; que aunque son importantes para los habitantes de Sandoná por ser destinados en su mayoría al autoconsumo, se presentan en áreas relativamente pequeñas y asociados a otro tipo de cultivos.

5.9 IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA

Analizando la situación actual agropecuaria del municipio de Sandoná, es evidente que estas actividades están causando múltiples y complejos impactos ambientales.

Destacándose la erosión de los suelos, la compactación, la contaminación de las aguas y suelos por el uso excesivo de agroquímicos.

En el recurso suelo, los métodos de labranza inadecuados, la deforestación, el sobrepastoreo de ganado y el establecimiento de cultivos en topografias con mucha pendiente están generando erosión y pérdida de fertilidad; las labranzas en tierras marginales desertizan el suelo; y el uso excesivo de plaguicidas persistentes no biodegradables generan contaminación de este recurso.

En el recurso agua, el escurrimiento de plaguicidas, nitratos y fosfatos, los sedimentos resultantes de la erosión, los vertimientos de excretas y en general los escurrimientos de campos agrícolas, contaminan las aguas superficiales. La alteración de nacimientos y fuentes de agua para bebederos de ganaderías, la deforestación y procesos de cultivo en zonas productoras de agua, alteran profundamente los sistemas reguladores de agua.

En el recurso aire, las explotaciones ganaderas, las quemas de los residuos de la caña, la quema de llantas en los trapiches; están generando contaminación atmosférica, lo cual genera malos olores y liberan gases contribuyendo al conocido efecto invernadero.

Para la fauna y flora, el uso de agroquímicos, la tala de los bosques y los métodos inadecuados de manejo de suelos generan disminuciones de microorganismos recicladores, pérdida de biodiversidad genética, desaparición de especies y ruptura de cadenas tróficas.

A continuación se describen las coberturas presentes en las dos microcuencas teniendo en cuenta la clasificación de la metodología Corine Land Cover.

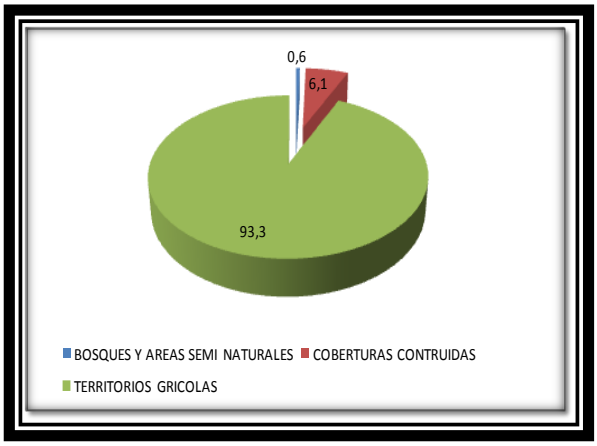
Cuadro 19. Tipo de Cobertura y Uso del Suelo Microcuenca Quebrada Magdalena

NIVEL_1	NIVEL_2	NIVEL_3	COBERTURA	ÁREA(HA)
COBERTURAS CONTRUIDAS	ZONAS URBANAS	CENTROS POBLADOS	CENTROS POBLADOS	88,94
	CULTIVOS PERMANENTES	AREAS AGRICOLAS HET	CAFE, CAÑA, PLATANO	9621,42
	CULTIVOS PERMANENTES	AREAS AGRICOLAS HET	CAFE, CAÑA, PLATANO	1646,82
	CULTIVOS ANUALES O TRANSITORIOS	CULTIVOS DE CAÐA	CAÑA	2923,08
	CULTIVOS PERMANENTES	PASTOS ENMALEZADO	PASTOS	448,40
TERRITORIOS GRICOLAS	CULTIVOS PERMANENTES	PASTOS NATURALES	CAFE, CAÑA, PLATANO	1157,49
TOTAL				**15886**

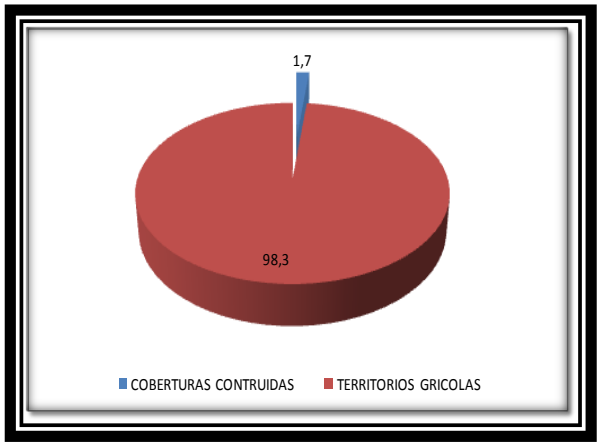
Cuadro 20. Tipo de Cobertura y Uso del Suelo Microcuenca Quebrada Belén

NIVEL_1	NIVEL_2	NIVEL_3	COB_DEFIN	HECTAREAS
TERRITORIOS GRICOLAS	CULTIVOS ANUALES O TRANSITORIOS	AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS DE CLIMA FRIO HUMEDO	PAPA, MAIZ, FRIJOL	1747,7
TERRITORIOS GRICOLAS	CULTIVOS PERMANENTES	AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS DE CLIMA TEMPLADO HUMEDO	CAFE, CAÐA, FIQUE	783,8
TERRITORIOS GRICOLAS	CULTIVOS PERMANENTES	AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS DE CLIMA TEMPLADO HUMEDO	CAFE, CAÐA, PLATANO	9621,4
TERRITORIOS GRICOLAS	CULTIVOS PERMANENTES	AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS DE CLIMA TEMPLADO SECO	CAFE, CAÐA, PLATANO	1646,8
BOSQUES Y AREAS SEMI NATURALES	BOSQUES	BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO	BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO	8762,5
BOSQUES Y AREAS SEMI NATURALES	BOSQUES	BOSQUE RIPARIO	BOSQUE RIPARIO	296,9
COBERTURAS CONTRUIDAS	ZONAS URBANAS	CENTROS POBLADOS	CENTROS POBLADOS	88,9
TERRITORIOS GRICOLAS	CULTIVOS ANUALES O TRANSITORIOS	CULTIVOS DE CAÐA	CAÐA	2923,1
TERRITORIOS GRICOLAS	CULTIVOS PERMANENTES	PASTOS ENMALEZADOS O ENRASTROJADOS	CAFE, CAÐA, PLATANO	448,4
TERRITORIOS GRICOLAS	CULTIVOS PERMANENTES	PASTOS NATURALES	CAFE, CAÐA, PLATANO	1157,5
TOTAL				**27477,09**

Grafica 1. Cobertura y Uso del Suelo Quebrada Belén y Magdalena- Nivel 1



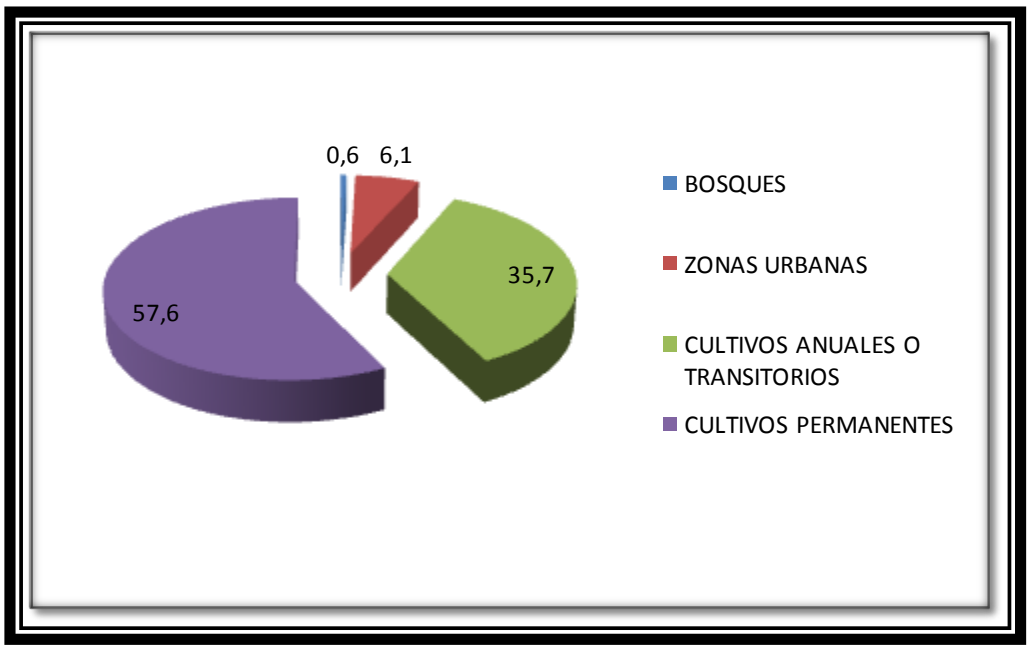
Microcuenca Belén



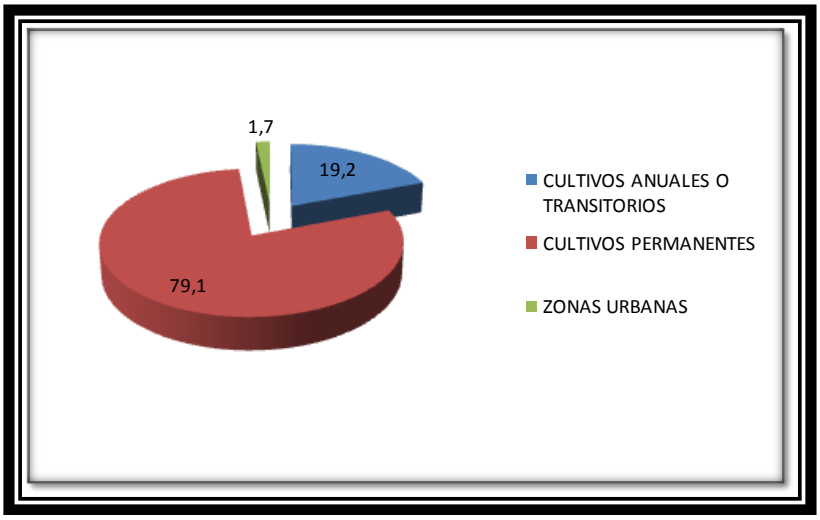
Microcuenca Magdalena

Para la microcuenca Quebrada Belén y Magdalena, el tipo de cobertura más predominante son los territorios agrícolas con un área de 1208,71 y 549,31 hectáreas respectivamente, seguidas por las áreas construidas que en este caso para las dos microcuencas corresponden al casco urbano del municipio de Sandoná, en último rango se encuentran los bosques y áreas semi naturales con un área de 0,6 hectáreas para la microcuenca Quebrada Belén únicamente.

Grafica 2. Cobertura y Uso del Suelo Quebrada Belén - Nivel 2

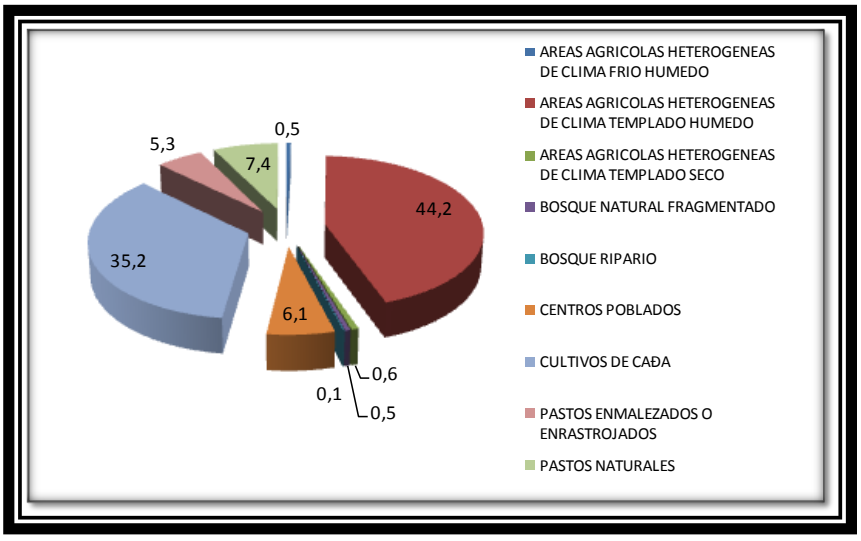


Grafica 3. Cobertura y Uso del Suelo Quebrada Magdalena - Nivel 2



Para este nivel los cultivos permanentes son la cobertura más relevante en las dos microcuencas, por lo general son cultivos de caña, platano y fique, en la microcuenca quebrada Belén ascienden a 746,1 hectáreas correspondiente al 57,6% y para la microcuenca Magdalena 42,02 hectáreas que representan el 79,1 %, estos valores son razonables teniendo en cuenta que se trata de un sectores eminentemente agrícolas; en segundo lugar se encuentran los cultivos anuales transitorios de papa, maíz, platano y caña, para la microcuenca Belén el área es de 462,6 y para la microcuenca Magdalena son de 107,29 hectáreas, el mayor porcentaje de esta cobertura corresponde a la microcuenca Belén con 39,7% del total de áreas cultivadas, los porcentajes más bajos se encuentran en las coberturas de zonas urbanas y bosques.

Grafica 4. Cobertura y Uso del Suelo Quebrada Belén - Nivel 3-4



Grafica 5. Cobertura y Uso del Suelo Quebrada Magdalena - Nivel 3-4

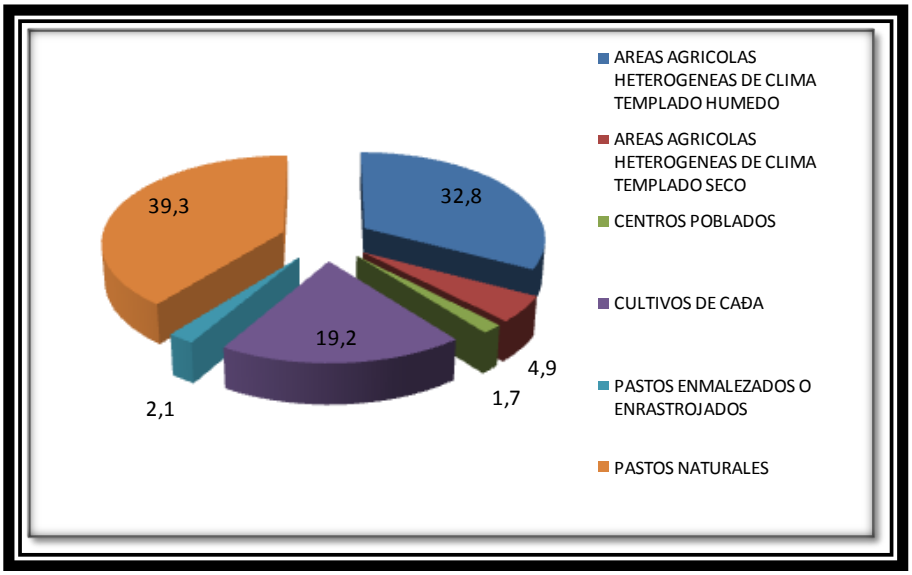
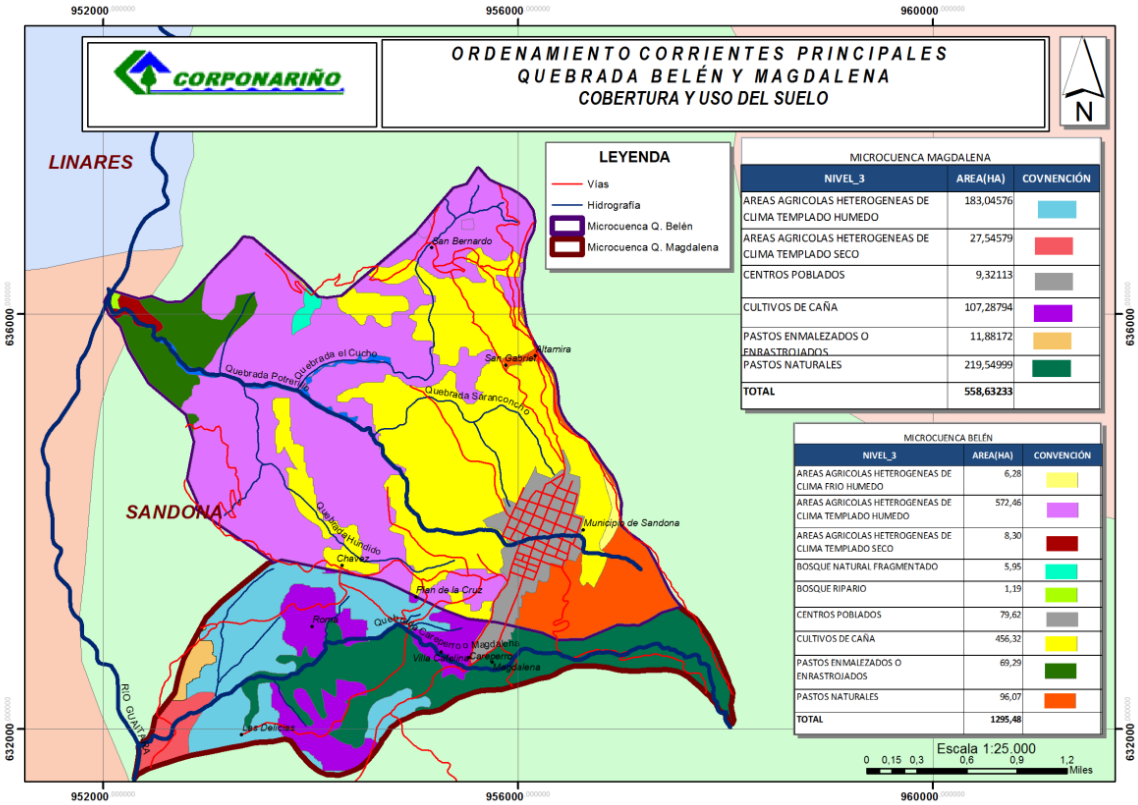


Figura 17. Mapa de Cobertura y Uso del suelo Microcuencas Quebrada Belén y Magdalena



Fuente: Información base, Índice de escasez para aguas superficiales del Río Guaítara 2009. Información primaria, este estudio, Adaptación metodología Corine Land Cover.

5.10 GEOLOGIA

5.10.1 Marco tectonico y geodinamico

El territorio Colombiano está sometido a la interacción de tres placas tectónicas, la Suramericana, la de Nazca y la del Caribe. Sus movimientos convergentes generan un esfuerzo compresivo regional. El proyecto GPS-CASA ha encontrado tasas de convergencia entre Nazca y Suramericana de 42 a 64 mm/a en el segmento Baitra-Jerusalén sobre la línea del Ecuador y de 31 a 54 mm/a en el segmento Isla Malpelo-Cali, (Kellog y Vega, 1995; Mora, 1995; en Romero, 1998)

El Occidente Colombiano se caracteriza por estar conformado por rocas de afinidad oceánica que se han acrecionado en varios episodios al continente, a lo largo de lo que hoy conforma el Sistema de Fallas Romeral. Estos movimientos, sumados a la compresión por choque del Bloque Panamá - Bloque Chocó, durante el Mioceno, probablemente dio inicio a la Orogenia Andina, (James 1985, Kellog et al 1985 en Calvache 1995). Además se originó una compresión predominante NW-SE y movimientos laterales izquierdos en la mayoría de fallas situadas en el norte y centro del país (Paris G y Romero J, 1994).

Los Andes en Colombia están relacionados al bloque Andino, el cual es un cinturón móvil de naturaleza alóctona sometido a una compresión EW y que se desplaza en un sentido NNE con respecto a Sudamérica. (Pennington, 1981; Tibaldi y Ferrari, 1992, en Romero, 1997). Este bloque está definido por la fosa de Colombia - Ecuador al occidente y desde el Golfo de Guayaquil por la falla frontal de los Andes al oriente.

Arango y Ponce, 1980, señalan en su trabajo sobre la Geología del Departamento de Nariño una serie de unidades que presentan características geológicas y estructurales particulares:

- El Piedemonte Andino Oriental limitado por fallas inversas de orientación NS.

- La Cordillera Centro Oriental constituida por dos bloques principales separados entre si por la falla de cabalgamiento de afiladores, el límite oriente por otra falla de cabalgamiento y el Occidental por la Falla Guáitara.

- La Depresión Cauca-Patía, presenta un intenso tectonísmo, su límite oriental está constituido por el Sistema de fallas de Romeral y el occidental por la Falla Cauca-Patía.

- En la Cordillera Occidental predomina un estilo de pliegues apretados asociados a fallas de ángulos variables con orientación NNE.

La región donde se asienta el Municipio de SANDONA hace parte de la unidad: depresión Cauca – Patía. En donde se describen estructuras generales que tienen rumbos predominantes N10E a N45E.

El sistema de Fallas del Patía (Cauca – Patía) corre paralelo al borde montañoso de la cordillera occidental y controla en gran parte el curso de los Ríos Cauca y Patía. Posiblemente constituye una zona de sutura del terciario Inferior. Se supone que este

sistema de falla, por evidencias de campo, tiene un juego inverso y dextrolateral con buzamiento al occidente.(París et al, 1990).

Tanto el sistema de fallas de Romeral como el del Patía limitan la depresión Interandina del Cauca – Patía al Oriente y Occidente respectivamente. La expresión morfológica a nivel regional del sistema de fallas del Patía es bastante marcada en comparación con las fallas del sistema de Romeral, debido a que este último esta, a través de una gran longitud, cubierto por depósitos fluviovolcánicos, fluvioglaciares y abanicos aluviales reciente. (París et al, 1990).

Muchos de los trazos de los sistemas de fallas que atraviesan la región de estudio, han evidenciado actividades neotectónicas.

Obruchev V. en 1946 (en Giner J, 1996) propone el término Neotectónica para designar los movimientos y deformaciones de la corteza que han tenido lugar en el Terciario tardío-Cuaternario y que han tenido un papel decisivo en la formación de la morfología actual.

5.10.2 Geología regional y local.

Según la información de las planchas geológicas 410 y 429 de Murcia y Cepeda (1991), el área de estudio se encuentra principalmente sobre unidades geológicas correspondientes al Cretácico (Kvd), la edad Terciaria (Tme y Th), al Terciario-Cuaternario (TQvlc, TQvlp y TQvll), así como a los depósitos más recientes del Cuaternario (Qt) (ver Mapa 5).

Las rocas cretáceas conforman prácticamente el basamento de la zona y se distribuyen sobre el municipio con estructuras orientadas aproximadamente de SW a NE, son de metamorfismo de bajo grado y se encuentran tectónicamente falladas. Están conformadas principalmente por secuencias volcánico-sedimentarias con metamorfismo de bajo grado de metabasaltos, metadiabasas con variaciones texturales a gabros metapiroclasticos y algunas intercalaciones de metapelitas. Los materiales volcánicos se presentan como flujos masivos, diques y columnas, así como lavas almohadilladas; los piroclastos están finamente estratificados, indicando su origen en un fondo marino. El metamorfismo que presentan actualmente es de tipo de fondo oceánico. Para el Grupo Diabásico se calculan edades entre 65 y 100 millones de años; sus características petroquímicas sugieren su origen en fosas oceánicas, arcos de islas y de dorsal oceánica con procesos de subducción, plegamiento y acreción continental ocurrida en la era mesozoica. Se caracterizan por la intrusión de stocks dacíticos del mioceno.

Correspondientes a la edad Terciaria se tiene la Formación Esmita (Tme) constituida por intercalaciones de areniscas, limolitas, areniscas conglomeráticas y conglomerados polimícticos, propios de un ambiente de sedimentación de mares someros, con niveles fosilíferos con Lamelibranquios y Gasterópodos. La sedimentación de esta región registra el retiro del mar cuando emerge la cordillera occidental, predominando la sedimentación en llanuras de inundación que corresponde a la edad del Oligoceno Superior al Mioceno Medio. Son comunes la gradación normal, la estratificación cruzada lenticular y los calcos de carga que indica que la secuencia se halle en posición normal.

Las rocas ígneas hipoabisales (Th) intruyen al Grupo Diabásico y a la Formación Esmita. Son rocas con textura holocristalina, de porfirítica a levemente profirítica. Los tipos de roca dominantes son las dacitas hornbléndicas y biotíticas y las andesitas hornbléndicas y piroxénicas.

Las rocas ígneas efusivas del Terciario y Cuaternario, pertenecientes a la unidad más representativa de la zona, proveniente del flujo de lavas, lodos y tobas volcánicas depositadas en coladas andesíticas que comprenden basaltos, riolitas y cuerpos diabásicos procedentes del Volcán Galeras. Estas vulcanitas acumuladas entre el terciario superior y el cuaternario han sido sometidas al continuo modelamiento por la acción del agua y del intemperismo; los fuertes periodos erosivos parecen haber sido acompañados por consecuentes erupciones volcánicas que remodelaron el paisaje.

Las vulcanitas más antiguas consisten en lavas y escorias de composición andesítica y sus variedades. Las rocas más recientes son flujos piroclásticos o lahares y depósitos aluviales que ocupan las zonas deprimidas dejadas por la erosión de las formaciones geológicas más antiguas. Gran parte de las formaciones anteriores están cubiertas por material coluvial reciente y suelo. El volcanismo más reciente ha aportado capas de ceniza y lapilli que cubren en diferentes espesores casi toda la región. Sobre estas rocas se han desarrollado suelos del tipo andosoles.

Las discontinuidades litológicas y la presencia de fallas, diaclasas y planos de estratificación, junto con el predominio material de baja consolidación, han contribuido con el grado de susceptibilidad al movimiento de remoción en masa.

Las lavas por lo general se presentan resistentes a los procesos de desintegración física y química formando las principales prominencias y escarpes del relieve; sin embargo, presentan con frecuencia un intenso fracturamiento y laminación que las puede hacer suceptibles al intemperismo. Los flujos piroclásticos están conformados por fragmentos, en una matriz tobácea, de variadas dimensiones y textura, desde finas partículas de cenizas y lapilli, cantos redondeados y subredondeados, hasta bloques de composición andesítica. Los derrubios de ladera presentan por lo regular fragmentos angulares a subangulares y muy hetereogéneos en su dimensión, inmersos en una matriz limoarenosa. La cobertura de suelo ubicada sobre las anteriores formaciones litológicas está constituida por regular por materiales limo-arcillosos.

5.10.3 Geologia estructural.

Como ya se mencionó anteriormente, en el marco tectónico, Nariño se encuentra en una de las zonas más activas geológica y tectónicamente del país, el Municipio de SANDONA particularmente está atravesado por distintas estructuras tectónicas, entre las que tenemos:

5.10.4 Fallas geológicas

Los principales rasgos tectónicos de fallamiento en la región lo constituyen: Falla Ancuya–El Peñol, Falla Yumbo, Falla Patía - Guáitara y la Falla Manchabajoy. (Murcia y Cepeda, 1991).

Falla Patía - Guáitara: Perteneciente al sistema de fallas Cauca – Patía, controla el cauce del Río Guaítara, el cual limita el municipio de SANDONA en el extremo Occidental. Tiene una orientación predominante N 10 – 20 E. No se han evidenciado rasgos neotectónicos, sin embargo el gran socavamiento y procesos erosivos intensos generados sobre el cauce y márgenes del Río, sugieren su posible actividad.

Falla Ancuya – El Peñol: Pertenece de igual forma al sistema de fallas Cauca – Patía, con una orientación aproximada de N 20 – 25 E, la cual pone en contacto rocas del Grupo Diabásico (Kvd) con rocas de la Formación Esmita (Tme). En la zona se ve evidenciada por facetas triangulares en el sector del Corregimiento de Bolívar, alineamientos de las Quebradas Cocha Verde (Corregimiento El Vergel), La Feliciana (Corregimiento de Bolívar) y escarpes y silletas entre Plan Guaítara y Tarurco. Sobre la mayor parte del trazo de falla se presenta un gran intensidad de procesos erosivos que han marcado el paisaje con grandes cicatrices de deslizamientos.

Falla Yumbo: tiene una orientación N 30 E y, junto con la Falla Ancuya conforman una pequeña depresión, rellenada por sedimentitas terciarias de la formación Esmita (Tme), las cuales están plegadas suavemente. ((Murcia y Cepeda, 1991). En la zona es reconocible por: Control de corrientes en las Quebradas Hundido, Potrerillo, Cucho, Tigrillo y Pacaguáico, Facetas triangulares (Corregimiento de San Bernardo) evidenciando un movimiento dextrolateral y silletas de falla (caserío del Socorro). También se observa sobre la mayor parte del trazo de falla una gran intensidad de procesos erosivos que originan zonas de alta inestabilidad.

Falla Manchabajoy: Tiene una orientación aproximada de N 40 – 45 E. Se puede evidenciar por claras cicatrices y escarpadas pendientes en las colinas residuales que limitan la parte oriental del Casco Urbano del Municipio de SANDONA, alineación de silletas que bordean las vertientes altas de las quebradas Cucho, Potrerillo y El Hundido y control de drenajes. La presencia de brechas de falla y estructuras de disolución es fácilmente reconocida en los sectores de Roma Chavez.

En el sector del El cementerio municipal muestran claramente fisuras asociadas a fallas de origen tectónico que se extienden en dirección SW, atravesando el lote de urbanización de San Jerónimo. (Salas y otros, 2000).

Su cercanía al casco Urbano hacen que esta falla tome gran importancia, aunque no se han presentado estudios especializados sobre su grado de actividad, la presencia de fenómenos erosivos intensos alrededor de gran parte de su tramo evidencian el alto grado de inestabilidad de los materiales atravesados por esta.

5.10.5 Lineamientos

Son estructuras lineares reconocidas en la fotointerpretación que pueden evidenciar o no actividad de fallamiento. En el Municipio de SANDONA fue posible reconocer un gran alineamiento con dirección .sobre el Valle de la Quebrada San Juan, el cual es asociado a

fallamiento según Murcia y Cepeda 1991, aunque en campo no se pudo constatar si se trataba de ello, debido talvés a las secuencias volcánicas que lo recubren que enmascaran su posible actividad. Otros lineamientos menores correspondieron a planos de estratificación sobre La Formación Esmita (Tme).

5.10.6 Diaclazamiento

Corresponden a zonas altamente fracturadas debido a una fuerte actividad tectónica, en el Municipio se pueden identificar sobre los diferentes trazos de falla, especialmente en los sectores de Roma – Chavez, donde se aproximan las fallas reconocidas anteriormente.

5.10.7 Geología Económica

- Identificación y delimitación de los recursos mineros activos y potenciales

En el Municipio de SANDONA, son explotados actualmente recursos minerales de la siguiente forma.

Materiales de construcción:

- Triturado: Rocas altamente fracturadas del tipo andesitas, no necesitan procesos de fragmentación secundaria, estas son explotadas en las canteras de los señores Héctor Goez Leal y Marco Tulio Paz. Vía Sandoná- Ancuya y vereda Chupadero, respectivamente. También se ubicó una explotación ilegal sobre la vía Roma Chavez – Dorada Guáitara. No se determinó el responsable de ella. La Cantera propiedad del señor Germán Díaz aprovecha materiales del tipo Tqvll (lahares y Lavas), también como triturado.

- Recebo: son aprovechadas rocas metavolcánicas altamente fracturadas y en algunas ocasiones sedimentitas de la Formación Esmita (estrato conglomerático. Se identificó la cantera de los herederos del señor Isímaco Salas, ubicada en el Vergel. Una cantera totalmente abandonada para explotación de este material se localizó en cercanías de la Planta electrica, sector de El Ingenio.

- Rajón: Son utilizadas lavas aflorantes en el sector la Buitrera, vía principal a Pasto, propiedad de Nectario Gómez e hijos y una abandonada en el sector del puente del La Quebrada el Ingenio.

- Arcillas: Los depósitos volcánicos, principalmente caídas de ceniza , son aprovechados en la fabricación de ladrillos. En las zonas periféricas de la ciudad, Barrio Porvenir principalmente, se identificaron varias ladrilleras, sus propietarios son: Esperanza Arcos de Salas, Alba Rojas, Jaime Tobar, Anita Tobar, Anita Romo, Francisco Burbano, Sergio Elias Burbano y Dagoberto Romo

Oro – Metales preciosos.

Se han realizado trabajos exploratorios a nivel de mediana minería en los sectores del Río Guaítara. Estos estarían asociados a depósitos filonianos sobre rocas metavolcánicas del

Grupo Diabásico. Actualmente SANDONA Ordinaría de Minas tiene solicitada un área aproximada de 5000 hectáreas el cual involucra los municipios de Consacá, Ancuya, Linares y SANDONA, para un proyecto de exploración de oro.

- **Impactos ambientales producidos por la actividad minera.**

La actividad minera en el Municipio se concentra principalmente en la extracción de materiales para construcción. El sistema de explotación utilizado es a cielo abierto.

Las actividades mineras en general y especialmente las realizadas a cielo abierto generan una serie de impactos ambientales sobre gran parte de los componentes, tanto en sus primeras fases de explotación hasta las de beneficio y transporte.

- **Impacto sobre el componente geosférico**.

El impacto sobre este componente es alto debido a la desestabilización geomorfológica en el área de explotación, dándose la pérdida total del suelo original y procesos erosivos intensos. En todas las canteras visitadas este impacto es evidente, presentándose casos críticos como las Canteras de los señores Marco Tulio Paz y Isímaco Salas, en donde los procesos de inestabilidad afectan las zonas aledañas a este. En ellas no se cuenta con sistemas apropiados de explotación ni medidas de mitigación necesarias.

- **Impacto sobre el componente paisajístico.**

Las condiciones paisajísticas se ven altamente alteradas por el tipo de minería, el impacto visual negativo es alto. No se observaron medidas de mitigación en ninguna de las canteras visitadas.

- **Impacto sobre el componente biotico**.

El impacto sobre este componente es relativamente bajo porque la mayoría de las explotaciones no se encuentran en áreas de gran potencial biótico, correspondes a zonas en donde hay procesos denudativos naturales.

- **Impacto Sobre El Componente Atmosferico**.

Este impacto es evidenciado principalmente en las ladrilleras, ya que la quema de leña utilizada en los hornos produce altos niveles contaminantes.

El Ruido producido por el transporte a través de volquetas es mínimo, debido a su baja circulación, además no existen centros poblacionales cercanos al área de explotación. Sólo en el caso de la cantera propiedad del Señor Germán Díaz, el ruido producido por la trituradora ha ocasionado molestias a los habitantes del Barrios Aledaños, esta se encuentra muy cerca del casco urbano.

En el resto de explotaciones visitadas, el impacto sobre la atmósfera es bajo por el tipo de material y volumen extraído.

- **Impacto Sobre el componente Hídrico.**

No existe incidencia sobre este componente debido a que ninguna de las canteras se encuentra en áreas de influencia hídrica.

- **Impacto sobre el componente socioeconómico.**

El impacto es positivo, puesto que la mayoría de explotaciones se encuentran en zonas de baja productividad agrícola (actividad económica principal en el municipio), mejorando así su aprovechamiento. Un buen manejo de ellas, técnica y ambientalmente, facilitaría su crecimiento como zonas propicias para trabajos mineros, reforzando una nueva actividad económica y ofreciendo un producto óptimo para las diferentes obras civiles de las zonas aledañas.

Reglamentación de áreas futuras para la actividad minera.

El Art 332 de la Constitución Política de Colombia, establece que: Los minerales yacentes en el suelo o subsuelo en cualquier estado físico natural, son de exclusiva propiedad del estado. La propiedad estatal de los recursos naturales no renovables es inalienable e imprescriptible.

De acuerdo a lo anterior, cualquier persona natural ó jurídica que pretenda explotar los recursos mineros, debe solicitar la autorización pertinente al Estado, el cual promulga las leyes que regulan la exploración y explotación de estos.

En la actualidad, se encuentra la **Ley 685 de 2001**, por medio del cual se expide el Codigo de Minas y se dictan otras disposiciones aprobado por el Congreso y firmado por el Ejecutivo.

1. Quien desee explorar y explotar recursos mineros, debe solicitar a la entidad competente (AGENCIA NACIONAL DE MINERIA), para el aprovechamiento de minerales, el contrato de conseción comprende tres períodos:

- Período de exploración: comprende un período no superior a tres años, en el cual se realizarán labores técnicas para determinar la viabilidad del proyecto.

- Período de construcción y montaje: comprende hasta los tres años siguientes al período de exploración, en este lapso se deben realizar la instalación de infraestructura y montajes necesarios para las labores de explotación.

- Período de explotación: corresponde a los años restantes del término requerido en la concesión después de los dos períodos iniciales. El tiempo total de un contrato puede llegar hasta los 30 años.

5.11 GEOMORFOLOGIA

Las formas presentes en el paisaje tienen una explicación en los procesos formadores y destructores del relieve. La descripción y el análisis de las geoformas presentes, permiten comprender las causas y los efectos posibles de los agentes naturales generadores del actual relieve. La geomorfología y el tipo de erosión determinadas se encuentran representadas en el mapa geomorfológico y morfodinámico.

5.11.1 Zonas Geomorfologicas

Se reconocieron en el municipio varias zonas distinguibles geomorfológicamente, entre ellas:

Z G. 1 : (Zona Geomorfológica 1)

Corresponde a la parte Occidental del Municipio, sobre la Vertiente Oriental del Río Guaítara. Presenta relieves fuertes, pendientes superiores de 30- 65% ,cuchillas angulares, drenajes subparalelos, sobre rocas Kvd principalmente ,.distribuidas hacia el NW conformadas por secuencias volcánico-sedimentarias de afinidad oceánica y con metamorfismo de bajo grado. Con procesos de erosión fluvial lateral y disección fuerte sobre drenajes.

Z G.2 : (Zona Geomorfológica 2)

En ella se ubican gran parte de sectores tales como: El Vergel, Bolivar, San Bernardo,Roma – Chavez y Chupadero. Presenta relieves ondulados, altamente disectado en sus drenajes. Sistema de drenajes subparalelo, procesos erosivos intensos (deslizamientos, erosión laminar concentrado, escurrimientos, alta desnivelación), control estructural por estratificación. Asociado principalmente a la formación Esmita Tme. La secuencia conforma una faja de orientación NNE, fallada por sus costados S y W. Los estratos se hallan inclinados hacia el E conforman un gran sinclinal (GROSSE,1935), producido por tectónica comprensiva

Z G .3: (Zona Geomorfológica 3)

Localizados en diferentes sectores como Melendez, Microcuenca de la Quebrada Saraconcho, la Cocha, Microcuenca de la Quebrada La Feliciana. Se caracteriza por presentar superficies de relieves ondulados a fuertemente ondulado generalmente al pie de laderas, sus materiales son de tipo coluvial y están altamente fragmentados. Presenta fuertes procesos denudativos.

Z.G .4: (Zona Geomorfológica 4)

Relieves ondulados semiplanos, asociados a depósitos TQvlp. Esta unidad está conformada por varios depósitos de lahares intercalados y separados por caídas de cenizas. Disección y denudación fuerte en sus drenajes.

Z G. 5: (Zona Geomorfologica 5)

Localizado principalmente sobre la Vertiente Occidental del río Chacaguaico, se caracteriza por presentar relieves fuertes, laderas, pendientes mayores 65%, drenajes subparlelos que cortan rocas volcánicas principalmente. Se observan procesos erosivos moderados

Z.G. 6: (Zona Geomorfologica 6)

Se presentan bajo los ejes montañosos que delimitan la parte alta de la Q. Honda y La Taguada, sobre el flanco montañoso oriental del casco urbano de Sandoná Se observan claras cicatrices en la superficie de la parte superior de las vertientes con escarpadas pendientes que se asemejan casi a paredes rocosas debido a su escasa cobertura vegetal. Estas formas corresponden a la disección diferencial antigua, cuyo desarrollo está ligado a factores tectónicos, litológicos y paleoclimáticos. Estas formas pueden corresponder también a antiguos movimientos en masa que han dejado el actual relieve en forma de anfiteatro., obedeciendo a los cambios litológicos entre coladas de lavas y piroclastos o lahares, los escarpes son subverticales, asociados a fenómenos de desprendimiento.

Z G 7: (Zona Geomorfologica 7). Corresponde a la Parte NW del principal eje montañoso que divide al Municipio, el cual presenta influencia tectónica, litológica y denudativa, esta última ha favorecido la formación de superficies de aplanamiento.

Z G 8: (Zona Geomorfologica 8). Localizado sobre el valle de la quebrada El Ingenio, presenta relieves ondulado a semiplano asociado a depósitos torrenciales.

Z G 9: (Zona Geomorfologica 9). Localizado sobre los diferentes ejes montañosos y planicies con rumbos SE-NW indicando la dirección de flujo de los materiales ígneos provenientes del foco volcánico Galeras. Se caracteriza por presentar reelieves semiplanos, disectados hacia sus drenajes. Controlado por depósitos de caídas de cenizas principalmente.

Z. G. 10 (Zona Geomorfologica 10). Localizados principalmente en la Parte SE del Municipio, sobre laderas del Volcán Galeras. Presenta relieve muy quebrado asociado a rocas volcánicas efusivas.

5.12 PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS

La morfodinámica presente en la zona es intensa, es así como se pueden distinguir varias geoformas que evidencias su alto grado, entre ellas tenemos:

5.12.1 Geoformas Estructurales

- Facetas triangulares: Son escarpes de fallas disectados por el proceso de degradación de interfluvios y representan un remanente erosivo de un escarpe de falla, pueden ser producidas, tanto en movimientos verticales como de rumbo. En la zona se observan asociadas a las Fallas de Ancuya – Peñol, Falla Yumbo principalmente.

- Valles lineares:Son depresiones a lo largo de una zona de falla y que generalmente son ocupadas por corrientes que fluyen a lo largo de esta depresión, dando como resultado

la formación de valles más o menos asimétricos en forma de "V". En la región se identifica esta clase de valles sobre los Ríos Guaítara, Chacaguaico y quebradas Chacaguaico, San Juan, El Tigrillo.

- Drenajes deflectados: Son drenajes que entran en una zona de falla generalmente en ángulo oblicuo y fluyen paralelo al trazo de la falla por alguna distancia antes de retornar a la orientación o flujo original. Se identifican algunos drenajes de este tipo sobre las microcuencas de las Quebradas Saraconcho, La Feliciana y Chacaguaico, asociados a las Fallas Ancuya – Peñol, Yumbo y Manchabajoy.

- Silletas: Son quiebres de pendiente en forma de depresión o silla, localizados en laderas y cimas de montañas, producidas por el desgaste a lo largo de la zona de falla. Son identificables sobre los trazos de las Fallas Yumbo y Manchabajoy principalmente.

- Hombreras: son indicios geomorfológicos asociados a fallamientos de componente vertical, están representados por cambios altimétricos en los flancos de las laderas que normalmente caen a la vertiente de un valla, generalmente se presentan en la mitad de la ladera y en la parte inferior de la misma. Son identificables sobre los trazos de las Fallas Yumbo y Manchabajoy principalmente.

- Hundimientos. Son depresiones lineares de similitud a los valles lineares pero sin una corriente significativa que lo disecte. En la zona se identifica el el sector occidental de casco Urbano, zonas del Cementerio, San Jerónimo y Melendez.

- Fallas: Fractura producida por esfuerzos tectónicos a lo largo de la cual se ha producido un desplazamiento apreciable. En la zona existen cuatro fallas reconocidas: Falla Guaítara, Falla Ancuya – Peñol, Falla Yumbo y Falla Manchabajoy.

- Lineamientos: son estructuras lineares reconocidas a través de fotointerpretación principalmente, pero no se han encontrado estructuras de movimiento asociadas a ellos. Se pueden distinguir en la zona sobre la quebrada San Juan y parte occidental del casco urbano.

5.12.2 Geoformas Denudativas

- Deslizamientos: se tratan de movimientos de vertiente pendiente abajo, producido por cizalladura a lo largo de una o varias superficies de debilidad dentro de una zona relativamente estrecha. Su extensión y grado de actividad los puede dividir en: mayores, menores, activos o inactivos respectivamente. En el Municipio son reconocibles principalmente en la zona geomorfológica 2 (Z.G.2).

- Erosión laminar: desgaste de la superficie de la tierra por procesos denudativos, según su grado de magnitud , puede clasificarse como: Erosión en surcos y erosión en cárcavas. La zona geomorfológica 2 presenta estos fenómenos, asentuados principalmente sobre los drenajes que la disectan.

- Taludes de escombros. Son geoformas denudativas de origen gravitacional, asociadas a depositos de pendiente. Sobre la zona se localizan al pie de escarpes y paredes rocosas tanto en Zona Geomorfológica 2 y Zona Geomorfológica 6.

- Erosión fluvial: comprende los procesos producidos por corrientes a lo largo de su cuenca, esta puede presentarse como socavamiento lateral y de lecho. Los Rios Guaítara, Chacaguaico y Quebradas La Feliciana, Saraconcho y Careperro presentan este tipo de erosión.

5.12.3 Geoformas Deposicionales

- Depósitos torrenciales. Corresponden a geoformas planas a onduladas asociadas a depósitos torrenciales principalmente reconocidos sobre el valle de la Quebrada El Ingenio.

- Abanicos aluviales: Son geoformas conicas, depositados donde la pendiente de una corriente se hace menor. En el municipio, son identificables en las desembocaduras del Rio Chacaguaico y quebradas La Feliciana, Saraconcho, Careperro y San Juan sobre el Río Guaítara.

5.12.4 Geoformas Volcánicas

- Campos de ceniza: Son geoformas planas o ligeramente planas asociadas a depósitos de caída piroclástica. Esta geomorfología caracteriza la zona 4 del Municipio.

- Coladas de lava. Originan relieves abruptos producto del contraste de las rocas aflorantes. Se distinguen están geoformas en la zona 10.

6. AMENAZAS NATURALES Y ANTROPICAS

6.1 CONCEPTUALIZACIÓN

El reconocimiento adecuado de las amenazas derivadas de fenómenos naturales y/o antrópicas, así como la preparación de mapas de amenazas se constituye en una herramienta fundamental para la planeación de un territorio, ya que se evalúan diferentes aspectos físicos concretos en los cuales van a interactuar la población y estructuras de un municipio.

Es conveniente por lo tanto definir los conceptos que deberán abordarse en los planes respecto a esta temática.

- **Amenaza.** Factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre, que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos a las personas, los bienes y/o el medio ambiente. Matemáticamente expresada como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con cierta intensidad, en un sitio específico y durante un periodo de tiempo determinado.

- **Vulnerabilidad.** "Es la ***condición en que se encuentran las personas y los bienes expuestos a un grado de amenaza***, en relación con su capacidad o inhabilidad para afrontar o soportar la acción de un evento posible" (IGAC, 1996).

- **Riesgo.** "La combinación de la amenaza y la vulnerabilidad determina el riesgo, el cual indica la ***probable pérdida de bienes y personas en caso de presentarse un evento determinado en un período y área conocida***. El riesgo puede calificarse en alto, medio o bajo riesgo, de acuerdo a la amenaza o conjunto de amenazas que lo definan, plasmándose en un mapa en el cual se puedan visualizar las áreas de riesgo y aquellas que no presentan problemas, identificando las que pueden ser recuperadas y las que revisten mayor potencial de amenaza" (Minambiente, 1998).

- **Elementos en Riesgo.** Son la población, los edificios, instalaciones, obras de infraestructura, actividades económicas, servicios públicos, etc., expuestos a una amenaza.

6.1.1 Reseña histórica sobre desastres naturales en el municipio de Sandoná

El municipio de Sandoná, por la gama de condiciones naturales, presenta características que lo hacen muy privilegiado, pero al mismo tiempo es un espacio geográfico en donde la presencia de fallas geológicas, junto a los acentuados factores meteorológicos, actúan acelerando los procesos erosivos sobre el alto contraste de pendientes (30% y 65%) propias de la región, convirtiéndose de esta manera en un lugar que se distingue por zonas de diferente grado de amenaza natural.

Históricamente el área de estudio ha presentado eventos naturales y antrópicos de alguna peligrosidad para sus pobladores, en donde han dejado como resultado algunos cultivos agrícolas deteriorados, viviendas afectadas y caminos en mal estado; por fortuna las pérdidas humanas son pocas.

Los desastres son numerosos e incalculables en la región y su impacto se hace cada vez mayor. Las pérdidas económicas y sociales han aumentado en los últimos años y la comunidad en general se ha vuelto más vulnerable, como consecuencia del crecimiento de la población y del proceso urbanizador.

La Amenaza del Potrerillo.

Las condiciones físicas donde está sentado el Municipio de Sandoná. Antiguamente según la tradición oral este valle fue una montaña de seiscientos metros de altura, con el asentamiento de un caserío indígena en un pequeño plan llamado "PALTAPAMBA", que desapareció al hundirse esta montaña. El borde occidental de esta nueva planicie quedo como resultado del hundimiento que es muy flojo, y la consecuencia a sido que se originaron nuevos deslizamientos que serían difícil explicar. Es una larga historia que casi nadie conoce y aunque a simple vista se nota que estamos encima de una zona de gran riesgo.

La grieta presenta en la zona occidental localizada en la montaña del Potrerillo es para ponerle atención, pues el volcán galeras no nos causará daño, pero si se derrumba la

montaña ocurrirá una catástrofe muy grande, el temblor que producirá podría tumbar Dios no quiera la iglesia, las casas de construcciones vieja, se llevaría consigo el cementerio, el barrio Villa del Rosario, San José, San Gerónimo, y quien sabe más. En 1950 fue cuando observé por primera vez la grieta, tenía cuarenta centímetros de ancho, ahora tiene un desplazamiento de más de 15 metros, toda el agua lluvia se filtra porque no tiene salida, al hacer un recorrido por la vereda La Joya donde viven al pié del peñasco varias familias que deben ser evacuados, me di cuenta que empieza a partirse por otros lados de la loma, el tramo de bóvedas del tramo sur occidental del cementerio ya está inclinándose o venciéndose hacia delante y en el costado oriental en el mismo se ven grietas pequeñas en medio de las bóvedas.

En el Corregimiento de Roma Chaves se presentaron deslizamientos bajo sementeras cultivadas de caña, café, plátano dejando suelos agrietados. Las vías que conducen al Chupadero, Dorada Guaítara se encuentran intransitables, las casas destruidas, por lo cual fue necesario evacuar las personas que allí residían dejando de esta manera varios damnificados por la pérdida de sus bienes.

Amenazas Geológicas y Geomorfológicas.

Amenaza Volcánica

El Municipio de Sandoná se encuentra cercano al Complejo Volcánico Galeras, hacia su parte norte. Los estudios realizados por parte de la AGENCIA NACIONAL de MINAS determinaron a Sandoná como zona de amenaza baja por actividad volcánica, la cual puede ser afectada especialmente por la caídas de cenizas y ondas de choque.
En sus límites, el Río Chacaguaico es considerado como zona de amenaza media, afectada por flujos de lodo secundarios y poco probables flujos piroclásticos de gran magnitud.

La caída de cenizas puede provocar el colapso de algunas estructuras, contaminación de sistemas de drenaje e irrigación y cultivos, efectos nocivos sobre la salud tanto de pobladores como de animales, viéndose afectadas principalmente los sectores de Santa Bárbara, El Ingenio, Alto Ingenio, Alto Jiménez, Santa Rosa, Loma Redonda, La Loma y El Balcón.

Amenaza Sísmica

Con base en el registro sísmico de varias décadas, principalmente en los Institutos geofísicos y redes sismológicas del país, La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica produjo una zonificación en zonas de Alto, Intermedio y Bajo Amenaza Sísmica, Ley de la República a partir de 1984. (Velásquez y Meyer, 1990). Nariño se encuentra dentro de la zona de amenaza Alta por sismicidad y por lo tanto la zona de estudio.

El Municipio de SANDONA por encontrarse dentro de la zona de influencia de estas fallas y a un centro eruptivo, puede verse sometido a eventos sísmicos tectónicos y volcano - tectónicos fuertes. Sin embargo son pocos los estudios que se han adelantado con respecto a este tema.
Aunque no se cuenta con estudios específicos y locales de amenaza sísmica, se puede propender a realizar estudios posteriores y detallados de vulnerabilidad física, tanto para estructuras como para líneas vitales, estudios geotécnicos y geológicos principalmente

zonas de amenazas altas y medias por deslizamientos y para el casco urbano en donde hay mayor población en riesgo.

Amenaza Por Deslizamientos

Es el movimiento pendiente debajo del suelo y/o roca, cuando el movimiento de cizalla supera la resistencia de la cizalladura, dándose un desplazamiento de una o varias superficies de ruptura.

Los deslizamientos junto con la erosión han sido las causas mayores de pérdidas que han perjudicado la economía humana en el sector occidental de Sandoná. La destrucción de las laderas y la erosión han sido el primer efecto visible en el área de estudio, los movimientos en masa y ruptura y fisuramiento del terreno han generado daños que se evidencian en diferentes corregimientos, su grado de intensidad ha servido para valorar la amenaza.

- **Amenaza Alta**

Se consideran las siguientes zonas del Municipio como de grado de amenaza alta por deslizamientos.

a. Vertiente oriental del rio Guaítara

Localizada en la zona geomorfológica 1 (Z.G.1), hace que las altas pendientes encontradas en esta zona, el tipo de material rocoso, su grado de alteración, procesos de erosión fluvial y tectonísmo, contribuyan a la presencia de fenómenos erosivos intensos, se evidencian grandes marcas de deslizamientos, algunos de los cuales incluso han ocasionado represamientos sobre el río. Son reconocidos represamientos históricos como los ocurridos en el año de 1936. Sobre esta zona la vulnerabilidad es moderada ya que existen pocos elementos en riesgo, escasa densidad de población y cultivos, sin embargo la escuela de Dorada - Guáitara y vía de Dorada – Guaítara – Chupadero, son altamente vulnerables.

b. Microcuenca de la quebrada la Feliciana

Localizada en la zona geomorfológica 2 (Z.G.2), Es una vertiente con pendientes mayores a 65%, en ella se observa escurrimiento concentrado de partículas en suelos mal estructurados sobre la Formación Esmita, donde la escorrentía superficial, factores tectónicos, litológicos y climáticos va formando progresivamente surcos, cárcavas y aterrazamientos, hasta originar deslizamientos de gran escala y muy activos. Las zonas altas de esta vertiente, en los sectores de Bolívar, Bellavista, Los Balsales, Feliciana y vía que conduce de la vereda Bellavista a La Feliciana; se han visto grandemente afectadas por destrucción en cultivos, infraestructura, viviendas y centros educativos, ocasionando una alta vulnerabilidad. Los diferentes procesos erosivos se han acelerado en épocas invernales.

En general los sectores de Bellavista y Feliciana se ven muy afectados y se han causado problemas severos sobre estas comunidades. El estado actual de muchas viviendas de este lugar no ofrece seguridad para ser habitadas. Es inminente la necesidad de reubicación, recomendablemente a las zonas de amenaza baja cercanas: área comprendida entre El Vergel y Aradas.

7. OFERTA Y DEMANDA HIDRICA

7.1 OFERTA HIDRICA

Información Hidrológica y Meteorológica. La información meteorológica necesaria para el cálculo de la oferta hídrica se solicitó al Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, estaciones con periodicidad mensual de precipitación y temperatura, con datos desde la fecha de instalación hasta la fecha de suspensión y/o periodo de datos disponibles.
Dentro del área de influencia de las microcuencas quebrada Belén y Magdalena no hay estaciones disponibles, mas sin embargo a la hora de escoger las más adecuadas se tuvo en cuenta que se ubiquen dentro del área de la cuenca del Río Guaítara.

Series completas de Precipitación y Temperatura: para el estudio y análisis de oferta de las microcuencas se estableció un periodo histórico de 20 años, contados a partir del año 1993 hasta el 2012, este periodo se determinó analizando las fechas de instalación y reporte de datos de las estaciones mencionadas anteriormente.
En algunos de los casos la información de las estaciones no viene completa, por lo tanto se realizó un relleno de estadísticas con el fin de contar con series completas de datos, para tal fin se eligieron estaciones cercanas y similares en altitud[7], de igual manera se tuvo en cuenta que las estaciones vecinas cuenten con series completas de datos en periodos similares; cada dato faltante se rellenó mediante la aplicación de regresiones lineales y un porcentaje de datos se rellenó remitiéndose a fuentes secundarias de información como el índice de escasez para aguas superficiales de del Río Guaitara y el Río Juanambu.

Relleno de Estadísticas de Datos de Precipitación.

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

[7] ALFARO, Rosario y PACHECO, Rafael. Aplicación de Algunos métodos de relleno a series anuales de lluvia de diferentes regiones de Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional, Ministerio del Ambiente y Energía. Costa Rica: San José. Junio 2000. p 11.

Cuadro 21. Estaciones identificadas para relleno de estadísticas de datos de precipitación

ID	CODIGO	ESTACION	CATEGORIA	ELEVACION (m.s.n.m)	DIFERENCIA DE ALTITUD (m.s.n.m)	DISTANCIA HORIZONTAL (km)
1	520550	SINDAGUA	CP	2800		
	520500	TANGUA	PM	2420	380	1,6
	5205009	IMUES	PM	2550	250	13,7
3	520500	TANGUA	PM			
	520550	SINDAGUA	CP	2800	380	1,6
	5205009	IMUES	PM	2550	-130	13,7
4	52055030	BOMBONA	CO	1493		
	520550	SINDAGUA	CO	2800	-1307	12,04
	520500	TANGUA	PM	2420	-927	12,88
5	52050040	SANDONA	PM	2000		
	52050020	SAMANIEGO	PM	1578	422	12.85
	52055060	TANAMA	CO	1500	500	13.02
6	52050140	VIVERO LINARES	PM	1480		
	52050020	SAMANIEGO	PM	1578	98	7.3
	52050040	SANDONA	PM	2000	520	5.9

Fuente: IDEAM 2013

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

Cuadro 22. Ausencia de valores mensuales de precipitación (1993 a 2012), Complementados con procesos estadísticos

ID	ESTACION	TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL DATOS AUSENTES
1	SINDAGUA	CP	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
2	TANGUA	PM	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
3	BOMBONA	CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
4	SANDONA	PM	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
5	VIVERO LINARES	PM	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
6	TANAMA	CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
TOTAL															**12**

Fuente: este estudio

Relleno de Estadísticas para Datos de Temperatura

Para los datos de temperatura se siguió exactamente el mismo procedimiento que para datos de precipitación, a continuación se muestran las estaciones utilizadas para la complementación de datos ausentes.

Cuadro 23. Estaciones identificadas para relleno de estadísticas de datos de precipitación

ID	CODIGO	ESTACION	CATEGORIA	ELEVACION (m.s.n.m)	DIFERENCIA DE ALTITUD (m.s.n.m)	DISTANCIA HORIZONTAL (km)
1	520554	BOTANA	AM	2820		
2	4701510	EL ENCANO	CP	2830	-10	95
3	5204501	OBONUCO	AM	2710		
4	520554	BOTANA	AM	2820	-120	4,1
5	5205502	PARAISO	CO	3120		
6	5205510	VILLA ROSA	CO	3000	120	5,8
7	5205510	VILLA ROSA	CO	3000		
8	5205501	SAN LUIS	CO	2961	39	21,6
9	5205509	SINDAGUA	SP	2800		
10	4701510	EL ENCANO	CP	2830	-30	27,13

Fuente: este estudio

Cuadro 24. Ausencia de valores mensuales de Temperatura (1993 a 2012), Complementados con procesos estadísticos

ID	ESTACION	TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL DATOS AUSENTES
	BOMBONA	CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
	BOTANA	AM	1	2	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	8
	OBONUCO	AM	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	8
	TAMINANGO	CO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
	VILLA ROSA	CO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
	PARAISO	CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		1
	SINDAGUA	SP	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
TOTAL															**72**

Fuente: este estudio

7.2 ESTIMACION DE LA PRECIPITACION

Las estaciones de precipitación involucradas en la generación del plano de isoyetas son las más cercanas a las microcuencas de las quebradas Belén y Magdalena y se encuentran en jurisdicción de la cuenca del Río Guaitara.

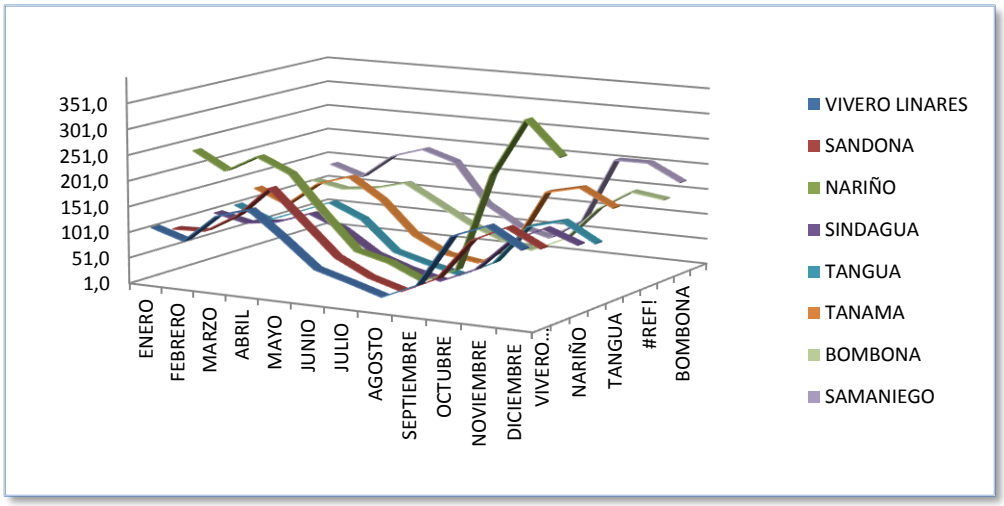
Cuadro 25. Estaciones meteorológicas con registros de precipitación en áreas de influencia de las microcuencas quebradas Belén y Magdalena

ID	NOMBRE/CODIGO	CATEGORIA	MUNICIPIO	CORRIENTE	POINT_X	POINT_Y
1	SAMANIEGO [52050030]	PM	SAMANIEGO	PACUAL	942819	640101
2	TANAMA [52055060]	CO	SAMANIEGO	PACUAL	943744	643652
3	SANDONA [52050040]	PM	SANDONA	GUAITARA	955308	637976
4	TANGUA [52050080]	PM	TANGUA	TELLEZ	965012	612754
5	VIVERO LINARES [52050140]	PM	LINARES	GUAITARA	950087	640831
6	BOMBONA [52055030]	CO	CONSACA	GUAITARA	956873	622729
7	SINDAGUA [52055090]	CP	TANGUA	GUAITARA	965303	614238

Fuente: IDEAM 2013

Con el fin de analizar el comportamiento de la precipitación en la zona, se presenta una gráfica donde se puede analizar la distribución de las lluvias en las microcuencas quebrada Belén y Magdalena.

Grafica 6. Distribución temporal de la lluvia, Microcuencas Belén y Magdalena



Fuente: IDEAM

Para mayor claridad se presenta un consolidado donde se aprecian los periodos húmedos y secos.

Cuadro 26. Definición De Periodos Húmedos y Secos por Estación

ESTACION	TIPO	PERIODO	
		HUMEDO	SECO
VIVERO LINARES	BIMODAL	MARZ- MAYO Y OCT-DIC	ENERO-FEB Y MAYO- OCT
SANDONA		MAR-MAY Y OCT-DIC	ENERO-FEB Y JUN-SEPT
TANAMA		FEB-MAY Y OCT-DIC	FEB Y MAY-SEPT
SAMANIEGO		FEB-MAY Y OCT-DIC	FEB Y MAY-SEPT
NARIÑO	MONOMODAL	ENE-ABR Y OCT-DIC	MAYO-OCT
SINDAGUA		ENE-MAY Y OCT-DIC	MAYO-OCT
TANGUA		ENE-MAY Y OCT-DIC	MAYO-OCT
BOMBONA		ENE-ABR Y OCT-DIC	ABR-SEPT

Fuente: Este estudio

En las estaciones de tipo bimodal para los periodos secos se puede observar dos comportamientos similares entre estaciones, por un lado la estación de Vivero Linares y Sandoná presentan periodos secos más cortos entre enero y febrero y el segundo entre mayo o junio hasta octubre o septiembre; en contraste con las estaciones de Tanama y Samaniego que presentan un periodo muy corto al inicio del año en el mes de febrero y uno mucho más extenso en los meses de mayo a septiembre.

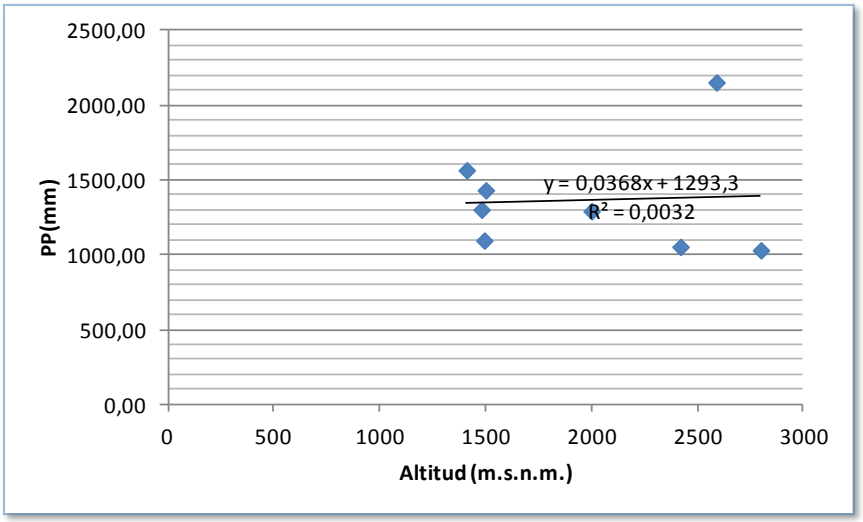
Para las estaciones de tipo monomodal el periodo seco se presenta generalmente entre los meses de mayo a octubre a excepción de la estación de Bombona que presenta un periodo seco extenso desde abril hasta septiembre.

De la misma manera para los periodos húmedos las estaciones de tipo bimodal presentan dos comportamientos, el primero con las estaciones de Vivero Linares y Sandona donde los dos periodos húmedos se inician en marzo hasta mayo y el segundo periodo entre octubre y diciembre y el segundo con las estaciones Tanama y Samaniego donde el primer periodo húmedo no se inicia en marzo sino en febrero y concluye en mayo y el segundo si es generalizado para todas las estaciones que inicia en octubre y termina en diciembre.
Los picos más secos para todas las estaciones corresponden al mes de agosto y para las épocas húmedas los picos se encuentran en el primer periodo en el mes de abril a excepción de la estación de Nariño que reporta el mes de marzo y para el segundo periodo el mes de noviembre. En el anexo 3 se puede consultar las gráficas por estación.

Trazado de Isoyetas.

Otro de los aspectos que se analizó con antelación a la generación de las isoyetas es la relación de la precipitación con la altitud para determinar si poseen algún tipo de relación, de tenerla este parámetro sería utilizado como variable extra o complementaria a la hora de realizar la interpolación. A continuación se presenta este grafico que confronta la precipitación total multianual (1993-2012, serie 20 años), con respecto a la elevación a la que se encuentra cada estación.

Grafica 7. Correlación Precipitación vs. Altitud



Fuente: este estudio

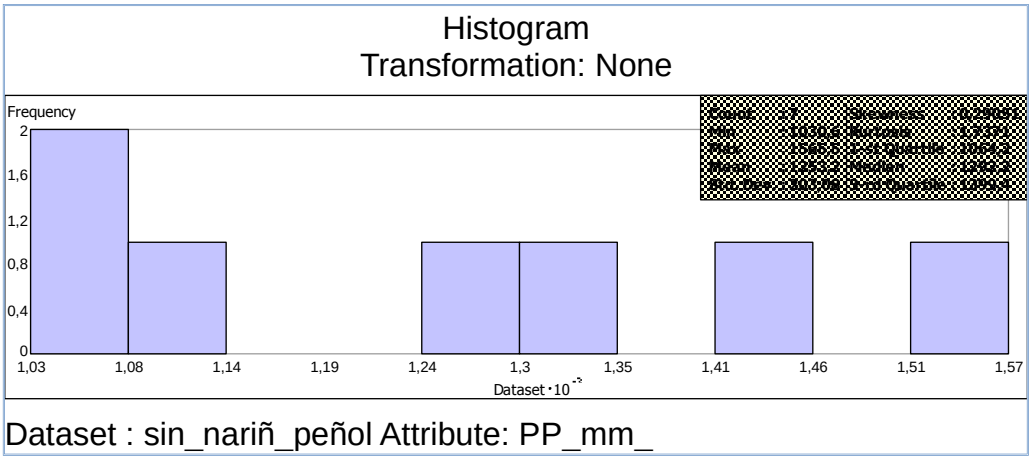
Como puede observarse en las dos graficas anteriores la relación de estos dos parámetros es casi nula, además el valor del R^2 de 0,0032, indica muy poca correlación entre las variables analizadas.

De lo anterior se puede concluir que la estimación de la precipitación se realizara únicamente con los valores multianuales, sin acompañamiento de otra variable, por consiguiente la utilización de métodos de interpolación anidados como el caso de CoKriging, estaría descartado.

Análisis Exploratorio de los Datos de Precipitación.

Con el fin de dilucidar el comportamiento de la variable de precipitación (1993-2012, serie 20 años), antes de ejecutar los modelos de interpolación se procedió a realizar una exploración estadística de los datos, la cual tiene como finalidad, conocer su naturaleza y comportamiento, esta información es muy valiosa porque permite conocer a fondo la variable y facilita la la escogencia del método de interpolación.
Se aplicó el histograma, con el fin de saber si los datos poseen o no normalidad y la gráfica QQPlot, los resultados son los siguientes:

Cuadro 27. Histograma Valores medios Anuales de Precipitación

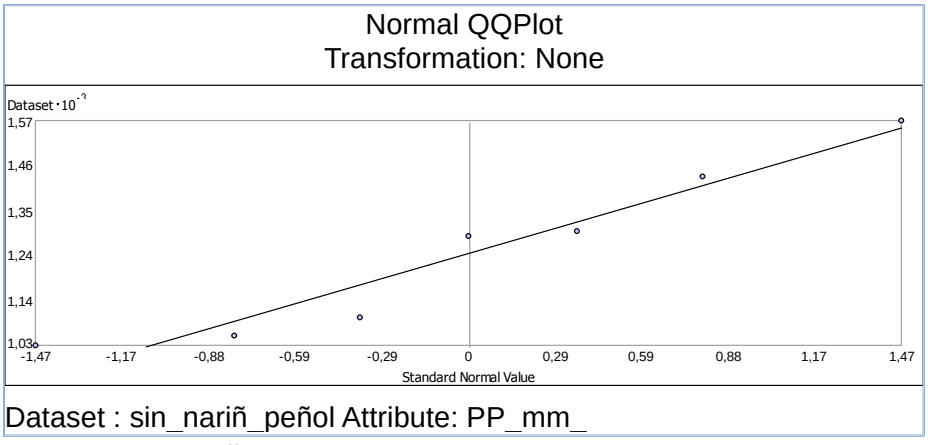


Fuente: este estudio

MEDIA: 1253,2
MEDIANA: 1292,2
COEFICIENTE DE ASIMETRIA: 0,29

A pesar de la similitud entre la media y mediana como puede observarse en el histograma la distribución de los datos no es normal, prevalece una asimetría positiva con una tendencia de los datos hacia la derecha, por lo tanto no existe el mismo número de valores del lado derecho e izquierdo a partir de la media, manifestando por lo tanto un comportamiento fuera de la normalidad.

Grafica 8. Grafico Normal QQPlot de los valores medios Anuales de Precipitación



Fuente: este estudio

Analizando el grafico QQPLOT se observar que la distribución de la variable no es la misma que la distribución de comparación porque no forman una línea recta, hay desviaciones sustanciales de la linealidad, considerando por lo tanto esta distribución fuera de la normalidad.

Análisis Estructural de los Datos de Precipitación.

El análisis estructural de los datos tiene como fin determinar qué tipo de correlación existe entre ellos, al tener los datos una cierta correlación se está hablando de una variable regionalizada y esta puede o no estar influenciada por el sentido y la dirección en la que se encuentren las variables, al estarlo se estaría frente a un caso de anisotropía, que es el caso de la precipitación media anual ya que entre más cercanas se encuentren las estaciones, menores son las diferencias en sus semivarianzas, que las que están más distantes; por lo tanto habrá variación dependiendo de la dirección y distancia en la que se encuentren ubicadas las estaciones.[8]

Teniendo en cuenta lo anterior se decidió interpolar los valores de precipitación con el método Kriging en el cual las ponderaciones están basadas no solo en la distancia entre los puntos medidos y la ubicación de la predicción, sino que también tiene en cuenta la disposición espacial de los puntos medidos y la variabilidad de los mismos.

Para la utilización del método Kriging es necesario que se cumplan dos supuestos: el de estacionariedad y normalidad, los datos de precipitación multianuales no cumplen estos supuestos, ya que se está tratando con datos cuyas varianzas se ven influenciadas por la ubicación de cada una de las estaciones involucradas con respecto al área que se va interpolar; en el segundo caso, los datos tampoco presentan normalidad como se mostro en el análisis estadístico exploratorio de datos.

A pesar de lo descrito anteriormente para realizar mapas de predicción no es estrictamente necesario que se cumplan estos dos supuestos, además el método kriging permite, remover tendencia entre las variables si las hay y admite correr modelos de trasformación normal.
el método Kriging es un método avanzado que incluye una investigación interactiva del comportamiento espacial del fenómeno que se va a interpolar con antelación a la selección del mejor método de estimación; kriging está basado en modelos estadísticos que incluyen la auto correlación entre las variables medidas, de esta manera este método también arroja una cierta certeza o precisión de las predicciones.[9]

En este sentido se exploró diferentes modelos de semivariogramas como: esférico, exponencial, circular, Gausiano, entre otros, buscando el modelo teórico que más se ajuste a los datos de precipitación; de esta exploración el que arrojo el menor error medio cuadrático fue el Circular a continuación se ven las especificaciones del método utilizado.

Cuadro 28. Parámetros Resultantes de la aplicación del método de interpolación Kriging Ordinario.

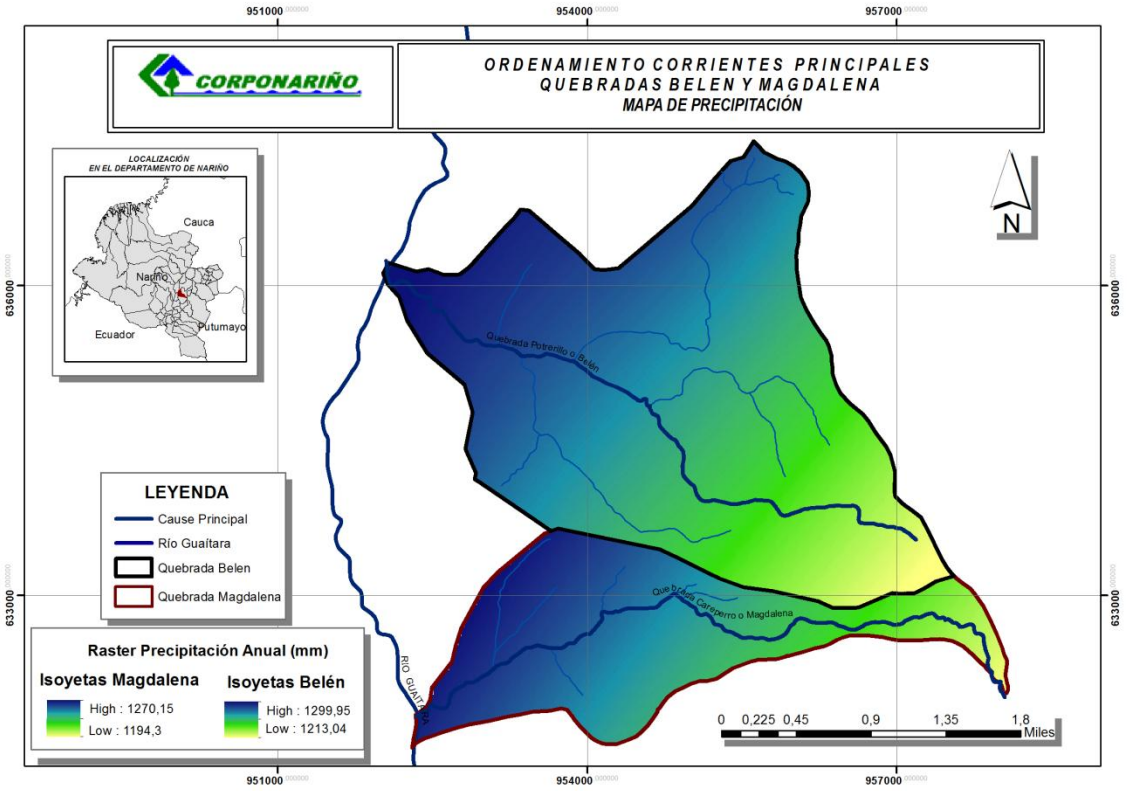
Metodo	Transformacion	Anisotropia	Root-Mean-Square	Average Standard Error	Mean Standardized	Root-Mean-Square Standardized	Mean
Circular	Logarítmica	SI	91,54	112,11	0,017	0,79	5,39

Fuente: este estudio

[8] Ramón Giraldo Henao, Introducción a la Goestadística, Estadística aplicada a las ciencias ambientales, Simposio de estadística 2002.
[9] www.ArcGis.com – www.Esri.com.

Este modelo Circular es el que menor error medio cuadrático arrojo, en comparación de los demás modelos teóricos; con las especificaciones anteriores se creó el plano de isoyetas que se presenta a continuación:

Figura 18. Modelo Raster de Precipitación Microcuencas Belén y Magdalena



Fuente: Este estudio, información base planchas topográficas IGAC

Cuadro 29. Valores de Precipitación Microcuencas Belén y Magdalena

MICROCUENCA	MINIMA	MEDIA	MAXIMA
BELEN	1213,04	1264,16	1299,94
MAGDALENA	1194,30	1244,86	1270,14

Fuente: este estudio

7.3 ESTIMACIÓN DE LA TEMPERATURA

Dentro del área de influencia de las microcuencas Belén y Magdalena, no se encuentran estaciones de temperatura, pero si dentro de la cuenca del Río Guaitara, que es a la que pertenecen, teniendo en cuenta este hecho se realizó la elección de estaciones; al igual que en el caso de la estimación de la precipitación, el periodo que se tendrá en cuenta para la elaboración del mapa de isotermas es un histórico de 20 años que parte desde 1993 hasta el año 2012.

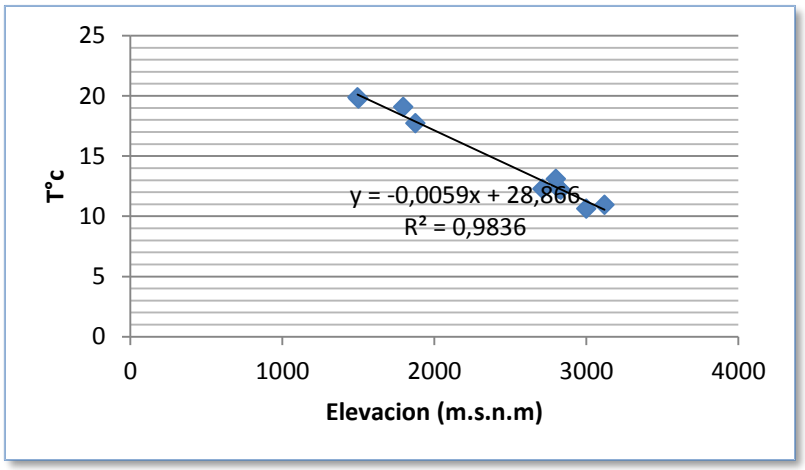
Cuadro 30. Red de estaciones de Temperatura localizadas en el área de influencia de las microcuencas quebrada Belén y Magdalena.

ID	NOMBRE/NOMBRE	CATEGORIA	MUNICIPIO	CORRIENTE	POINT_X	POINT_Y	ELEVACION (m.s.n.m)
1	ENCANO EL [47015100]	CP	PASTO	GUAMUES	990667,2	620025,9	2830
2	PARAISO EL [52055020]	CO	TUQUERRES	GUAITARA	937751,8	610153,3	3120
3	BOTANA [52055040]	AM	PASTO	AY BOTANILLA	977608,3	620032,7	2820
4	TANAMA [52055060]	CO	SAMANIEGO	PACUAL	943743,9	643651,7	1500
5	VILLA ROSA [5205510]	CO	SAPUYES	SAPUYES	937596,5	605717,9	3000
6	OBONUCO [52045010]	AM	PASTO	PASTO	974906,6	624259,3	2710
7	BOMBONA [52055030]	CO	CONSACA	GUAITARA	956873,1	622728,6	1493
8	SINDAGUA [52055090]	CP	TANGUA	GUAITARA	965303,0	614237,7	2800

Fuente: IDEAM 2013

Para la estimación de la temperatura se tuvo en cuenta las alturas presentes en la zona, por considerar que este parámetro está íntimamente relacionado con los valores de temperatura, Para esto se realizó un gráfico de correlación entre las variables, donde se evidencia esta hipótesis.

Grafica 9. TEMPERATURA VS. ALTITUD



Fuente: este estudio

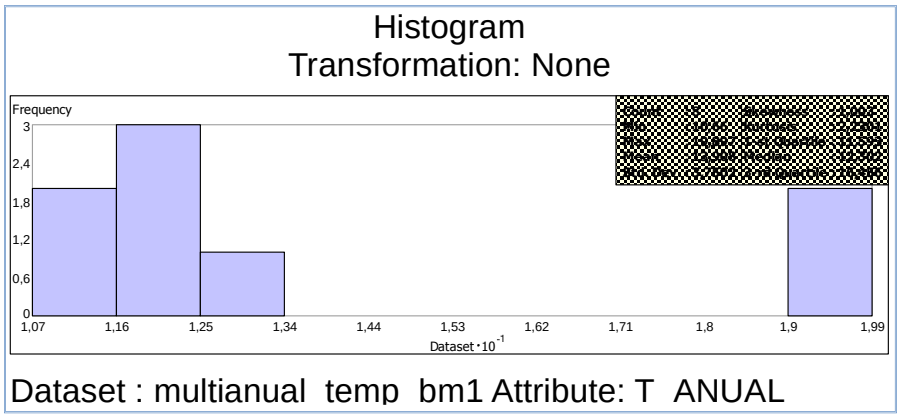
Como puede apreciarse en la gráfica el valor de R^2 es de 0,98 indicando una relación muy fuerte entre las variables; por esta razón esta variable fue incluida en el cálculo de la interpolación de los datos, con el fin de mejorar los valores de interpolación.

Análisis Exploratorio de los Datos de Temperatura.

Los datos de temperatura (1993-2012, serie 20 años), fueron analizados al igual que los de precipitación, de forma estadística para analizar parámetros como centralidad, dispersión y asimetría; esto permitirá conocer la naturaleza y comportamiento de la variable antes de aplicar algún modelo de interpolación.

Se aplicó el histograma, con el fin de saber si los datos poseen o no normalidad y la gráfica QQPlot, los resultados son los siguientes:

Grafica 10. Histograma Valores medios Anuales de Temperatura

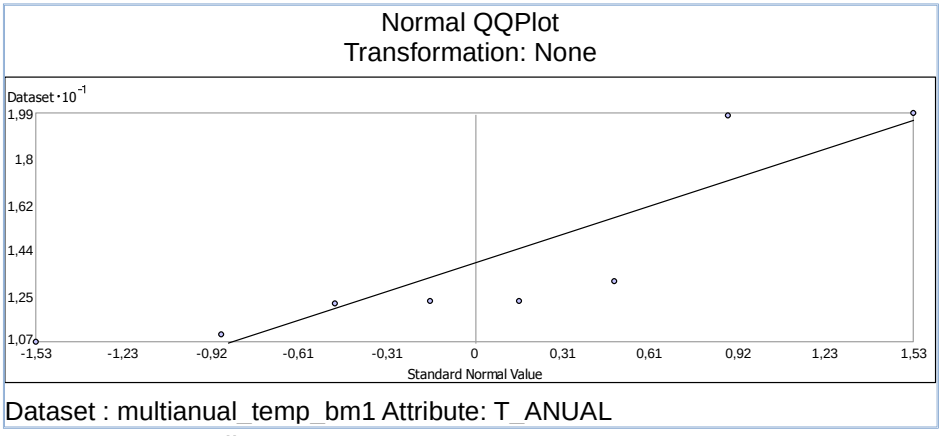


Fuente: este estudio

MEDIA: 13,90
MEDIANA: 12,30
COEFICIENTE DE ASIMETRIA: 1,00

Los datos de temperatura multianual no están dentro de la distribución normal, por cuanto los valores de la media y mediana son diferentes y el coeficiente de asimetría está muy lejano de 0; por consiguiente los valores no están distribuidos uniformemente con respecto a la media, observándose además una asimetría de tipo positiva, sesgada hacia la derecha.

Grafica 11. Grafico Normal QQPlot de los valores medios Anuales de Temperatura



Fuente: este estudio

El grafico QQPLOT se muestra también que los datos no siguen la distribución normal porque no forman una línea recta, hay desviaciones de la linealidad.

Análisis Estructural de los Datos de Temperatura

Este análisis permite determinar qué tipo de correlación existe entre los datos de la variable, al igual que en el caso de la precipitación, la temperatura también presenta tendencias direccionales influenciadas además por la distancia; por consiguiente se trata de una variable anisotropica.

Para la elección del modelo de interpolación se realizó la comparación de dos modelos de predicción,el IDW (Inverse distance weighting) y CoKriging, se compararon buscando aquel que arrojara menor error de predicción.

El método IDW (Inverse distance weighting) hace parte de los métodos determinanticos, es un modelo matemático de interpolación que usa una variable inversa de la distancia y parte del supuesto que las cosas que están más cerca son más parecidas, por lo tanto tienen más peso e influencia sobre el punto a estimar[10];este método fue complementado con la determinación de un gradiente térmico para cada una de las estaciones, para lo cual se consideró un valor de altura(z) único para cada estación, el cual fue interpolado posteriormente con la utilización de un modelo digital del terreno (DEM) de la zona, teniendo finalmente un gradiente térmico generalizado, Para la zona de interés.[11]

El método de CoKriging (Kriging Conjunto) realiza la estimación conjunta de variables aleatorias regionalizadas utilizando la correlación espacial y la correlación entre funciones aleatorias al mismo tiempo para realizar la predicción, este método realiza la predicción espacial de una variable con base en su información y en la de algún variable auxiliar que este correlacionada espacialmente con ella;[12] Para nuestro caso la variable principal será la temperatura media anual y la auxiliar será la altura (DEM modelo digital del terreno), esta última variable auxiliar está íntimamente correlacionada con la temperatura por esta razón al aplicar este método con seguridad se obtendrá una disminución notable en la varianza de la predicción.

En este sentido se exploró diferentes modelos de semivariogramas como: esférico, exponencial, circular, Gausiano, entre otros, buscando el modelo teórico que más se ajuste a los datos de temperatura; de esta exploración el que arrojo el menor error medio cuadrático fue el esférico a continuación se ven las especificaciones del método utilizado y su respectiva comparación con el modelo determinantico IDW.

[10]Diego Murillo, Irene Ortega, Comparación de métodos de interpolación para la generación de mapas de ruido en entornos urbanos, Universidad de San Buenaventura. Medellín, Colombia, febrero de 2012.

[11] Andreas Fries, "Near surface air humidity in a megadiverse Andean mountain ecosystem of southern Ecuador and its regionalization"

[12] Ramón Giraldo Henao, Introducción a la Goestadística, Estadística aplicada a las ciencias ambientales, Simposio de estadística 2002.

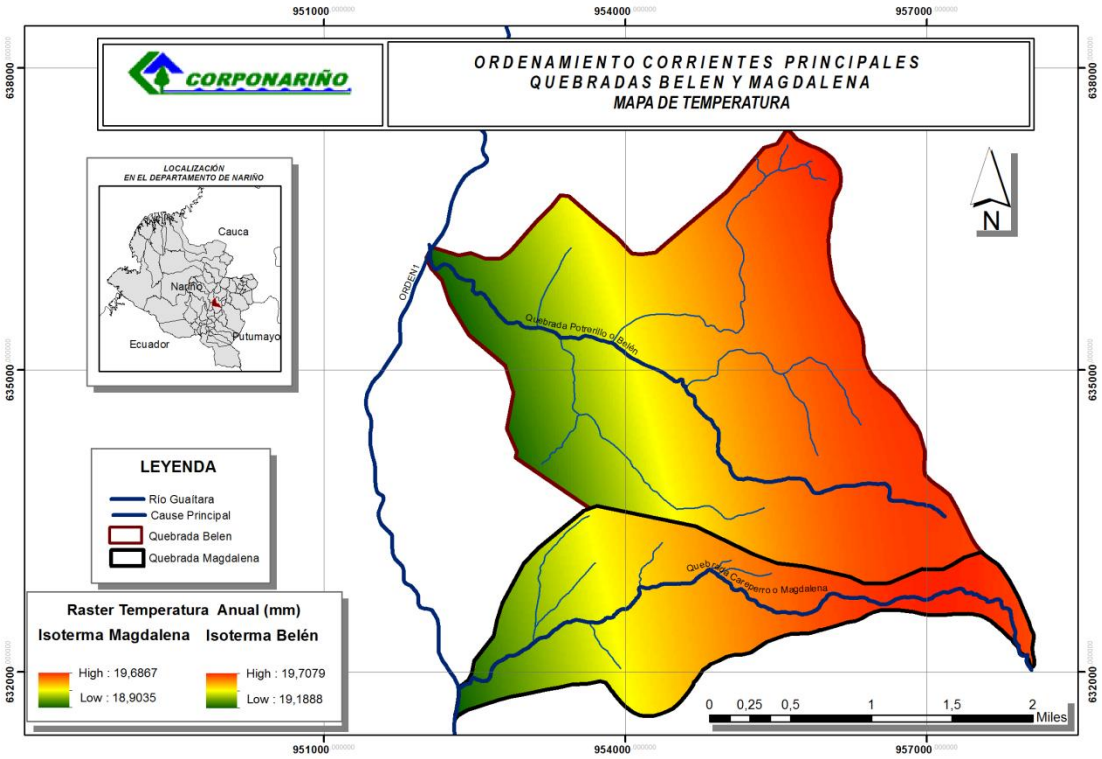
Cuadro 31. Comparación de modelos de interpolación para parámetros de Temperatura

ID	Modelo	Metodo	Transformacion	Anisotropia	Root-Mean-Square Standardized	Mean	Max Error	confiabilidad
1	Cokriging	Esferico	no	si	0,923	-0,5	4,26	95,74
2	IDW	n.a	log	si	0,68	-0,034	n.a	n.a

Fuente: este estudio

Para el caso de Cokrigin después de comparar con varios modelos el esférico fue el que arrojo mejores resultados, a este no se le aplico transformación de normalidad, pues no es estrictamente necesario para realizar mapas de predicción, entre los dos modelos el que menor error medio cuadrático arrojo es el Cokriging con un valor muy cercano a 1, con respecto al método de IDW; finalmente se decidió tomar la estimación de CoKriging como definitivo puesto que este modelo arroja un mapa de predicción del error y permite de esta manera calcular el valor de confiabilidad del modelo, para este caso el porcentaje de confiabilidad es bastante alto de un 95,74%, con un error de apenas el 4,2 %.

Figura 19. Modelo Raster de Temperatura Microcuencas Belén y Magdalena



Fuente: Este estudio, información base planchas topográficas IGAC

Cuadro 32. Valores de Precipitación Microcuencas Belén y Magdalena

MICROCUENCA	MINIMA	MEDIA	MAXIMA
BELEN	19,18	19,52	19,70
MAGDALENA	18,90	19,39	19,68

Fuente: este estudio

7.4 ESTIMACION DE LA EVAPOTRASPITACION

Se define la evapotranspiración como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en mm por unidad de tiempo.

La evapotranspiración es la consideración conjunta de los procesos de evaporación y transpiración. La diferencia entre estos dos conceptos está en la participación de los seres vivos en el segundo, que es el proceso físico a través del cual sus superficies pierden agua a la atmosfera mediante el proceso de transpiración; deben considerarse en un concepto único y se los mide de forma conjunta por la dificultad de medirlos por separado. Por tanto la evapotranspiración se produce desde la evaporación del agua transpirada por los seres vivos, la superficie del suelo y de la vegetación inmediatamente después de la precipitación, La superficie de la hidrosfera: ríos, lagos, embalses, océanos.

La evapotranspiración depende de varios factores como: el poder evaporarte de la atmosfera: de la radiación solar, de la temperatura, de la humedad y del viento. De la salinidad del agua. Del grado de humedad del suelo, Del tipo de planta. Entre otros. [13]

Evapotranspiración Potencial (ETP)

Es la máxima evapotranspiración posible bajos las condiciones existentes, cuando el suelo está abundantemente provisto de agua (colmada su capacidad de campo) y cubierto con una cobertura vegetal completa.

Para el cálculo de la evapotranspiración Potencial anual se utilizó la fórmula de THORNTHWAITE Y MATER (1995), la cual está basada en la determinación de la evapotranspiración en función de la temperatura media mensual, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días en el mes; [14]este método da buenos resultados en regiones húmedas, uno de sus postulados es 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.. [15]

A continuación se describe el procedimiento que se llevó a cabo para la determinación de este parámetro:

13 http://es.contenidos.climantica.org/unidades/3/a-auga-en-movemento/evapotranspiracion-e-escorrentia/a-evapotranspiracion

14 J. Almorox, Métodos de estimación de las evapotranspiraciones ETP y ETr

15 *F. Javier Sánchez San Román---- DPTO. GEOLOGÍA*

Índice térmico (i): para cada mes se estimó un índice térmico tomando como base la siguiente formula.

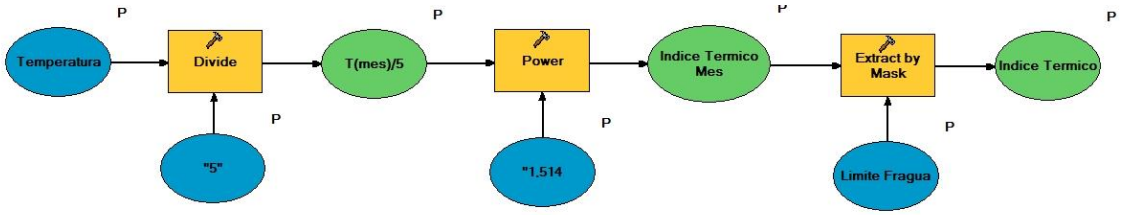
$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514} \quad y \quad I = \sum_{1}^{12} i$$

Dónde:

t: Temperatura Media Mensual (°C)

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

Figura 20. Modelo determinación índice Térmico (IT)



Evapotranspiración real no corregida. De carácter mensual mediante la siguiente expresión:

$$ETP = c * t^a$$

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

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

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

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

Figura 21. Modelo Determinación Coeficiente (A)

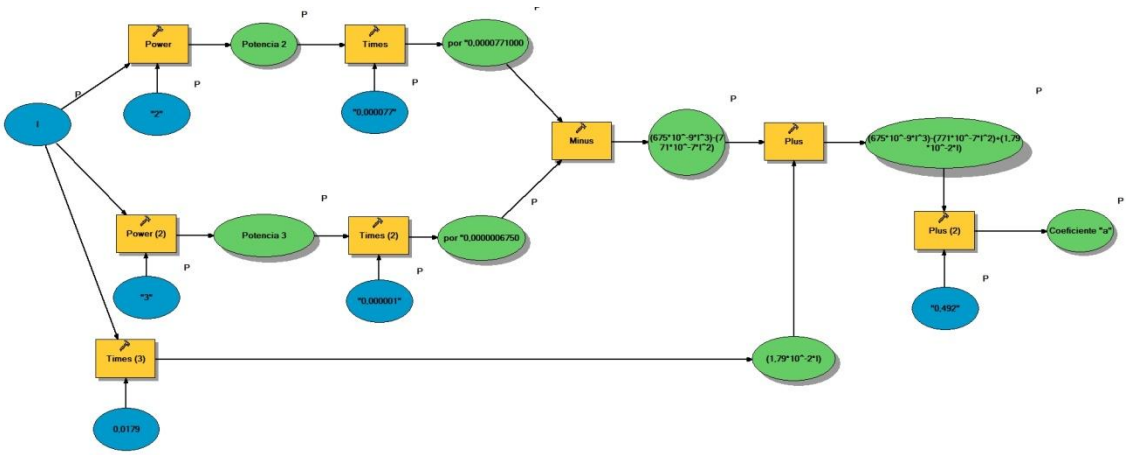
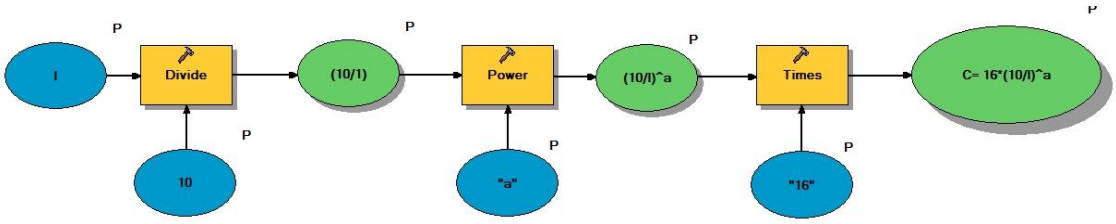
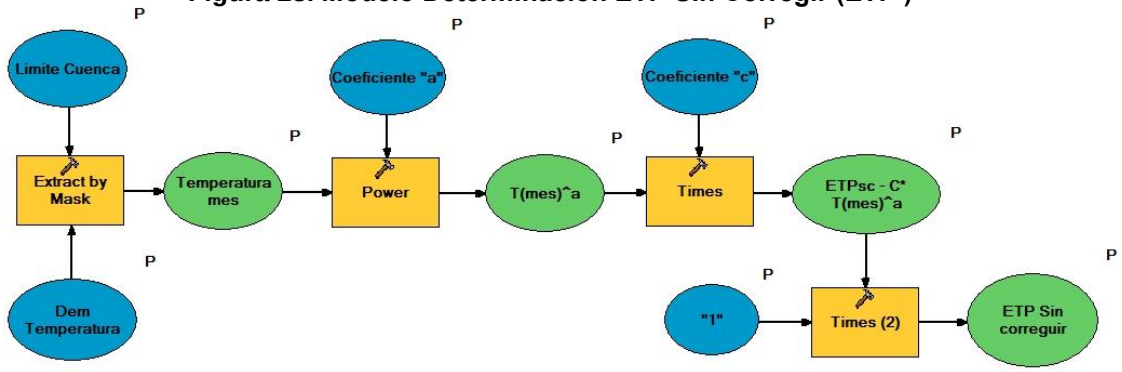


Figura 22. Modelo Determinación Coeficiente (C)



Con los coeficientes ya calculados se procede a determinar la Evapotranspiración potencial sin corregir ($c * t^a$) aplicando su fórmula en el siguiente modelo:

Figura 23. Modelo Determinación ETP Sin Corregir (ETP')



Finalmente se afectó los mapas mensuales ETP' por un coeficiente de corrección *K*, según lo estipula la Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur.

Los valores de k, se tomaron de la tabla 3.8. Que tiene en cuenta la latitud, es decir la duración de la insolación teórica. Con la siguiente expresión:

EPT= K ETP'

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

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

Figura 24. Modelo Determinación Corrección Evapotranspiración Potencial

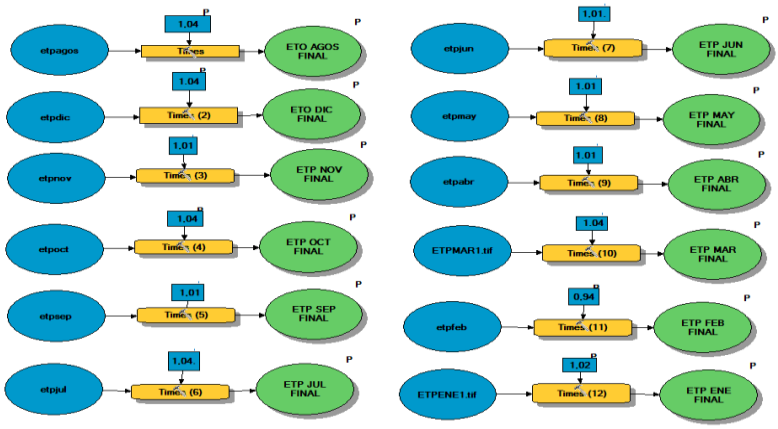
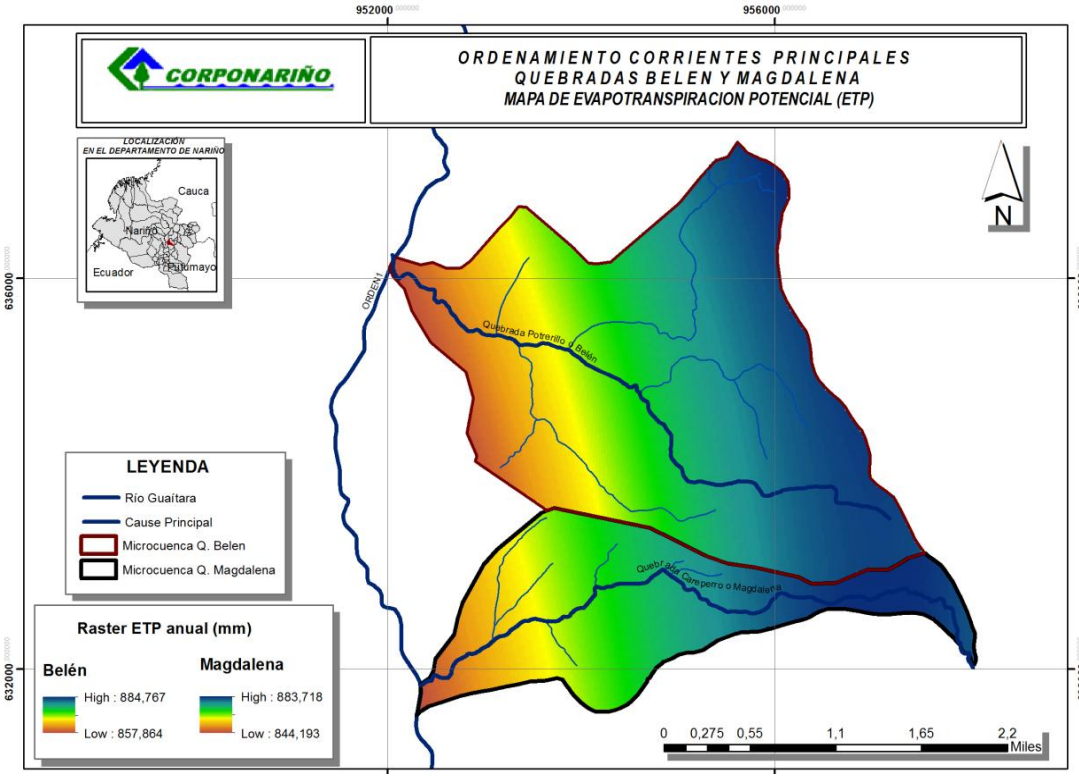


Figura 25. Modelo Raster de Evapotranspiración Potencial Microcuencas Belén y Magdalena



Fuente: Este estudio, información base planchas topográficas IGAC

Cuadro 33. Valores de Evapotranspiración Potencial (ETP)

MICROCUENCA	MINIMA	MEDIA	MAXIMA
BELEN	857,86	875,33	884,76
MAGDALENA	844,19	868,42	883,71

Fuente: este estudio

Evapotranspiración Real (ETR)

Es la evapotranspiración que ocurre en condiciones reales, teniendo en cuenta que no siempre la cobertura vegetal es completa ni el suelo se encuentra en estado de saturación. Este valor se mide, si bien hay fórmulas que permiten evaluarlo[16], es decir la evapotranspiración Real está condicionada por las disponibilidades de agua, cuando está es suficiente, su valor corresponde a la potencial; cuando hay déficit hídrico la evapotranspiración real es inferior a la evapotranspiración potencial (Fernández, 1996).
La evapotranspiración real fue estimada teóricamente, a partir de los parámetros sobre los que mayor conocimiento se posee en el área de la cuenca, teniendo en cuenta el número de observatorios instalados y la existencia de registros históricos correspondientes a 20 años (1993-2012), como son la temperatura y la precipitación; se aplicó la fórmula de Turc (1995) de la UNESCO. Contenida en la Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur.

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

Dónde:

ETR: Evapotranspiración Anual (mm)
P: Precipitación media Anual (mm)
L (T): Parámetro heliotérmico, igual a: L: 300+ 25 t+ 0,05 t^2
T: temperatura media Anual (°C)
El mapa de Evapotranspiración Real se obtuvo entonces con el cruce de los raster de precipitación y temperatura y la aplicación de la anterior formula, por medio de herramientas SIG ejecutadas en el software ArcGis y el paquete de herramientas de Spatial Analyst Tools; a continuación se describe el modelo utilizado para el cálculo.

[16] http://www.filo.uba.ar/contenidos/carreras/geografia/catedras/climatologia/sitio/bcehidrico.pdf

Figura 26..

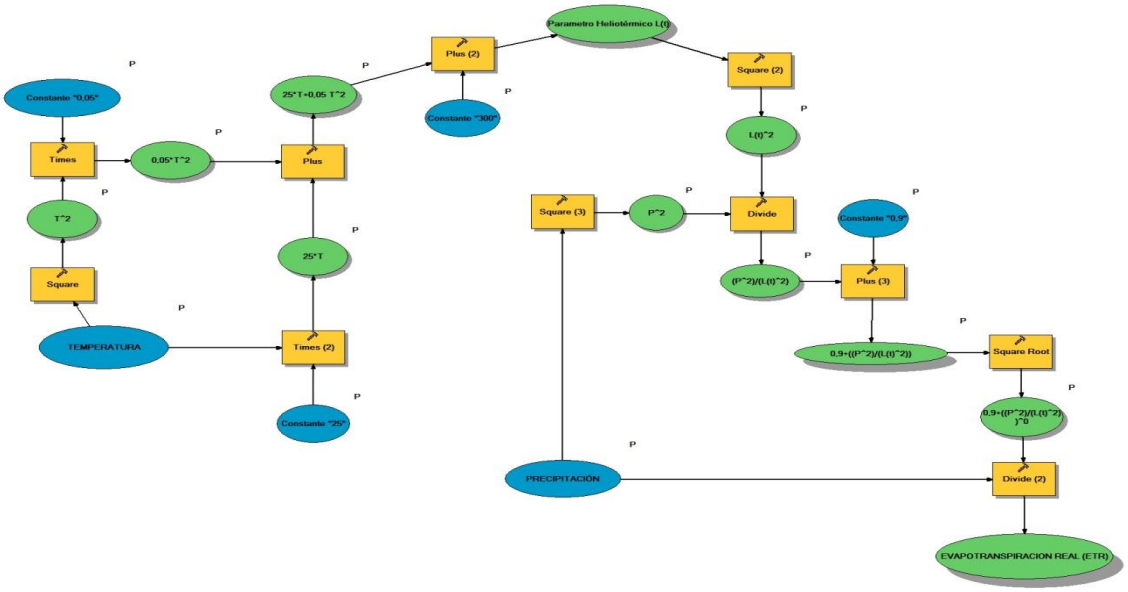
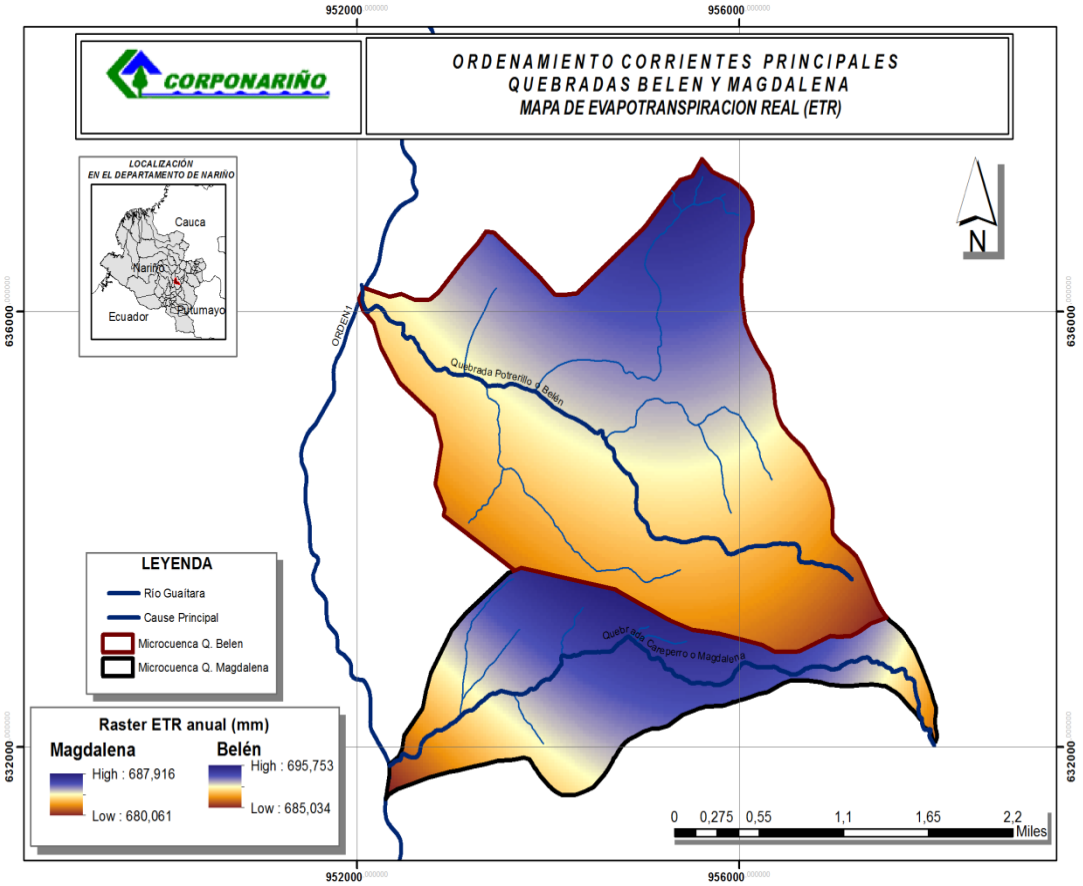


Figura 27. Modelo Raster de Evapotranspiración Real (ETR) Microcuencas Belén y Magdalena



Fuente: Este estudio, información base planchas topográficas IGAC

Los valores de evapotranspiración Real para la Microcuencas Quebradas Belén y Magdalena son los siguientes:

Cuadro 34. Valores de Evapotranspiración Real (ETR)

MICROCUENCA	MINIMA	MEDIA	MAXIMA
BELEN	685,03	690,38	695,75
MAGDALENA	680,06	685,23	687,91

Fuente: este estudio

7.5 OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL

Balance hídrico

La oferta hídrica en las microcuencas Quebrada Belén y Magdalena fue cuantificada con la aplicación del balance hídrico simplificado, como método indirecto para la obtención de caudales medios históricos en subcuencas sin monitoreo.
En primera instancia y con los productos obtenidos, se determinó el escurrimiento superficial total usando la herramienta Spatial Analyst Tools, del software ArcGIS, donde se operó los mapas de precipitación y evapotranspiración real en formato raster, para lo cual se aplicó el siguiente Formula y modelo cartográfico:

ESC= P-ETR

Dónde:

ESC*: Escurrimiento Superficial Total (mm en lámina de agua)*
P*: precipitación anual (mm)*
ETR*: Evapotranspiración Real (mm)*
El modelo utilizado es el siguiente:

Figura 28. Modelo utilizado para el cálculo de Escurrimiento superficial total

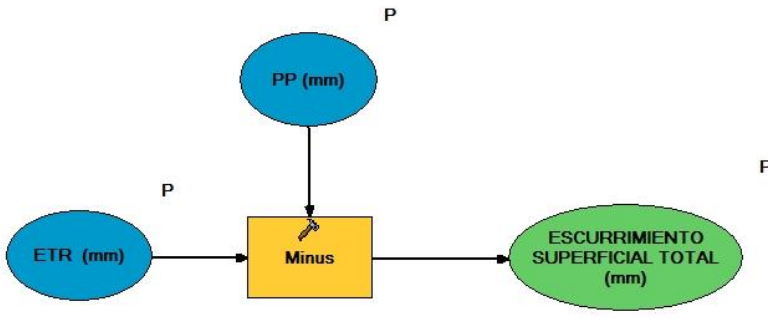
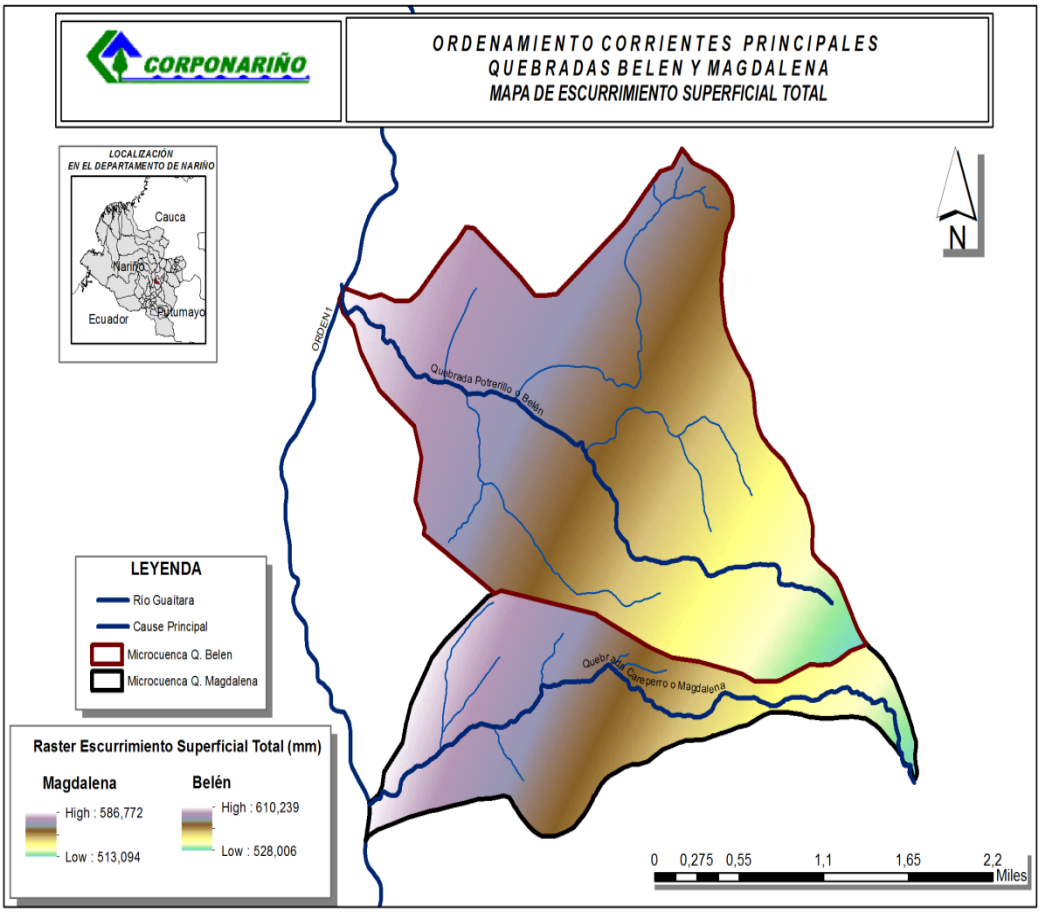


Figura 29. Modelo Raster de Escurrimiento Superficial Total las Microcuencas Quebradas Belén y Magdalena



Fuente: Este estudio, información base planchas topográficas IGAC

Cuadro 35. Valores de Evapotranspiración Real (ETR)

MICROCUENCA	MINIMA	MEDIA	MAXIMA
BELEN	528	573,7	602,2
MAGDALENA	513	559,6	586,7

Fuente: este estudio

El escurrimiento superficial total se calculó también para cada una de las microcuencas en las que se divide las dos cuencas.

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

$$Q= Y*(A*10^3)/t$$

Dónde:

***Y** = Escorrentía superficial expresada en términos de lámina de agua (mm)*
***Q**= Caudal modal para el periodo de agregación seleccionado (m3/s) T*
t= Cantidad de segundos en el periodo de agregación (s), en este caso un año (31536000 seg.)
***A**= área aferente al nodo de mediciones (km2) en este caso corresponde a 13,08 y 5,59 km^2 de la Microcuenca Belén y Magdalena respectivamente.*
Para su aplicación fue necesario usar la herramienta del software ArcGis, como la calculadora raster, de la extensión spatyal analys, teniendo en cuenta que esta ópera la totalidad de los valores en lámina de agua presentes en el mapa de escurrimiento superficial total, como resultado final se obtuvo que el valor de caudal presente en el área aferente a los causes principales de las microcuencas Quebrada Belén y Magdalena son de:

BELEN- OFERTA HIDRICA SUPERFICIAL TOTAL: 7,50 millones de m^3/año

MAGDALENA- OFERTA HIDRICA SUPERFICIAL TOTAL: 3,13 millones de m^3/año

Con el fin de calcular la oferta hídrica neta, se aplican previamente los valores de los factores de reducción por régimen de estiaje (corresponde al nivel más bajo que, en ciertas épocas del año, pueden presentar las aguas de un ríos por causa de la sequía) y reducción por fuentes frágiles, alternativa metodológica propuesta por el IDEAM, sobre la oferta hídrica superficial total y retomada del cálculo del índice de escases del Río Guaítara para la cuenca en estudio.[17] Que corresponden cada uno a un valor del 25%. Para el cálculo de la oferta hídrica neta se emplea la siguiente ecuación:

$$OHN= OHT – (OHT * (R_{FF} + R_{RE}))$$

Dónde:

***OHN** = Oferta hídrica neta (millones m3/s)*
***OHT** = Oferta hídrica total (millones m3/s)*
***R_{FF}** = Factor de reducción por fuentes frágiles (%)*
***R_{RR}** = Factor de reducción por régimen de estiaje (%)*
Después de realizar la conversión de unidades correspondientes y desarrollar la formula, el valor de la oferta hídrica neta para las microcuencas es:

BELEN- OFERTA HIDRICA SUPERFICIAL NETA: 3,75 millones de m^3/año

MAGDALENA- OFERTA HIDRICA SUPERFICIAL NETA: 1,57 millones de m^3/año

[17] Indice de Escasez ´para Aguas Superficiales cuenca del Río Guaítara, CORPONARIÑO, Pasto de 2009

A continuación se muestra el cálculo de Oferta Hídrica Total y Neta, referente a la sectorización hídrica de las microcuencas Belén y Magdalena.

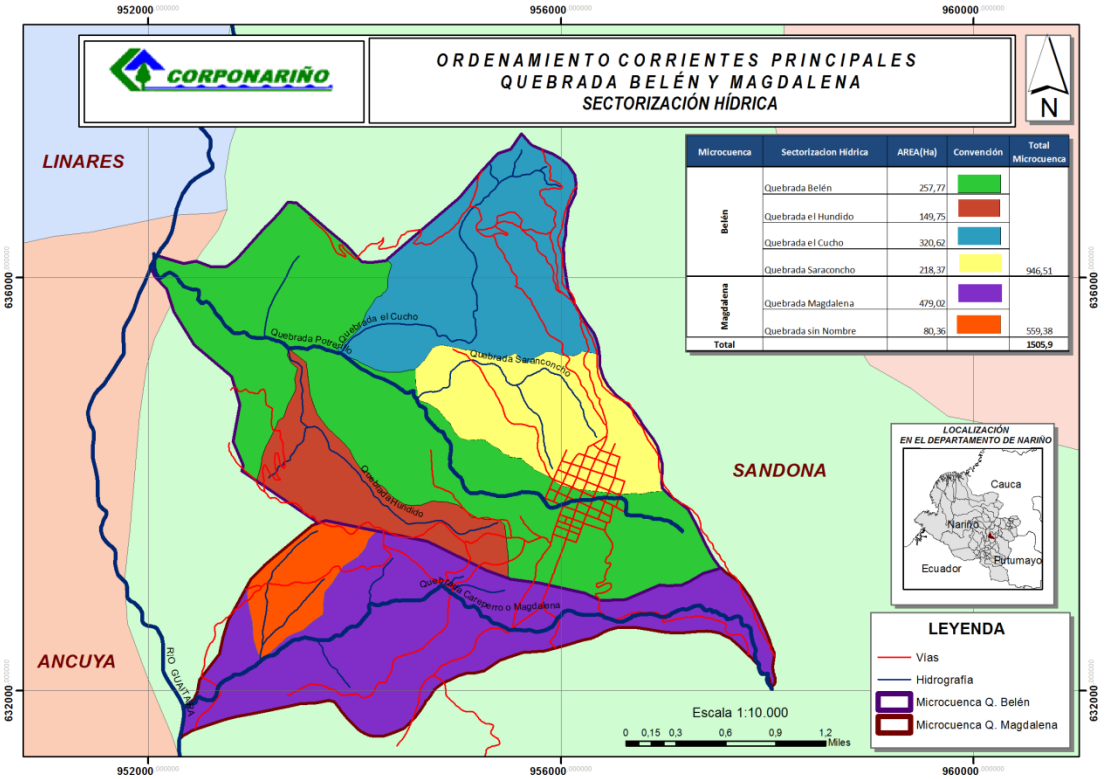
Cuadro 36. Oferta Hídrica superficial Total y Neta por Microcuencas.

Microcuencas	Sectorización Hídrica	Area(Km)	Escurrimiento (mm)	OHT (mill m3/año)	OHN (mill m3/año)
Microcuenca Belén	Quebrada Belén	6,19	574,98	3,549311927	1,77
	Quebrada el Hundido	1,49	576,58	0,854357798	0,43
	Quebrada el Cucho	3,2	579,24	1,834862385	0,92
	Quebrada Saraconcho	2,18	560,33	1,25	0,63
Total Belén		13,06		7,48853211	3,74
Microcuenca Magdalena	Quebrada Magdalena	0,8	556,45	0,447942755	0,22
	Quebrada Sin Nombre	4,79	578,48	2,682057245	1,35
Total Magdalena		5,59		3,13	1,57

Fuente: este estudio

Con el fin de tener la ubicación espacial de la sectorización a continuación se anexa el plano de sectorización hídrica.

Figura 30. Plano sectorización hídrica quebradas Belén y Magdalena



Fuente: Este estudio, información base planchas topográficas IGAC

7.6 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

Demanda de Agua Por uso Doméstico: la recopilación de información para la demanda de uso doméstico se retomó de la base de datos de usuarios de recurso hídrico que maneja la Corporación a través de la oficina de Recurso Hídrico, en ella reposa información desde el 2007 hasta el 2012, esta base de datos fue complementada con información disponible en otros documentos como el Esquemas de Ordenamiento Territorial, Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) y el Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA).
Es necesario aclarar que todo el casco urbano de Sandoná se abastece de una acueducto localizado en la vereda el Ingenio, por lo tanto no hace parte del cálculo de la demanda de uso doméstico de las microcuencas en estudio, se calculara la demanda de uso rural; a continuación se presenta la base de datos de usuarios del sector rural que se encuentran dentro de las microcuencas y se abastece de fuentes de la misma.

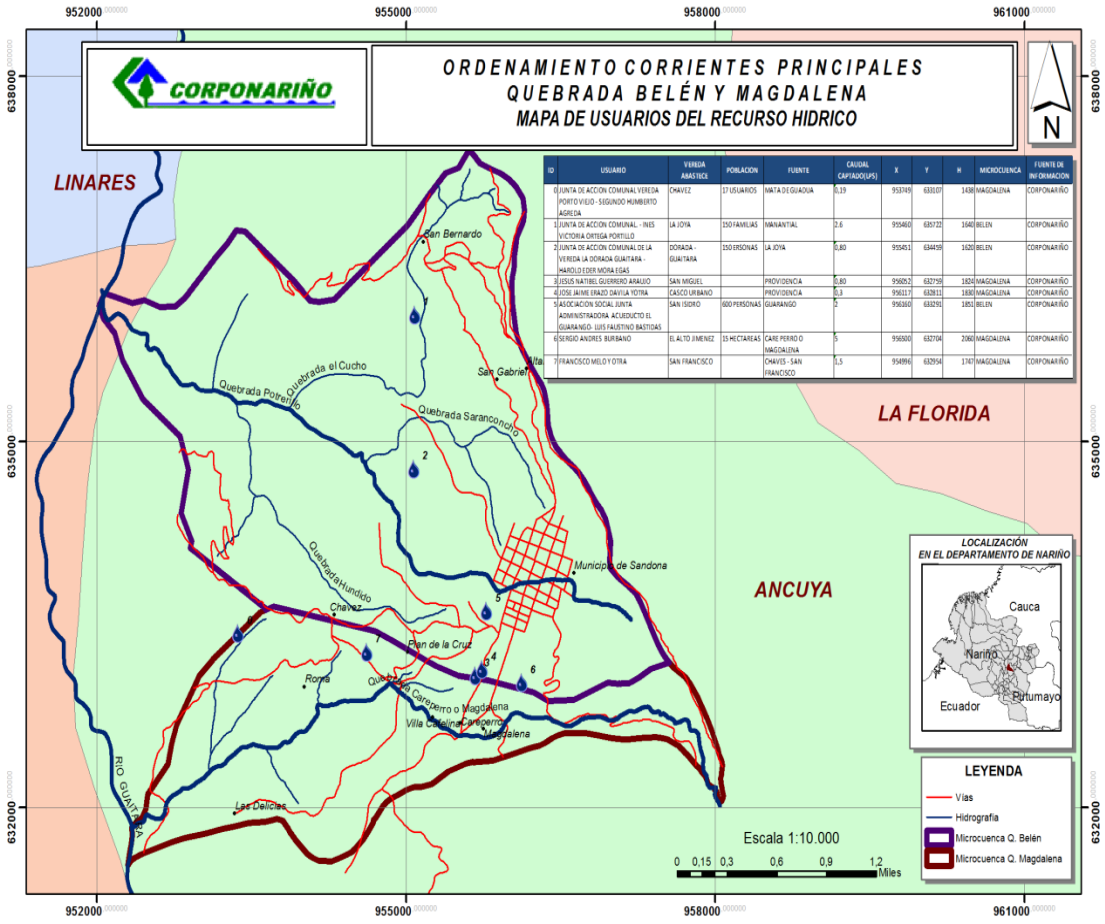
Cuadro 37. Usuarios del Recurso Hídrico En la Microcuenca Quebrada Belén y Magdalena

ID	USUARIO	VEREDA ABASTECE	POBLACION	FUENTE	CAUDAL CAPTADO(LPS)	X	Y	H	MICROCUENCA	FUENTE DE INFORMACION
0	JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA PORTO VIEJO - SEGUNDO HUMBERTO AGREDA	CHAVEZ	17 USUARIOS	MATA DE GUADUA	0,19	953749	633107	1438	MAGDALENA	CORPONARIÑO
1	JUNTA DE ACCION COMUNAL. - INES VICTORIA ORTEGA PORTILLO	LA JOYA	150 FAMILIAS	MANANTIAL	2.6	955460	635722	1640	BELEN	CORPONARIÑO
2	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA LA DORADA GUAITARA - HAROLD EDER MORA EGAS	DORADA - GUAITARA	150 ERSONAS	LA JOYA	0,80	955451	634459	1620	BELEN	CORPONARIÑO
3	JESUS NATIBEL GUERRERO ARAUJO	SAN MIGUEL		PROVIDENCIA	0,80	956052	632759	1824	MAGDALENA	CORPONARIÑO
4	JOSE JAIME ERAZO DAVILA YOTRA	CASCO URBANO		PROVIDENCIA	0,3	956117	632811	1830	MAGDALENA	CORPONARIÑO
5	ASOCIACION SOCIAL JUNTA ADMINISTRADORA ACUEDUCTO EL GUARANGO- LUIS FAUSTINO BASTIDAS	SAN ISIDRO	600 PERSONAS	GUARANGO	2	956160	633291	1851	BELEN	CORPONARIÑO
6	SERGIO ANDRES BURBANO	EL ALTO JIMENEZ	15 HECTAREAS	CARE PERRO O MAGDALENA	5	956500	632704	2060	MAGDALENA	CORPONARIÑO
7	FRANCISCO MELO Y OTRA	SAN FRANCISCO		CHAVES - SAN FRANCISCO	1,5	954996	632954	1747	MAGDALENA	CORPONARIÑO

Fuente: Oficina de Concesiones- CORPONARIÑO

La ubicación espacial de los usuarios descritos anteriormente es la siguiente:

Figura 31. Usuarios del Recurso Hídrico del sector Rural de las Microcuencas Belén y Magdalena



ID	USUARIO	VEREDA ABASTECE	POBLACION	FUENTE	CAUDAL CAPTADO(LPS)	X	Y	H	MICROCUENCA	FUENTE DE INFORMACION
0	JUNTA DE ACCION COMUNAL VEREDA PORTO VIEJO - SEGUNDO HUMBERTO ÁGREDA	CHAVEZ	17 USUARIOS	MATA DE GUADUA	0,19	953749	633107	1438	MAGDALENA	CORPONARIÑO
1	JUNTA DE ACCION COMUNAL - INES VICTORIA ORTIGA PORTILLO	LA JOYA	150 FAMILIAS	MANANTIAL	2,6	955460	635722	1640	BELEN	CORPONARIÑO
2	JUNTA DE ACCION COMUNAL DE LA VEREDA LA DORADA GUAITARA - HAROLD EDER MORA EGAS	DORADA - GUAITARA	150 ERSONAS	LA JOYA	0,80	955451	634459	1620	BELEN	CORPONARIÑO
3	JESUS NATIBEL GUERRERO ARAUJO	SAN MIGUEL		PROVIDENCIA	0,80	956052	632759	1824	MAGDALENA	CORPONARIÑO
4	JOSE JAIME ERAZO DAVILA YOTRA	CASCO URBANO		PROVIDENCIA	0,3	956117	632811	1830	MAGDALENA	CORPONARIÑO
5	ASOCIACION SOCIAL JUNTA ADMINISTRADORA ACUEDUCTO EL GUARANGO- LUIS FAUSTINO BASTIDAS	SAN ISIDRO	600 PERSONAS	GUARANGO	2	956360	633291	1851	BELEN	CORPONARIÑO
6	SERGIO ANDRES BURBANO	EL ALTO JIMENEZ	15 HECTAREAS	CARE PERRO D MAGDALENA	5	956500	632704	2060	MAGDALENA	CORPONARIÑO
7	FRANCISCO MELO Y OTRA	SAN FRANCISCO		CHAVES - SAN FRANCISCO	1,5	954996	632954	1747	MAGDALENA	CORPONARIÑO

Fuente: Este estudio, información base planchas topográficas IGAC

Para el correspondiente cálculo de la demanda de uso doméstico rural se tuvo en cuenta los lineamientos descritos en la reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS - 2000, sección II, título B (sistemas de acueducto) y la resolución 2320 de noviembre 27 de 2009 por la cual se modifica parcialmente la Resolución número 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS); así como los datos de proyección de población establecidos por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE); la información de usuarios en shp y proyecciones de población se puede consultar en el anexo.
La fórmula aplicada es la siguiente:

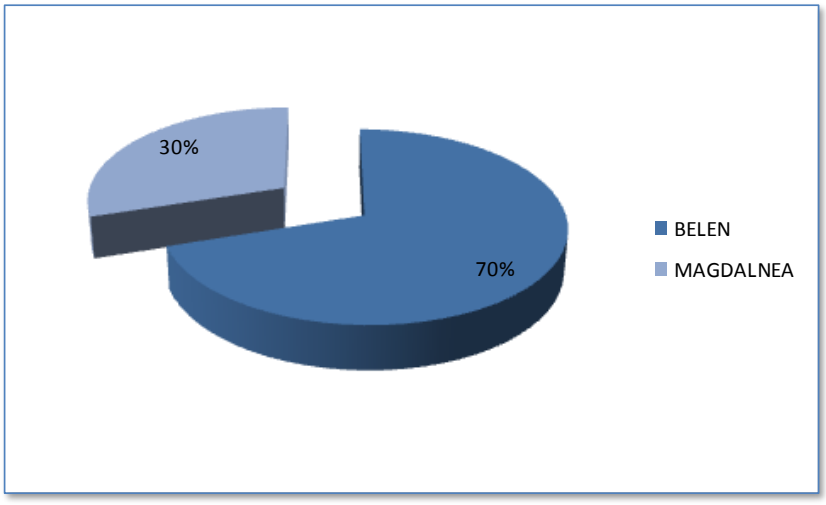
DUD= Demanda per cápita rural*Número de habitantes Rurales.

Cuadro 38. Calculo de la Demanda de Uso Doméstico Rural

ITEMS	RURAL	
	BELEN	MAGDALENA
POBLACION PROYECTADA	1967	841
NIVEL DE COMPLEJIDAD	BAJO	BAJO
DOTACIÓN NETA(l/hab/dia)	90	90
PERDIDAS	15,0%	15%
PERDIDAS TECNICAS	40%	40%
DOTACIÓN NETA CORREGIDA (m3/Hab/día)	0,09	0,09
DOTACIÓN BRUTA (m3/Hab-día)	0,20	0,20
DEMANDA DE AGUA USO DOMÉSTICO (m3/año)	**143604,2**	**61397,3**
DEMANDA DE AGUA USO DOMÉSTICO TOTAL (mill m3/año)	**0,14**	**0,06**

Fuente: este estudio

Grafica 12. Demanda de Uso Doméstico Rural Quebrada Belén y Magdalena



Fuente: Este Estudio

El mayor porcentaje de la demanda de Uso Doméstico está en la micorcuenca Quebrada Belén con el 70%, considerando que en ella se concentra mayor cantidad de población en comparación a la cuenca quebrada Magdalena que cuenta con el porcentaje restante (30%).

7.7 DEMANDA DE USO PECUARIO

La demanda de agua para uso pecuario se determinó a partir del volumen de producción de animales de importancia comercial, como bovinos, aves de corral, porcinos y equinos, la información base es el censo pecuario 2012(se puede consultar en el anexo), dicho censo presenta el número de ejemplares clasificado por edad a nivel municipal; a estas especies

se les aplico un factor de consumo aproximado según la resolución 865 de julio 22 de 2004 y el módulo de consumo CAR septiembre de 2005.

Para determinar la cantidad de animales presentes en las microcuencas se tuvo en cuenca el área de cada una de ellas en relación con el área total del municipio de Sandona.

Cuadro 39. Inventario de Animales en las Microcuencas Quebrada Belén y Magdalena

ESPECIE	TOTAL ANIMALES	
	BELEN	MAGDALENA
BOVINOS	430	184
PORCINOS	224	96
AVES(Levante, postura, reproductoras)	3728	1594
EQUINOS	126	54
TOTAL	**4.382**	**1.873**

Fuente: Censo Pecuario 2012

Del total de estas especies animales existentes en el municipio de Sandona (900 ejemplares) a la microcuenca Quebrada Belén le corresponden el 14% y a la Quebrada Magdalena el 6 % del total.

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

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

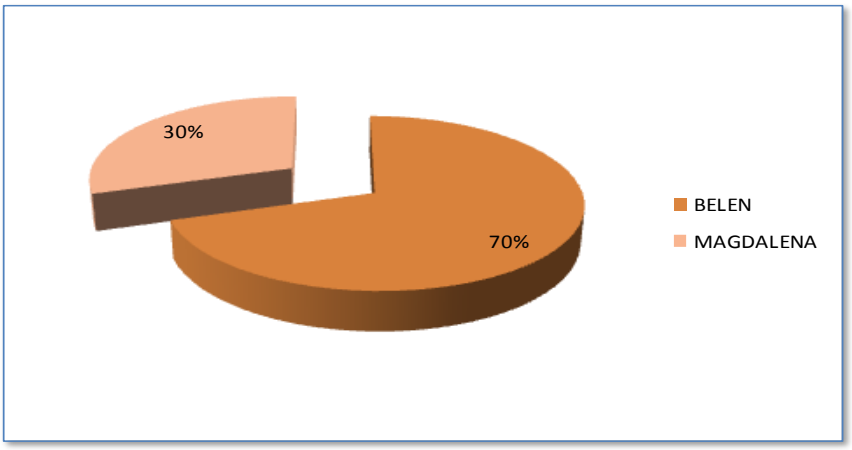
En donde:
DUP: Demanda de agua para uso pecuario
Vpai: Volumen de producción por tipo de animal industrial
Fca: Factor de consumo según producción animal

Cuadro 40. Consumo Per cápita por Especie de Animal Microcuencas Quebrada Belén y Magdalena

TIPO DE ANIMAL	TOTAL DE ANIMALES MICROCUENCAS		TEMPERATURA		CONSUMO (m3/Animal-Año)	DUP (m3/Año)		DUP(mill m3/Año	
	BELEN	MAGDALENA	BELEN	MAGDALENA		BELEN	MAGDALEN	BELEN	MAGDALENA
BOVINOS	430	184	19,52	19,39	15,61	6718,32	2872,38	0,00672	0,00287
PORCINOS	224	96			10,22	2285,23	977,04	0,00229	0,00098
AVES(Levante, postura, reproductoras)	3728	1594			0,16	596,43	255,00	0,00060	0,00025
EQUINOS	126	54			7,3	921,05	393,79	0,00092	0,00039
TOTAL						**10521,03**	**4498,22**	**0,01052**	**0,00450**

Fuente: este estudio

Grafica 13. ° Demanda de Uso Pecuario Microcuencas Belén y Magdalena



El mayor porcentaje de consumo de agua para el sector Pecuario corresponde a la microcuenca Quebrada Belén que cuenta con el 70 % del consumo para atender las necesidades de las especies presente en la zona, el porcentaje restante corresponde a la microcuenca Quebrada Magdalena (30%).

7.8 DEMANDA DE USO INDUSTRIAL

El cálculo de la demanda de uso industrial no aplica en este caso, por cuanto los 9 trapiches y la central de sacrificio que se encuentran dentro de las microcuencas en estudio, toman el agua del acueducto municipal localizado en la vereda el Ingenio y de tres acueductos veredales ubicados fuera del área de interés, esta información será tenida en cuenta en el tema de vertimientos mas no en el tema de demanda hídrica; sin embargo a manera de información se presenta a continuación el consolidado de e estos establecimientos.

Cuadro 41. Consolidado de Establecimientos Industriales dentro de las Microcuencas

ID	DIRECCION	REPRESENTANTE LEGAL	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	X	Y	TIPO DE ACTIVIDAD PRODUCTIVA	Horario	DIAS DE PRODUCCION	N° DE EMPELADOS	SUMINISTRO DE AGUA	PRODUCCION (Ton/Dia)
1	BARRIO PORVENIR	FRANCISCO ARTEAGA	16676536	633368	955002	TRAPICHE	2am-5pm	Lunes-Viernes	17	Acued. Municipal	2,3
2	BARRIO PORVENIR	JUAN FRANCISCO ZAMBRANO M.	12865041	633639	955070	TRAPICHE	3am-4pm	Lunes-Viernes	16	Acued. Municipal	2,3
3	BARIIO PORVENIR	DONALDO GUERRERO	87573804	633205	955530	TRAPICHE	4am-5pm	Lunes-Viernes	17	Acued. Municipal	2,3
4	BARRIO PORVENIR	MARINA GUZMAN	27431125	633491	955574	TRAPICHE	3am-5pm	Lunes-Viernes	17	Acued. Municipal	2,3
5	AVENIDA CENTENARIO	ALBERTO GOMEZ ESPINOZA	87571892	632868	955852	TRAPICHE	3am-5pm	Lunes-Viernes	16	Acued. Municipal	2,3
6	BARIIO NARANJAL	JESUS E. PANTOJA DIAZ	79563963	632619	956105	TRAPICHE	2am-6pm	Lunes-Viernes	18	Acued. Municipal	2,3
7	LA JOYA	OLMEDO MONTERO	87570350	635348	955058	TRAPICHE	2am-6pm	Lunes-Viernes	18	Acued. Veredal	2,3
8	SAN GABRIEL	RODRIGO PORTILLA	5332626	635599	955607	TRAPICHE	3am-5pm	Lunes-Viernes	15	Acued. Veredal	2,3
9	SAN GABRIEL	AMPARO MONTENEGRO	36996578	635608	955865	TRAPICHE	3am-5pm	Lunes-Viernes	17	Acued. Veredal	2,3
10	CASCO URBANO	PLASAGAN		956406,9	633872,0	CENTRAL DE SACRIFICIO	8am-4pm	Martes-Viernes	20	Acued. Municipal	26,3
TOTAL									171		47

Fuente: Este Estudio

7.9 DEMANDA DE AGUA PARA EL SECTOR SERVICIOS

Al igual que en el caso de la demanda de uso doméstico este tipo de demanda se puede aplicar solo para la parte rural, porque la parte urbana se surte de acueductos por fuera de la microcuenca por lo tanto esta demanda se calculó para los establecimientos educativos localizados en la zona, respecto a los centros de salud se debe aclarar que se solicitó la base de datos al Instituto Departamental de salud y al confrontar la ubicación ninguno está dentro del área de estudio; por esta razón el cálculo de la demanda para el sector servicios se realiza únicamente con los establecimientos educativos; la base de datos entregada por la Secretaria de Educación se puede consultar en el anexo.

Cuadro 42. Establecimientos Educativos ubicados en las Microcuencas Quebrada Belén y Magdalena

ID	NOMBRE ISTITUCION	LATITUD	LONGITUD	MICROCUENCA
0	INST EDUC NTRA SRA DE FATIMA	1,283278	-77,466700	QUEBRADA BELEN
1	INST EDUC SANTO TOMAS DE AQUINO	1,283111	-77,466692	QUEBRADA BELEN
2	CONC ESCOL SANTO TOMAS DE AQUINO	1,283250	-77,466694	QUEBRADA BELEN
3	CENTRO EDUCATIVO DORADA GUAITARA	1,305917	-77,495778	QUEBRADA BELEN
4	CENTRO EDUCATIVO CRUZ DE ARADA	1,279500	-77,476889	QUEBRADA BELEN
5	CENTRO EDUCATIVO SAN FRANCISCO	1,295889	-77,478028	QUEBRADA BELEN
6	CENTRO EDUCATIVO LUIS CARLOS GALAN	1,289900	-77,481400	QUEBRADA BELEN
7	CENTRO EDUCATIVO BOHORQUEZ	1,269203	-77,493139	QUEBRADA MAGDALENA
8	CENTRO EDUCATIVO EL CHUPADERO	1,274250	-77,500869	QUEBRADA MAGDALENA
9	CENTRO EDUCATIVO SAN ANTONIO	1,273778	-77,458306	QUEBRADA MAGDALENA

Fuente: Secretaria de Educación Departamental 2013

Para el cálculo de la demanda de uso para el sector servicios se utilizó un valor de consumo de 21 litros/día/alumno, los resultados se presentan a continuación.

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

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

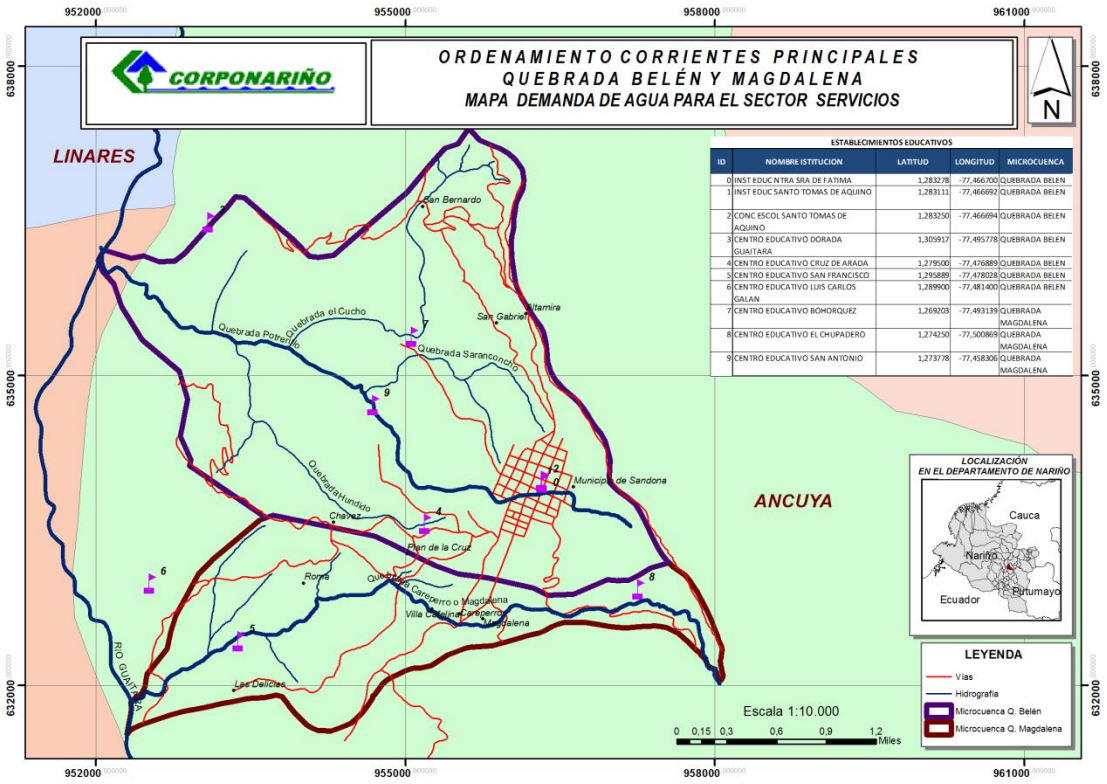
DUS = Demanda de agua para el sector servicios
N i = Número de establecimientos por tipo de servicio
Fcs i = Factor de consumo por tipo de servicio

Cuadro 43. Calculo Demanda Para el Sector Servicios Microcuencas Belén y Magdalena

ID	NOMBRE ISTITUCION	MICROCUENCA	TOTAL ALUMNOS	DUS (M3/Año)	DUS (Mill M3/Año)
0	INST EDUC NTRA SRA DE FATIMA	QUEBRADA BELEN	1106	8477,49	0,0085
1	INST EDUC SANTO TOMAS DE AQUINO	QUEBRADA BELEN	849	6507,585	0,0065
2	CONC ESCOL SANTO TOMAS DE AQUINO	QUEBRADA BELEN	480	3679,2	0,0037
3	CENTRO EDUCATIVO DORADA GUAITARA	QUEBRADA BELEN	13	99,645	0,0001
4	CENTRO EDUCATIVO CRUZ DE ARADA	QUEBRADA BELEN	31	237,615	0,0002
5	CENTRO EDUCATIVO SAN FRANCISCO	QUEBRADA BELEN	18	137,97	0,0001
6	CENTRO EDUCATIVO LUIS CARLOS GALAN	QUEBRADA BELEN	47	360,255	0,0004
SUBTOTAL BELEN			**2544**	**19499,76**	**0,0195**
7	CENTRO EDUCATIVO BOHORQUEZ	QUEBRADA MAGDALENA	25	191,625	0,0002
8	CENTRO EDUCATIVO EL CHUPADERO	QUEBRADA MAGDALENA	32	245,28	0,0002
9	CENTRO EDUCATIVO SAN ANTONIO	QUEBRADA MAGDALENA	24	183,96	0,0002
SUBTOTAL MAGDALENA			**81**	**620,865**	**0,0006**
TOTAL			**5169**	**40241,25**	**0,020**

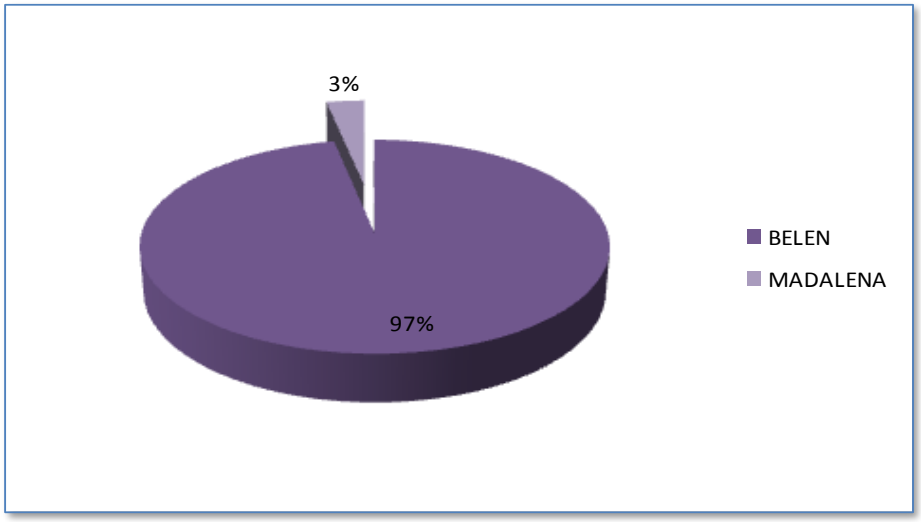
Fuente: Este Estudio

Figura 32. Demanda de Agua para el Sector Servicios de las Microcuencas Belén y Magdalena



Fuente: Este estudio, información base planchas topográficas IGAC

Grafica 14. Demanda de Uso para el Sector Servicios Microcuencas Belén y Magdalena



El mayor consumo de agua en el sector servicios es para la quebrada Belén que haciende a un 97%, por contar con mayor número de establecimientos educativos y alumnos inscritos, el porcentaje restante se encuentra en la quebrada Magdalena (3%).

7.10 DEMANDA DE USO AGRICOLA

Para efectos del cálculo de la demanda de uso agrícola conforme lo estipula la metodología para el cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial, desarrollado por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, se utilizó los rasters de precipitación anual, generado como resultado de un consolidado histórico de 20 años y el raster de Evapotranspiración Potencial generada con la utilización de dos variables, la temperatura media mensual y la latitud que implícitamente introduce la duración teórica de la insolación, con estos y la aplicación de diferentes fórmulas, también especificadas en la metodología del IDEAM, se estableció finalmente la evapotranspiración potencial.

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

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

DUA=

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

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

A continuación se muestra la tabla consolidada con los coeficientes de consumo promedio para cada asociación de cultivos y el cálculo para esta demanda.

Cuadro 44. Calculo Demanda de Uso Agrícola Microcuenca Quebrada Belén

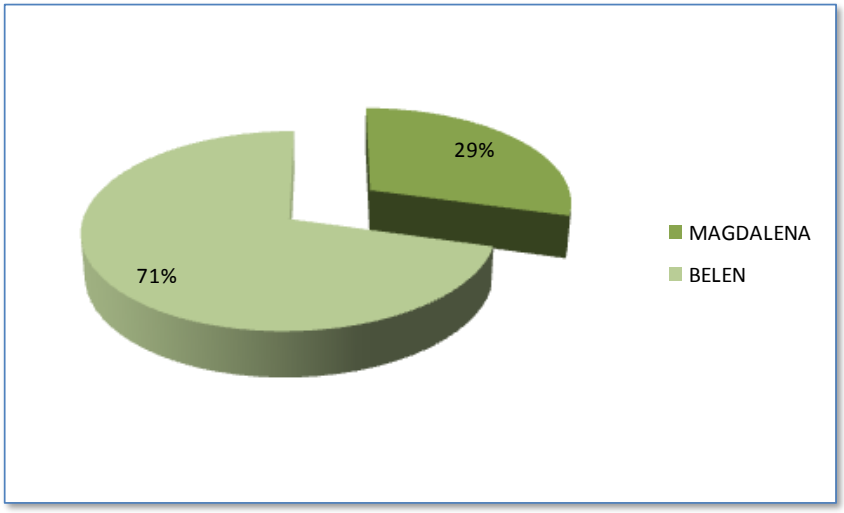
NIVEL_3	COBERTUTAS	KC(PROM)	DUA (mill m3/Año)
AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS DE CLIMA FRIO HUMEDO	PAPA, MAIZ, FRIJOL	0,8438	0,0001
AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS DE CLIMA TEMPLADO HUMEDO	CAFE, CAÑA, FIQUE	0,7700	0,0013
AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS DE CLIMA TEMPLADO HUMEDO	CAFE, CAÑA, PLATANO	0,8444	0,0070
AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS DE CLIMA TEMPLADO SECO	CAFE, CAÑA, PLATANO	0,8778	0,0001
CULTIVOS DE CAÑA	CAÑA	0,8500	0,0065
PASTOS MEJORADOS	PASTOS	0,9500	0,0008
PASTOS NATURALES	PASTOS	0,9500	0,0011
TOTAL AREAS CULTIVADAS		**6,0860**	**0,0170**

Cuadro 45. Calculo Demanda de Uso Agrícola Microcuenca Quebrada Magdalena

NIVEL_3	COBERTURAS	KC(PROM)	AREA (m2)	DUA (millm3/Año)
AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS DE CLIMA TEMPLADO HUMEDO	CAFE, CAÑA, PLATANO	0,844	1830457,600	0,0026
AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS DE CLIMA TEMPLADO SECO	CAFE, CAÑA, PLATANO	0,878	275457,900	0,0004
CULTIVOS DE CAÑA	CAÑA	0,850	1072879,400	0,0015
PASTOS MEJORADOS	PASTOS	0,950	118800,000	0,0001
PASTOS NATURALES	PASTOS	0,950	2195499,900	0,0025
TOTAL AREAS CULTIVADAS		**4,472**	**5493094,800**	**0,0071**

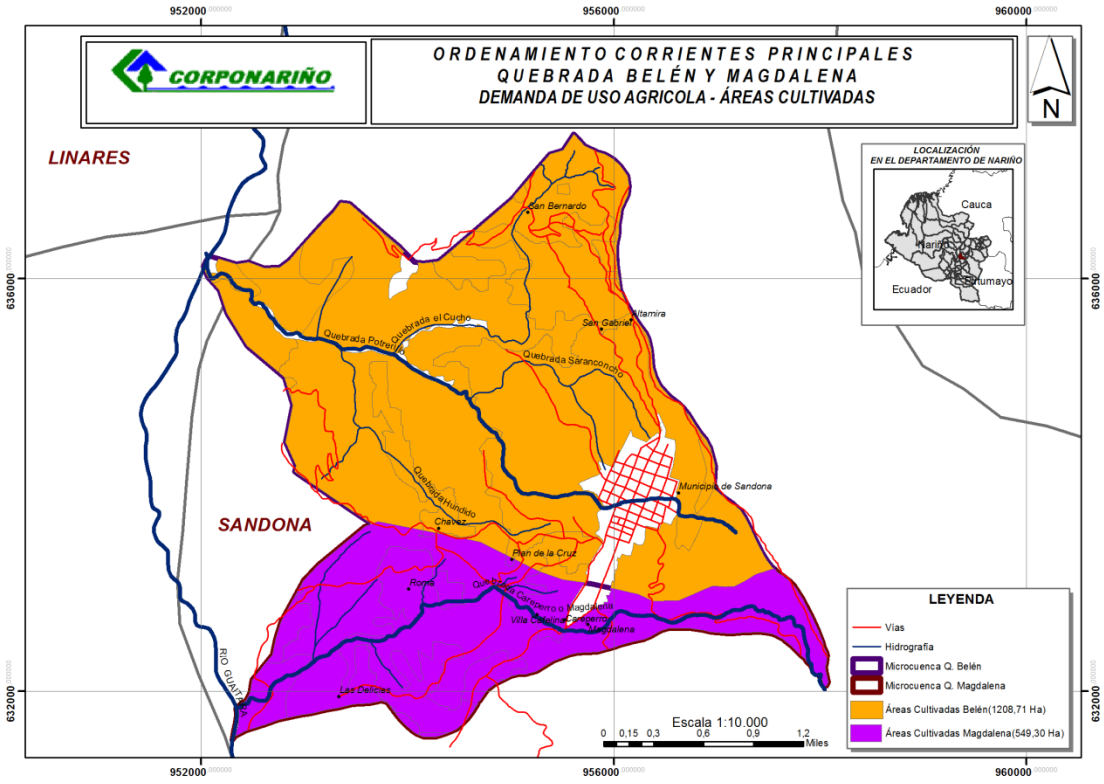
Fuente: Este Estudio

Grafica 15. Demanda de Uso Agrícola Microcuencas Belén y Magdalena.



Fuente: Este Estudio

Mapa 2. Demanda de Uso Agrícola Microcuencas Quebradas Belén y Magdalena



Fuente: Este Estudio

7.11 DEMANDA DE USO TOTAL

La Demanda hídrica total corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales (actividades antrópicas sociales y económicas) expresado en millones de metros cúbicos

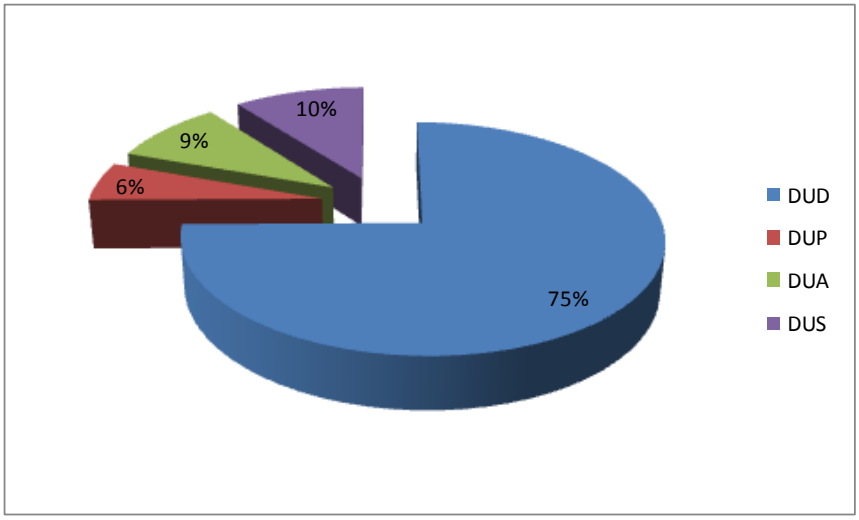
$$DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP$$

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

Para el caso de la microcuencas Quebrada Belén y Magdalena la demanda de uso total se obtendrá de las demandas de Uso doméstico, agrícola, pecuario y de servicios, las demás no aplican en este caso.

Demanda de Uso Total Microcuenca Quebrada Belén: 0,1871 mill m³/Año

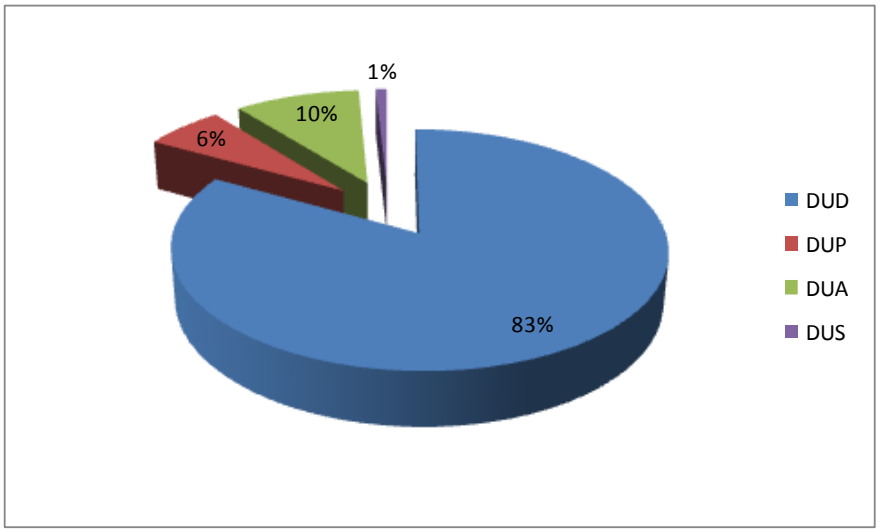
Grafica 16. Demanda de Uso Total Microcuenca Quebrada Belén



En el caso de la microcuenca quebrada Belén la demanda más significativa es la demanda de uso doméstico rural con un 75%, seguida de la demanda de servicios rural (10%) y la demanda de uso agrícola(9%)teniendo en cuenta la vocación del municipio de Sandoná, en última categoría se encuentra la demanda de uso pecuario con un 6%.

Demanda de Uso Total Microcuenca Quebrada Magdalena: 0,0722 mill m³/Año

Grafica 17. Demanda de Uso Total Microcuenca Quebrada Magdalena



Para la microcuenca Quebrada Magdalena el 83% corresponde a demanda de uso doméstico rural, seguida de la demanda de uso agrícola con 10%, la demanda de uso pecuario con 6% y en última categoría esta la demanda de uso de servicios con apenas el 1% de representación; para este último valor hay que tener en cuenta que el cálculo de esta demanda se hizo sobre los servicios de tipo rural únicamente que en este caso aplico para algunos centros educativos de allí su resultado tan bajo.

INDICE DE ESCASEZ.

El índice de escasez se establece como la relación que se realiza entre la oferta hídrica neta superficial y la demanda total de agua necesaria para satisfacer las necesidades de las actividades económicas y sociales para las microcuencas Belén y Magdalena

Se aplica la siguiente fórmula:

IE = D/On *100%

En Donde:

IE = Índice de Escasez (%)
D = Demanda de Agua (m3)
On = Oferta Hídrica Superficial Neta (m3)

La escasez se representa cuando la cantidad de agua captada de las fuentes existentes es de un tamaño mayor al que se necesita para el abastecimiento de las necesidades humanas, las eco-sistémicas, de usos productivos y de la demanda potencial (IDEAM 2004)

En el cuadro que se presenta a continuación se establecen por categorías los umbrales críticos de presión sobre el recurso hídrico e interpretación del porcentaje de oferta hídrica utilizada.

Cuadro 46. Umbrales Críticos de presión Índice de escasez

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

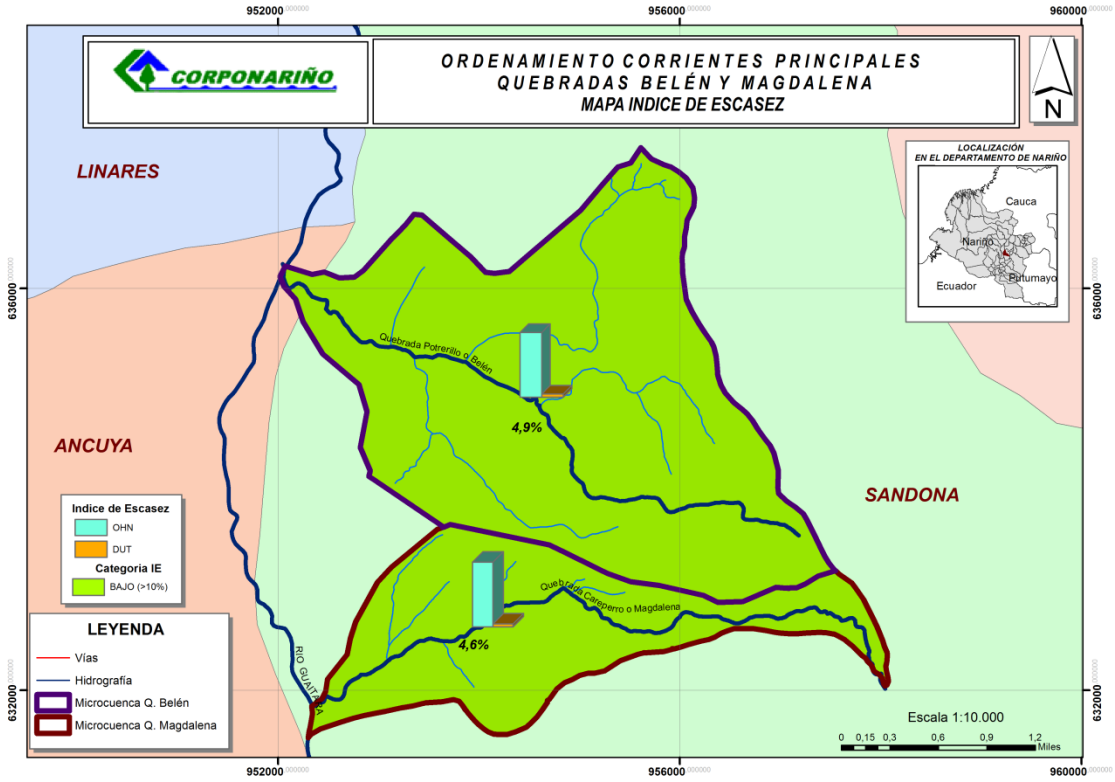
Realizando la relación correspondiente de la oferta hídrica neta superficial con respecto a la demanda total de las microcuencas, el índice de escasez corresponde a:

INDICE DE ESCACEZ MICROCUECA QUEBRADA BELEN: 4,9%

INDICE DE ESCACEZ MICROCUENCA QUEBRADA MAGDALENA: 4,60%

De acuerdo al dato anterior el porcentaje de la oferta hídrica utilizada para las dos microcuencas no experimenta presiones importantes sobre el recurso hídrico en términos de cantidad ya que se clasifica en una categoría muy baja.

Mapa 3. Índice de Escasez Microcuencas Quebradas Belén y Magdalena



Fuente: Este Estudio



DIAGNÓSTICO SOCIAL

8. DIAGNÓSTICO SOCIAL

La necesidad de tener fuentes de agua de buena calidad nos obligan en poner en práctica procesos que los llevan a la planificación del manejo del recurso hídrico. Esta se debe hacer con base a la participación de las comunidades que ha sido otorgada desde la Constitución Política expedida en 1991 con la participación para la toma de decisiones que pueda afectar el medio ambiente esto no los hará sentir como beneficiarios sino como gestores y responsables especialmente del recurso hídrico.

El agua actúa como eje articulador entre el componente de la corriente superficial y los actores sociales, por ello es necesario mirarla más allá de su aspecto hídrico, oferta y demanda del recurso. Esto implica conocer el funcionamiento de una corriente en término social para lo cual se debe considerar aspectos como el uso y las necesidades de los pobladores que la habitan. Es por ello que el diagnostico social apunta al vínculo que existe entre ellos y conocer la realidad de la corriente en estudio.

Para realizar la fase del diagnóstico social participativo en el proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Belén y Magdalena del Municipio de Sandoná se intervinieron con los actores de base de las diferentes veredas que influyen en la corriente. Se Coordinó y ejecutó socializaciones para dar a conocer el proceso de ordenamiento del recurso hídrico y la realización de talleres para identificar los principales factores contaminantes, generando espacios donde se reconozcan las problemáticas de la quebrada, los conflictos que se generan entre usuarios y las posibles soluciones para la recuperación de la cantidad y calidad del agua de la quebrada fuente de estudio.

8.1 DIAGNOSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO

Para desarrollar el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico en la fase del diagnóstico social participativo se realiza el llamado a los actores que se tiene influencia en la corriente a los talleres que se programaron en el casco urbano del Municipio de Sandoná para obtener información sobre el uso, contaminación y conflictos que se está presentando en la quebrada de Magdalena y Belén.

TALLER SOBRE LA IMPORTANCIA DEL AGUA

En primera instancia se realizó una capacitación sobre la importancia del recurso hídrico en nuestro diario vivir presentando un video llamado" cuida el agua" como apoyo para reflexionar sobre su valor que presenta en estos momentos y aún más en los futuros con la participación activa de los asistentes que es un factor importante dentro de esta capacitación reflejo de la atención prestada y la motivación de los lideres a mejorar y construir con su comunidad un ambiente sano para las futuras generaciones.

Figura 33. Presentación video, Municipio de Sandoná



Actores Sociales: Los principales actores que participan en los talleres del proceso fueron:

- Inspección Policía
- Empresa Servicios Públicos EMSAN
- Saneamiento Básico
- JAC vereda Chávez
- JAC Vereda Puerto Viejo
- JAC barrio 20 de Julio
- JAC Vereda Regadera
- JAC barrio San Jerónimo
- JAC vereda la Cocha
- JAC vereda San Vicente
- JAC vereda San Gabriel
- JAC Cruz de Arada
- JAC vereda San Antonio
- JAC vereda Santa Rosa Allto
- JAC barrio Manantial
- JAC vereda Tambillo
- JAC vereda Chupadero

***RESULTADOS DE TALLERES* DEL DIAGNOSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO**

Se presenta la información que se obtuvo en el taller realizado a funcionarios de la Alcaldía y presidentes de juntas de acción comunal de las veredas que influyen en la quebrada Belén y Magdalena:

Figura 34. Socialización Porh Municipio De Sandoná



PARA QUE SE UTILIZA LA QUEBRADA BELEN Y MAGDALENA QUEBRADA BELEN

- Para riegos
- Para atractivo turístico
- Para bebederos
-

QUEBRADA MAGDALENA

- Para riegos
- Para proceso de la panela

QUE PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN SE PRESENTA EN LA CORRIENTE

- Basuras en el casco urbano
- Arrojan envases químicos
- Mala práctica de siembras
- Erosión
- Aguas de alcantarillado

El caudal en tiempo de invierno aumenta causando derrumbes y daños a algunos cultivos, por el motivo que en verano lo utilizan como depósito de basuras y en tiempo de invierno arrastra con todo taponando algunas veces las alcantarillas y se van por encima causando perjuicios.

CONFLICTOS: el agua la utilizan para riegos en la quebrada Belén en la parte alta dificultando el paso hacia la cascada que es un atractivo turístico que se está perdiendo.

PROBLEMÁTICA: las aguas negras son descargadas a la quebrada Magdalena provocando contaminación para los habitantes que viven cerca de la corriente, como también descargan las aguas contaminadas las industrias paneleras agravando la contaminación.

CONSECUENCIAS:

- Mala calidad de agua
- Muerte de fauna y flora
- Escases de agua para riegos
- Proliferación de plagas
- No se utiliza para consumo humano
- No se utiliza como zona de pesca
- Perdida de bosques
- Enfermedades a niños y ancianos
- Bajo caudal en la quebrada.

8.2 ANALISIS DEL PROBLEMA

De acuerdo con la información recogida en el taller de diagnóstico en cuanto a la problemática de contaminación que se encuentra en la quebrada Belén y Magdalena se analizan en los siguientes aspectos:

Actividad Productiva	Problema Identificado
AGRICULTURA	Los cultivos de café y caña de azúcar son constantemente controlados por medio de fumigaciones con químicos fuertes contaminando la atmosfera y botando los empaque en los cultivos o en las orillas de las quebradas, la sedimentación de la tierra en tiempos de verano es también un contaminante, luego para procesar la caña los desperdicios son arrojados a los ríos sin un control por entidades encargadas de su vigilancia.
AGUAS RESIDUALES	Las aguas negras que son expulsadas a la quebrada Belén y Magdalena del Municipio de Sandoná.
PROBLEMA SOCIALES	La falta de educación ambiental en niños y jóvenes desde sus primeros años escolares como también poca conciencia en los adultos de la importancia del recurso agua y demás componentes ambientales, falta de compromiso de las personas que viven en la parte alta y realizar riegos no autorizados para terminar con la cascada que identifica y los visitante admiran al fondo del Municipio de Sandoná.

9. DIAGNÓSTICO TÉCNICO QUEBRADA BELÉN



El Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico contempla las fuentes receptoras de vertimientos del casco urbano del municipio de Sandoná que en este caso son la Quebrada Belén o Chorrera y la Quebrada Magdalena, por lo tanto todo el proceso girará en torno a estas dos fuentes contemplando la influencia de vertimientos y de otras fuentes que hacen parte de la microcuenca.

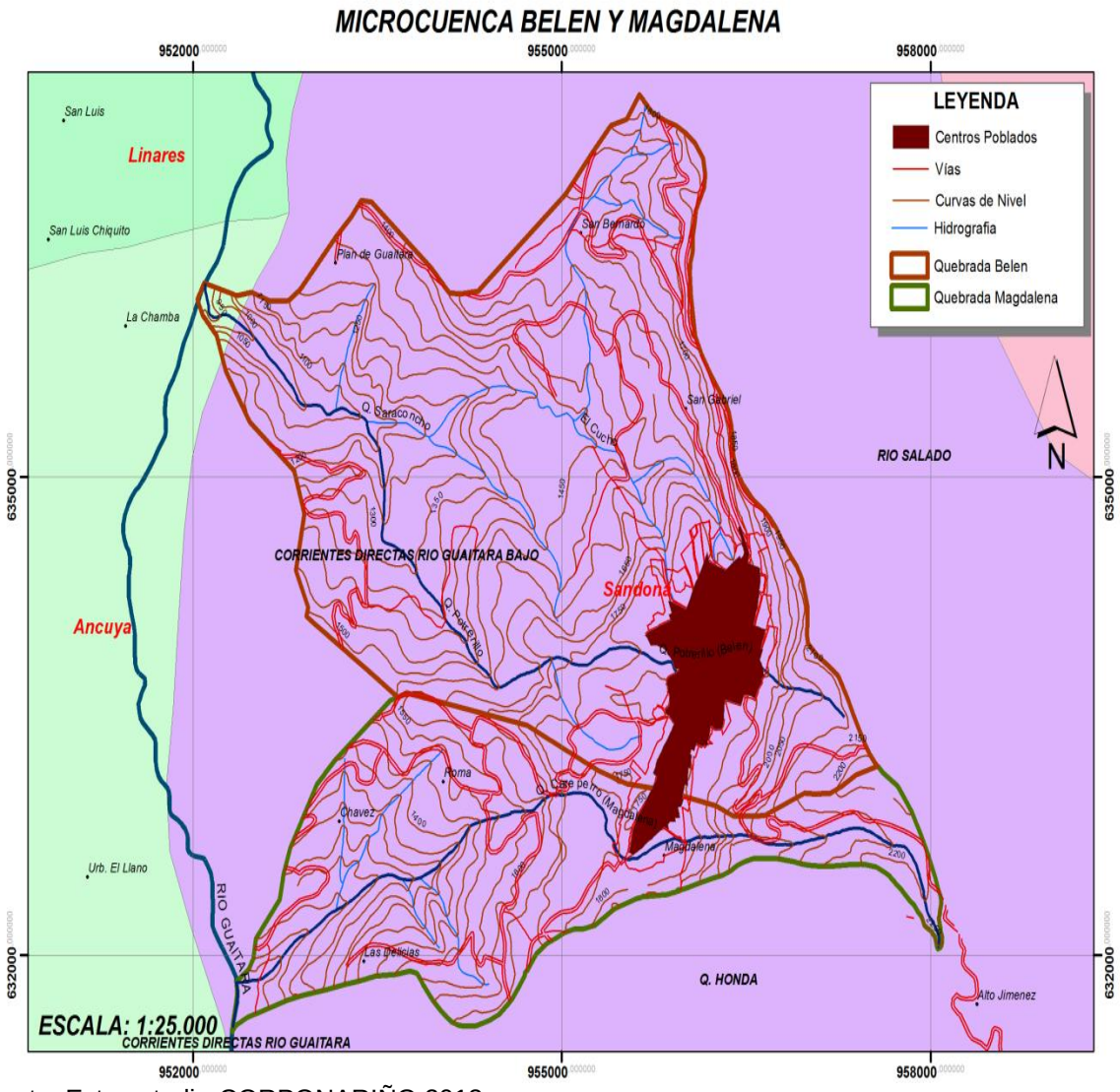
Por motivo de logística y de desarrollo de cada jornada de muestreo la información recolectada se dividió tanto para la quebrada Belén como la quebrada Magdalena en tres zonas, zona alta, media y baja, las cuales las dos realizan su confluencia sobre el Rio Guaitara pero en diferentes puntos, en el siguiente cuadro se describe cada quebrada y su división.

Cuadro 47. Identificación De Zonas Por Quebrada

FUENTE HIDRICA	***ZONA***	***DESCRIPCION***
QUERADA BELÉN	ZONA ALTA	NACIMIENTO EN LA VEREDA EL MACO HASTA LA ENTRADA AL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SANDONÁ
	ZONA MEDIA	ENTRADA Y SALIDA CASCO URBANO DESPUES DE EL BARRIO VILLA DEL ROSARIO
	ZONA BAJA	BARRIO VILLA DEL ROSARIO HASTA LA CONFLUENCIA CON EL RIO GUAITARA
QUEBRADA MAGDALENA	ZONA ALTA	NACIMIENTO VEREDA ALTO JIMENEZ
	ZONA MEDIA	CASCO URBANO ZONA ORIENTE PUENTE RANCHO VIEJO
	ZONA BAJA	PUENTYE SAN FRANCISCO HASTA CONFLUENCIA RIO GUAITARA

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Mapa 4. ZONIFICACION



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

CENSO DE USUARIOS

Para la realización del censo de usuarios se procedió a revisar la información existente en CORPONARIÑO como EOT, PSMV, PUEAA, sobre el cauce principal de las quebradas Belén, Quebrada Magdalena y sus afluentes de usuarios que tenían relación con las fuentes bajo estudio, ya sea usuarios que captan agua o usuarios que vierten aguas residuales, una vez establecida una base de datos se procedió a reconocer en campo el estado de los usuarios y si existen otros usuarios que ameritan por su importancia estar dentro de la base de datos, a partir de este trabajo se establecieron los siguientes usuarios para cada fuente hídrica.

9.1 INVENTARIO DE VERTIMIENTOS PARTE ALTA DE LA QUEBRADA BELÉN

El nacimiento de la fuente es en terrenos privados en donde el grado de protección es mínimo, los predios están siendo utilizados para diferentes tipos de cultivos como maíz, mora entre otros, además se pudo observar cómo nace el agua en medio de un conjunto de fincas que podrían afectar de alguna forma este recurso natural..

Las viviendas cercanas son de carácter humilde, su situación sanitaria se caracteriza por utilizar pozos sépticos artesanales para la disposición de las aguas residuales provenientes de baños y el agua residual de aseo, lavado y cocina se disponen sobre el terreno, el manejo de los residuos sólidos no es el más adecuado sobre todo con los residuos inorgánicos, estos se queman o se disponen en los terrenos.

La ronda hídrica que protege a la quebrada fuente de ordenamiento es ausente o escasa a lo largo de la fuente encontrando algunos sectores con parches de bosque natural, que por su mínima presencia no ejercen el beneficio que deberían dar al mantenimiento hídrico de la fuente. Existen tramos donde el agua entra en los predios ya sea de cafe o pastos, amplias extensiones de pastos naturales se ha venido incrementando con el tiempo y no se cuenta con la presencia institucional que ejerza algún tipo de acción que permita el control sobre la protección de la franja natural con la que debe contar toda fuente hídrica.

El hecho de no contar con una franja protectora hace que el comportamiento de la fuente no sea constante en el tiempo pasando de un caudal importante en invierno a una disminución a más de la mitad en verano, esto según los habitantes de este sector.

A continuación se relacionan los afluentes naturales y usuarios generadores de vertimientos o aguas residuales de tipo doméstico y de servicios que alimentan y descargan al cauce principal de la quebrada Belén incidiendo en su calidad fisicoquímica y bacteriológica, así como en el aumento de caudal.

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

Calidad

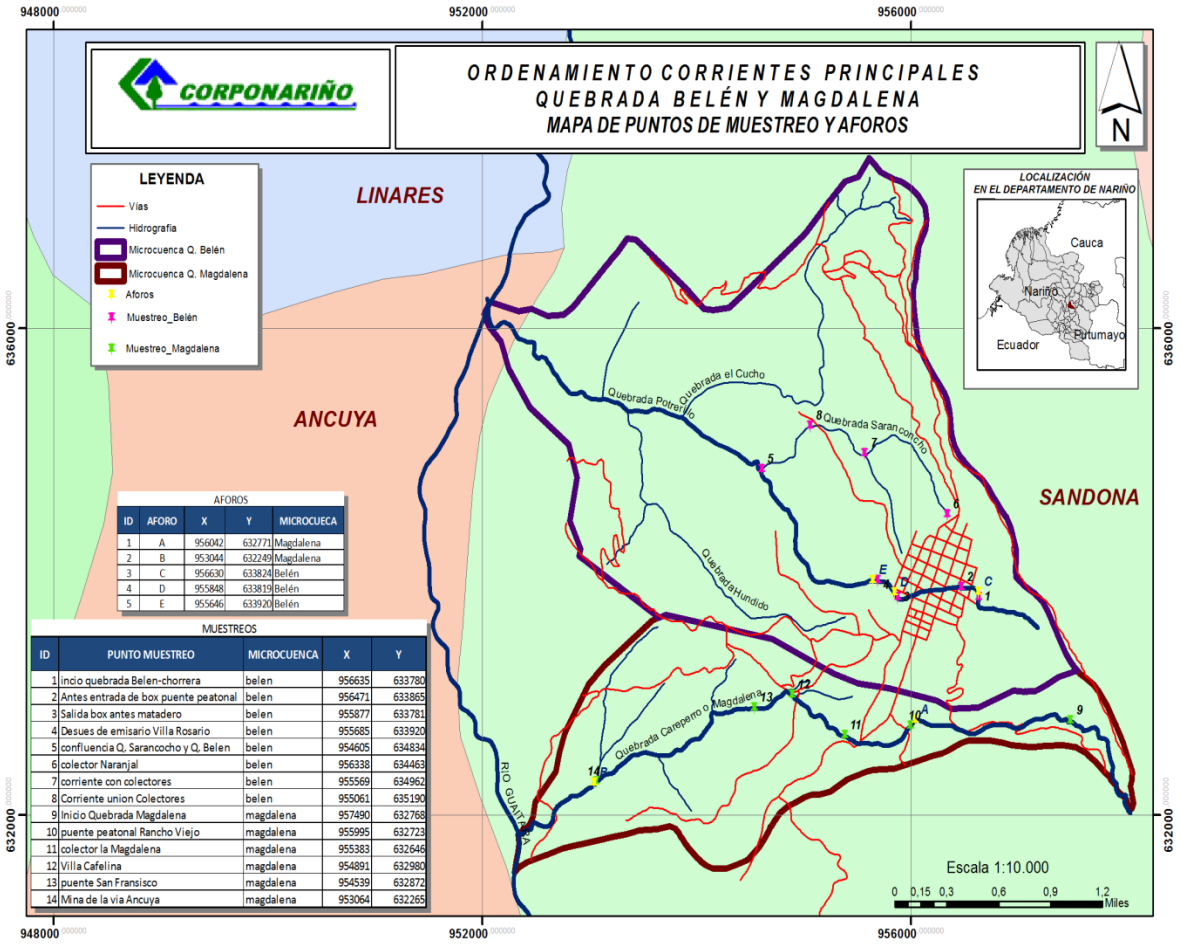
Un aspecto a tener en cuenta en la reglamentación y evaluación del uso calidad del agua, es la elaboración del censo de usuarios, el cual permite la identificación y ubicación de los usuarios, predios y superficies actuales y potenciales que comprende la Quebrada Belén.

Zona alta

En esta zona se integrarán los vertimientos naturales como domésticos puntuales sobre el cauce principal de toda la parte alta de la Quebrada Belén, donde se incluye todas las descargas provenientes de los estructuras de origen rural como veredas y caseríos.

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

Mapa 5. Entradas directas sobre las quebradas Belén y Magdalena



AFOROS

ID	AFORO	X	Y	MICROCUECA
1	A	956042	632771	Magdalena
2	B	953044	632249	Magdalena
3	C	956630	633824	Belén
4	D	955848	633819	Belén
5	E	955646	633920	Belén

MUESTREOS

ID	PUNTO MUESTREO	MICROCUENCA	X	Y
1	incio quebrada Belen-chorrera	belen	956635	633780
2	Antes entrada de box puente peatonal	belen	956471	633865
3	Salida box antes matadero	belen	955877	633781
4	Desues de emisario Villa Rosario	belen	955685	633920
5	confluencia Q. Sarancocho y Q. Belen	belen	954605	634834
6	colector Naranjal	belen	956338	634463
7	corriente con colectores	belen	955569	634962
8	Corriente union Colectores	belen	955061	635190
9	Inicio Quebrada Magdalena	magdalena	957490	632768
10	puente peatonal Rancho Viejo	magdalena	955995	632723
11	colector la Magdalena	magdalena	955383	632646
12	Villa Cafelina	magdalena	954891	632980
13	puente San Fransisco	magdalena	954539	632872
14	Mina de la via Ancuya	magdalena	953064	632265

Cuadro 48. QUEBRADA BELÉN PARTE ALTA

QUEBRADA BELÉN PARTE ALTA		
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA: EL MACO**	**SECTOR:** RURAL
TIPO: NACIMIENTO AGUA	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** PASTOS NATURALES	
PERMISOS: N/A	**DESCARGA:** N/A	**MARGEN:** CAUCE PRINCIPAL
COORDENADAS:	**N →** 633772 **W →** 966601 **H →** 1872 msnm	
DESCRIPCION:	En este punto nace la quebrada Belén ubicada en la vereda el Maco. Las condiciones de este punto son aceptables teniendo en cuenta las características fisicoquímicas reportadas por el laboratorio de Corponariño donde se presenta una DBO < 3,80 ml/l SST < 12 ml/l y un OD de 7,35 mlO_2/l, por lo tanto se asume que no hay afectación de tipo antrópico, situación que cambia aguas debajo de este punto.	

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 49. VERTIMIENTOS VIVIENDAS BARRIO BELÉN PARTE ALTA

VERTIMIENTOS VIVIENDAS BARRIO BELÉN PARTE ALTA		
RAZON SOCIAL: BARRIO BELÉN		
NOMBRE: BARRIO BELEN		**CASCO URBANO**
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:**	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO: DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** UNIFAMILIARES	VIVIENDAS
PERMISOS: NO CUENTA	**DESCARGA:** Q. BELÉN	**MARGEN:** DERECHO/IZQUIERDO
COORDENADAS:	**N → 633531,3** **W→** 957270,39 **H→** **2**.096 msnm	
DESCRIPCION:	En la parte alta de la Quebrada Belén cuando ingresa al casco urbano encontramos algunas viviendas unifamiliares del barrio Belén las cuales no cuentan con sistema de alcantarillado debido a que el nivel no es adecuado para contar con este servicio. Estas viviendas realizan la descarga directa mediante tubos de 2 y 3 pulgadas provenientes de los diferentes servicios que tiene cada vivienda como son de baños, sanitarios y lavado de ropa. Algunas de estas viviendas también cuentan con animales de tipo domestico que también afectan al recurso hídrico, como marranos y gallinas.	

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 50. INGRESO DE LA QUEBRADA BELÉN AL BOX ARTESANAL DEL CASCO URBANO DE SANDONÁ

INGRESO DE LA QUEBRADA BELÉN AL BOX ARTESANAL DEL CASCO URBANO DE SANDONÁ		
RAZON SOCIAL: BOX BARRIO BELÉN		
NOMBRE: BOX CULBERT		**CASCO URBANO**
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:**	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO: DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** VIVIENDAS UNIFAMILIARES	
PERMISOS: REGISTRO PSMV	**DESCARGA:** Q. BELÉN	**MARGEN:** DERECHO/IZQUIERDO
COORDENADAS:	**N → 633871,9** **W→** 956406,8 **H→ 1.865** msnm	
DESCRIPCION:	En el barrio Belén la quebrada en estudio ingresa al box culvert donde se evidencio el vertimiento de alcantarillado de un tramo importante del casco urbano, dichas viviendas no cuentan ningún sistema, que por ende descargan directamente sobre la fuente. Sumado a esto algunas de estas viviendas tienen marranera, las cuales no cuentan con sistema de tratamiento y por lo tanto no cuentan con permiso de vertimientos avalado por CORPONARIÑO	
REGISTRO FOTOGRAFICO		





CALIDAD ZONA MEDIA QUEBRADA BELÉN

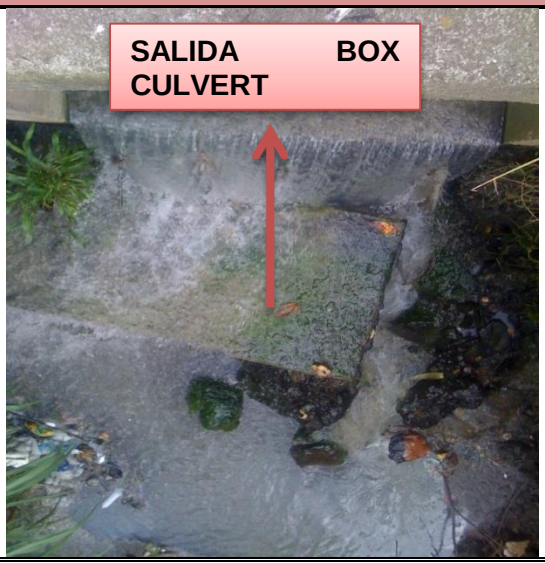
Este sector recibe vertimientos municipales provenientes del alcantarillado municipal, la central de sacrificio el barrio potrerillo y toda la zona de Villa del Rosario los cuales descargan directamente sobre la fuente hídrica objeto de estudio. Este tramo se caracteriza por recibir los vertimientos del casco urbano del municipio de Sandoná, afectando de manera significativa la calidad de la fuente, la influencia del sector urbano hace que la fuente además se vea sometida a factores de deterioro asociados con la disposición de residuos

sólidos urbanos, la franja protectora es mínima o escasa y no ofrece ningún beneficio paisajístico lo que permite que la comunidad no reconozca la fuente como un factor de importancia ambiental debido al carácter de contaminación tan alto al que está sometida.

Cuadro 51. SALIDA BOX CASCO URBANO DE SANDONÁ

SALIDA BOX CASCO URBANO DE SANDONÁ		
RAZON SOCIAL: BOX BARRIO BELÉN		
NOMBRE: BOX CULBERT		**CASCO URBANO**
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** Barrio Potrerito	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO: DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** VIVIENDAS UNIFAMILIARES	
PERMISOS: REGISTRO PSMV	**DESCARGA:** Q. BELÉN	**MARGEN:** DERECHO/IZQUIERDO
COORDENADAS:	**N → 633871,9** **W →** 956406,8 **H →** **1.865** msnm	
DESCRIPCION:	En el barrio Potrerillo se identificó la quebrada en estudio que sale del box culvert donde las condiciones de la quebrada es de baja calidad, cabe resaltar que la quebrada Belén el vertimiento de alcantarillado de un tramo importante del casco urbano, dichas viviendas no cuentan con ningún sistema, y por ende descargan directamente sobre la fuente. Además de viviendas unifamiliares del casco urbano del municipio de Sandoná también realizan la descarga directa algunos establecimientos comerciales como restaurantes, bancos e instituciones como colegios y el hospital.	

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 52. CENTRAL DE SACRIFICIO DE SANDONÁ

CENTRAL DE SACRIFICIO DE SANDONÁ		
RAZON SOCIAL: **CENTRAL DE SACRIFICIO DE SANDONÁ**		
NOMBRE: administración de Sandoná		**CASCO URBANO**
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** Barrio Potrerillo	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO: Industrial	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** Sacrificio de animales	
PERMISOS: Plan de Cierre	**DESCARGA:** Q. BELÉN	**MARGEN:** IZQUIERDO
COORDENADAS:	**N → 633814,1** **W →** 955907,07	**H →** **1.818** msnm
DESCRIPCION:	En el barrio Potrerillo se identificó la planta de sacrificio animal del municipio de Sandoná la cual realiza la descarga sobre la quebrada Belén, donde las condiciones del vertimiento según el reporte del laboratorio de la universidad de Nariño LAQ-R-107B-11-CARGA con fecha 05/04/2011 son SST = 553 mg/l, DBO = 1378 mg/l y GYA = 90,8 mg/l, cabe resaltar que este establecimiento se encuentra con plan de cierre aprobado por CORPONARIÑO por tres años a partir de su notificación para que se reubiquen teniendo en cuenta el nuevo EOT.	

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 53. PUNTO DE DESCARGA DE VIVENDAS UNIFAMILIARES BARRIO POTRERILLO

PUNTO DE DESCARGA DE VIVENDAS UNIFAMILIARES BARRIO POTRERILLO		
RAZON SOCIAL: VIVIENDAS UNIFAMILIARES BARRIO POTERILLO		
NOMBRE: BARRIO POTRERILLO		**CASCO URBANO**
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** Barrio Potrerito	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO: DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** VIVIENDAS UNIFAMILIARES	
PERMISOS: NINGUNO	**DESCARGA:** Q. BELÉN	**MARGEN:** IZQUIERDO
COORDENADAS:	**N** → 11703,9 **W** → 772825,2	**H** → **1.800** msnm
DESCRIPCION:	En las labores de identificación de usuarios se evidencio el barrio Potrerillo el cual realiza el vertimiento directo sobre la corriente fuente de estudio, dicho barrio no cuenta con el servicio de alcantarillado, pero si se encuentra proyectado dentro del plan de acción presentada en el año 2008 y aprobado mediante resolución 131 de enero de 2009 donde la cobertura para el casco urbano seria del 100% contando con su respectivo sistema de tratamiento de aguas residuales.	

REGISTRO FOTOGRAFICO



Cuadro 54. HOTEL ROYAL

PUNTO DE DESCARGA DEL HOTEL ROYAL		
RAZON SOCIAL: HOTEL ROYAL		
NOMBRE: BARRIO CEMENTERIO		**CASCO URBANO**
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** CASCO URBANO	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO: DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA: RESIDENCIAS TEMPORALES**	
PERMISOS: NINGUNO	**DESCARGA:** Q. BELÉN	**MARGEN:** DERECHO
COORDENADAS:	**N** → 634201,2 **W** → 955922,6 **H** → 1.788msnm	
DESCRIPCION:	En las labores de identificación de usuarios se evidencio el hotel Royal el cual realiza el vertimiento sobre la corriente fuente de estudio, dicho establecimiento no cuenta con el servicio de alcantarillado, y por ende ningún sistema de tratamiento ya que tampoco cuenta con permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO.	

REGISTRO FOTOGRAFICO



Cuadro 55. COLECTOR VILLA DEL ROSARIO

PUNTO DE DESCARGA BARRIO VILLA DEL ROSARIO		
RAZON SOCIAL: EMISARIO VILLA DEL ROSARIO		
NOMBRE: BARRIO VILLA DEL ROSARIO		**CASCO URBANO**
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** CASCO URBANO	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO: DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:**	
PERMISOS: NINGUNO	**DESCARGA:** Q. BELÉN	**MARGEN:** DERECHO
COORDENADAS:	**N → 633946,2** **W→** 955693 **H→ 1.758** msnm	
DESCRIPCION:	En las labores de identificación de usuarios se evidencio el colector de aguas residuales domesticas del barrio villa del rosario el cual realiza el vertimiento directo sobre la corriente fuente de estudio, dicho barrio cuenta con el servicio de alcantarillado, y además se encuentra proyectado dentro del plan de acción presentado en el año 2008 y aprobado mediante resolución 131 de enero de 2009 donde la cobertura para el casco urbano seria del 100% contando con su respectivo sistema de tratamiento de aguas residuales.	

REGISTRO FOTOGRAFICO





- **CALIDAD ZONA BAJA**

Esta zona se caracteriza por poseer vertimientos municipales, vertimientos correspondientes a viviendas de manera individual y un vertimiento industrial que está relacionado con la cría y desarrollo de porcinos. A continuación se relaciona la información para cada tipo de vertimiento

Esta zona se está convirtiendo y será a futuro zona de desarrollo urbano, esto se determina porque existen varios proyectos de viviendas en terrenos que actualmente se están aprovechando en la actividad agropecuaria, esto implica un mayor aporte de carga contaminante a la fuente sino se toman medidas al respecto frente al desarrollo urbano teniendo en cuenta el proceso de ordenación.

Cuadro 56. QUEBRADA SARANCONCHO

PUNTO DE UNIO QUEBRADA SARANCONCHO		
NOMBRE: QUEBRADA SARANCONCHO		**ZONA RURAL**
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** LA JOYA	**SECTOR:** RURAL
TIPO VTO: DOMESTICO E INDUSTRIAL	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA: SECTOR PANELERO Y DESCARGA DE COLECOTRES PRINCIPALES**	
PERMISOS: NINGUNO	**DESCARGA:** Q. BELÉN	**MARGEN:** DERECHO
COORDENADAS:	**N** → 635249,7 **W** → 953913,6	**H** → 1.298 msnm
DESCRIPCION:	En las labores de identificación de usuarios se evidencio la quebrada saranconcho la cual recibe diferentes tipo de vertimientos de tipo domésticos provenientes de los colectores el naranjal y cementerio los cuales reciben gran parte del casco urbano del municipio de Sandoná dichos colectores descargan aproximadamente 26,6 LPS, y vertimientos industriales provenientes del sector panelero los cuales descargan de forma directa.	

REGISTRO FOTOGRAFICO





CENSO DE USUARIO - CANTIDAD QUEBRADA BELÉN

A continuación se describen y cuantifican los componentes que hacen parte de la infraestructura hidráulica asociada ya sea a sistemas de acueducto o estructuras de propiedad del municipio de Sandoná.

CANTIDAD ZONA ALTA

Cuadro 57. INFRAESTRUCTURA COMPONENTE DE CANTIDAD

<table>
<tr><th colspan="5">INFRAESTRUCTURA COMPONENTE DE CANTIDAD</th></tr>
<tr><td colspan="2">UNICIPIO: SANDONÁ</td><td colspan="3">CORREGIMIENTO: EL INGENIO</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS:</td><td>958455,76</td><td>633165,29</td><td>1856</td><td>SECTOR: RURAL</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo: CAPTACION PARA USO DOMESTICO</td><td colspan="3">Permisos: CUENTA CON CONCESION VIGENTE</td></tr>
<tr><td colspan="5">

</td></tr>
<tr><td colspan="5">DESCRIPCION:
Bocatoma y desarenadores que se utiliza como tratamiento primario para conducción hacia PTAP del municipio de Sandoná, este se encuentra en el predio de propiedad del municipio, cuenta con accesorios para bombeo, se encuentra en buen estado y actualmente en funcionamiento.</td></tr>
<tr><td colspan="5">INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA</td></tr>
<tr><td colspan="5">COMPONENTES: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 20X15 mts</td></tr>
</table>

DESCRIPCION: Tanque de almacenamiento y planta de tratamiento de agua potable del municipio de Sandoná





DESCRIPCION: SEDIMENTADOR CAMARA DE DESINFECCION.





Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

9.2 PERFILES DE MODELACION QUEBRADA BELÉN

Un perfil de modelación es una forma de describir las características de las fuentes hídricas en una forma sencilla y que se pueda visualizar cuales son los aspectos que influencian el comportamiento de las fuentes bajo estudio.

Un perfil de modelación tiene en cuenta las entradas y salidas que tiene la fuente hídrica, con entradas se entiende los vertimientos de aguas residuales o los afluentes naturales y con salidas se entiende la presencia de sistemas de captación que extraigan agua para los diferentes necesidades de las comunidades cercanas y los categoriza con colores y flechas que indican si es una entrada o una salida.

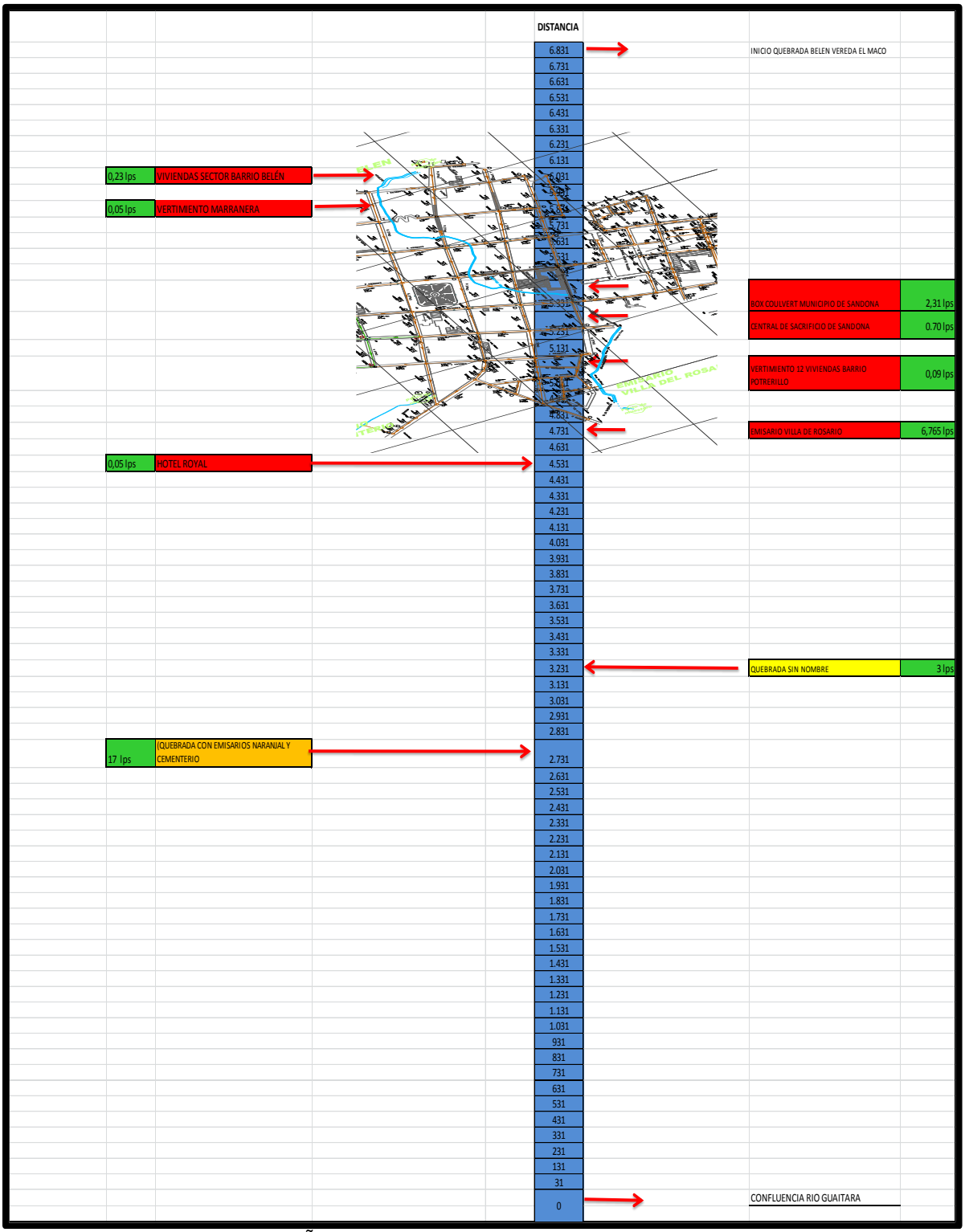
En el cuadro No 24 se presentan los diferentes colores con los que se identifican todos los aspectos que se tienen en cuenta para conformar un perfil de modelación.

Cuadro 58. ESCALA DE COLORES

	VERTIMIENTO
	QUEBRADA RECEPTORA VERTIMIENTOS
	QUEBRADA LIMPIA
	CAUDAL CORRIENTE PRINCIPAL (LPS)
	CAUDAL ENTRADA QUEBRADA O VTO (LPS)
	DISTANCIA ENTRE PUNTOS DEL SISTEMA (MTS)
	SALIDA BOCATOMAS Y CTE PRINCIPAL
	PUNTOS DE MUESTREO

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Figura 35. PERFIL DE MODELACION QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

9.3 MATRIZ DE LAS ENTRADAS IDENTIFICADOS SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA BELÉN

En conjunto con la descripción que se realizó anteriormente de los perfiles de modelación también se presenta la matriz donde se identifican los diferentes usuarios que están realizando vertimientos tanto domésticos como industriales sobre la corriente principal de la quebrada fuente de estudio.

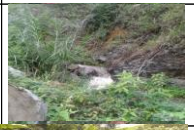
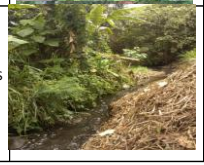
En esta matriz se identifican los vertimientos comenzando desde la parte alta de la quebrada Belén donde existe una confluencia de algunos escurrimientos que aportan de alguna manera caudal a la corriente principal, seguidamente se identifican los usuarios del barrio Belén los cuales están realizando la descarga directa de aguas residuales domesticas sobre el cauce principal, seguidamente en la matriz se presentan los usuarios de los diferentes barrios de la zona Centro y occidente del casco urbano del municipio de Sandoná que cuentan con el servicio de alcantarillado pero que este descarga sobre el cauce principal, además se describen los usuarios que no cuentan con sistema de alcantarillado como lo es la central de sacrificio y el hotel royal que realizan su descarga directa sobre la quebrada fuente de estudio, por último se realiza la descripción de algunas de las quebradas más significativas en cuanto a caudal y grado de contaminación que tienen influencia sobre la corriente principal de la quebrada Belén como son la Quebrada Sarancocho y algunas quebradas sin nombre que ayudan a que haya dilución de agentes contaminantes en el recurso hídrico.

Cuadro 59. MATRIZ DE DESCARGAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES SOBRE LA QUEBRADA BELÉN

N.FCHA	NOMBRE	TIPO DE ENTRADA	NOMBRE ENTRADA	E	N	H	MARGEN DESCARGA	CARACTERIZACION FISICOQUIMICA	FOTOGRAFIA	OBSERVACIONES
		RIOS,QBDA,VTOS,ASEQUIA								
P1	PUNTO DONDE NACE LA QUEBRADA BELÉN	NACIMIENTO	PUNTO DONDE NACE LA QUEBRADA BELÉN	957270,39	633531,36	2096	SOBRE CAUCE PRINCIPAL	NO PRESENTA NINGUN TIPO DE AFECTACION ANTROPICA		EL NACIMIENTO DE LA QUEBRADA BELÉN NO TIENE NINGUN TIPO DE CONTAMINACION DEBIDO A QUE NO EXISTEN USUARIOS AGUAS ARRIBA
P2	PUNTO DE DESCARGA DE VIVENDAS UNIFAMILIARES BARRIO BELÉN	VTOS	PUNTO DE DESCARGA DE VIVENDAS UNIFAMILIARES BARRIO BELÉN	11703,9	772825,2	1805	DERECHA	NO PRESENTA NINGUN TIPO DE CARACTERIZACIÓN		LAS VIVIENDAS DEL BARRIO BELEN NO CUENTAN CON SERVICIO DE ALCANTARILLADO POR TAL RAZON REALIZAN VERTIMIENTO DIRECTO SOBRE LA QUEBRADA BELÉN
P3	PUNTO DONDE INGRESA LA QUEBRADA BELÉN AL BOX ARTESANAL DEL CASCO URBANO DE SANDONÁ	VTOS	ENTRADA DE VERTIMIENTOS DOMESTICOS Y DE ALGUNAS MARRANERAS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES DEL BARRIO BELÉN	956406,9	633872,0	1865	IZQUIERDA			PUNTO DONDE SE EVIDENCIA EL VERTIMIENTO DE ALGUNAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES SUMADO A ESTO ALGUNAS MARRANERAS DEL BARRIO BELÉN
P4	PUNTO DONDE SE PRESENTA LA SALIDA DEL BOX EN LA PARTE BAJA DEL CASCO URBANO Y ANTES DE LA CENTRAL DE SACRIFICIO DEL MUNICIPIO DE SANDONÁ	VTOS	SALIDA BOX COULVERT CASCO URBANO MUNICIPIO DE SANDONÁ	955922,5	633792,6	1809	SOBRE CAUCE PRINCIPAL			SALIDA BOX COULVERT CASCO URBANO MUNICIPIO DE SANDONÁ

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 60. MATRIZ DE DESCARGAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES SOBRE LA QUEBRADA BELÉN

N.FCHA	NOMBRE	TIPO DE ENTRADA	NOMBRE ENTRADA	E	N	H	MARGEN DESCARGA	CARACTERIZACION FISICOQUIMICA	FOTOGRAFIA	OBSERVACIONES
		RIOS,QBDA,VTOS,ASEQUIA								
P5	PUNTO DONDE REALIZA LA DESCARGA LA CENTRAL DE SACRIFICIO DE SANDONA	VTOS	PUNTO DE DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES CENTRAL DE SACRIFICIO DE SANDONÁ	955907	633814	1818	DERECHA	NO PRESENTA NINGUN TIPO DE CARACTERIZACIÓN		EN ESTE PUNTO SE REALIZA LA DESCARGA DIRECTA DE AGUAS INDUSTRIALES PROVENIENTES DE LA CENTRAL DE SACRIFICIO DE SANDONÁ
P6	PUNTO DE DESCARGA DE VIVENDAS UNIFAMILIARES BARRIO POTRERILLO	VTOS	PUNTO DE DESCARGA DE VIVENDAS UNIFAMILIARES BARRIO POTRERILLO	11703,9	772825,2	1800	IZQUIERDA	NO PRESENTA NINGUN TIPO DE CARACTERIZACIÓN		LAS VIVIENDAS DEL BARRIO POTRERILLO NO CUENTAN CON SERVICIO DE ALCANTARILLADO POR TAL RAZON REALIZAN VERTIMIENTO DIRECTO SOBRE LA QUEBRADA BELÉN
P7	PUNTO DE DESCARGA EMISARIO VILLA DEL ROSARIO	VTOS	PUNTO DE DESCARGA EMISARIO VILLA DEL ROSARIO	955693,78	633946,26	1790	DERECHA	PRESENTA CARACTERIZACION DE AGOSTO DE 2012		EN ESTE PUNTO DESCARGAN EL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS LA URBANIZACION VILLA DEL ROSARIO Y ALGUNAS CASAS UNIFAMILIARES
P8	HOTEL ROYAL	VTOS	PUNTO DE DESCARGA DIRECTA	955922,6	634201,2	1788	DERECHA	NO CUENTA CON PERMISO DE VERTIMIENTOS		EL HOTEL ROYAL NO CUENTA CON SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CABE RESALTYAR QUE NO CUENTA CON EL SERVISIO DE ALCANTARILLADO
P9	QUEBRADA SIN NOMBRE	ASEQUIA	PUNTO DE CONFLUENCIA QUEBRADA SIN NOMBRE	955103,5	635374,7	1449	IZQUIERDA	NO PRESENTA CARACTERIZACION PERO NO TIENE NINGUN TIPO DE AFECTACION ANTROPICA		EN ESTE PUNTO TIENE CONFLUENCIA QUEBRADA NIN NOMBRE CON LA QUEBRADA BELEN EN LA ZONA BAJA
P10	QUEBRADA SARANCOCHO	QUEBRADA	PUNTO DE CONFLUENCIA QUEBRADA SARANCOCHO	953913,6	635249,7	1298	DERECHA	A ESTA QUEBRADA SE REALIZA LADESCARGA DE LOS COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES EL NARANJAL Y CEMENTERIO		ADEMAS DE LOS COLECTORES ALGUNOS ESTABLECIMIENTOS DE PROCESAMIENTO DE PANELA TAMBIEN REALIZAN SU DESCARGA A ESTA QUEBRADA

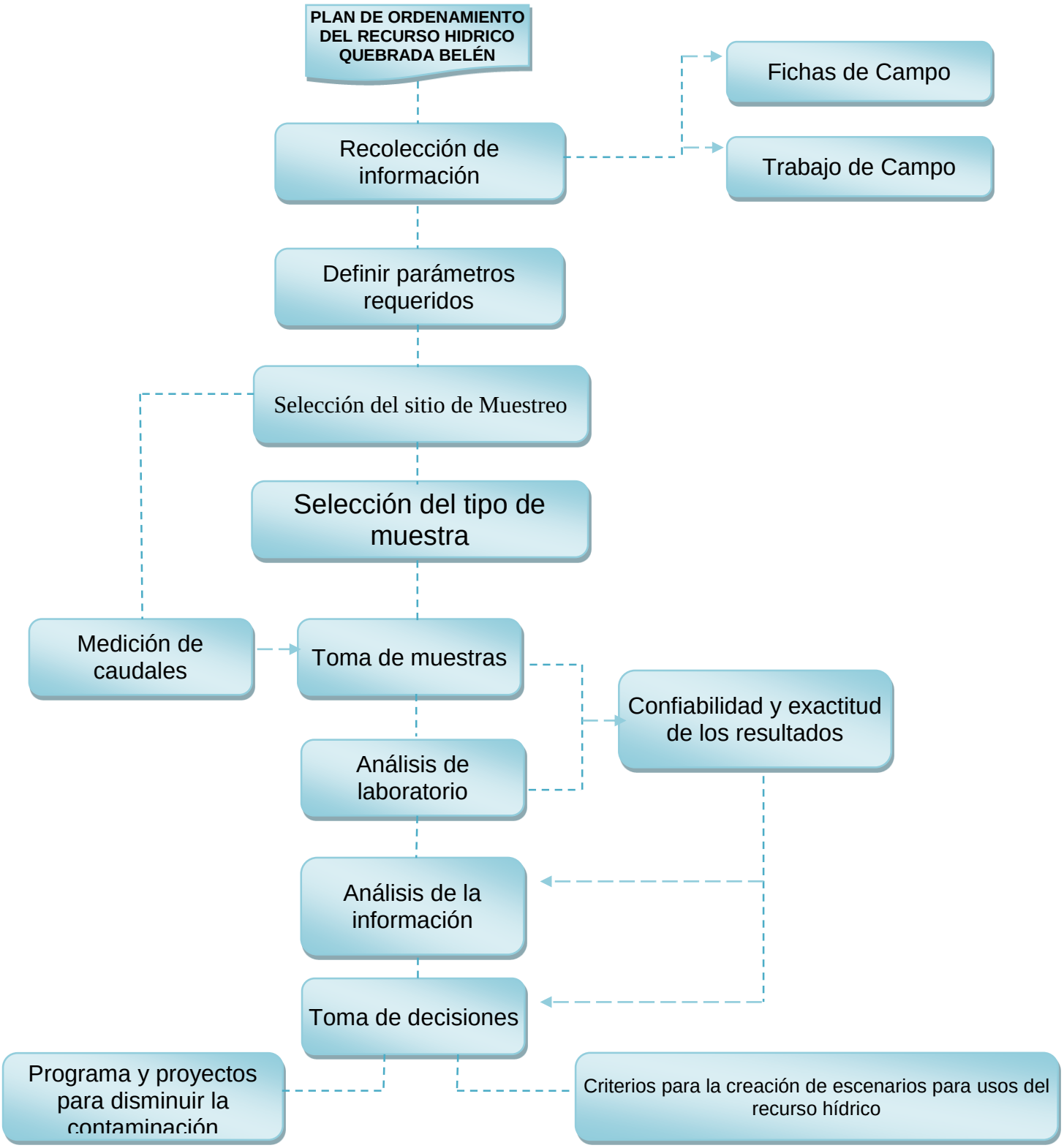
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 61. MATRIZ DE CARGAS DE VERTIMIENTOS DIRECTOS QUEBRADA BELÉN

CALCULO DE CARGAS QUEBRADA BELÉN											
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	DOMESTICO									IMAGEN DEL SECTOR
		POBLACION 2013 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	CAUDAL (L/S)	[] (SS) (mg/l) teorica (RAS)	[] (DBO_5) (mg/l) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/l) teorica (RAS)	Carga Teorica DBO (Kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)	
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO BELEN	QB-1	150	135	0,234375	250	250	50	5,06	5,06	1,01	
VERTIMIENTO MARRANERA	QB-2		300	0,05	800	1100	200	3,46	4,75	0,86	
VERTIMIENTO CENTRO CASCO URBANO BOX	QB-3	4330	135	6,765625	250	250	50	146,14	146,14	29,23	
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO POTRERILLO	QB-4	60	135	0,09375	250	250	50	2,03	2,03	0,41	
VERTIMIENTO CENTRAL DE SACRIFICIO	QB-5			0,7	1600	1100	224	32,26	22,18	4,52	
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	QB-6	1479	135	2,3109375	250	250	50	49,92	49,92	9,98	
VERTIMIENTO HOTEL VILLA DEL ROSARIO	QB-7	32	160	0,05925926	250	250	50	1,28	1,28	0,256	
VERTIMIENTO QUEBRADA BELEN AGUAS ABAJO	QB-8			3	10	3,8	5	2,592	0,98496	1,296	
VERTIMIENTO QUEBRADA SARANCOCHO	QB-9			17	250	272	6,25	367,2	399,5136	9,18	

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Figura 36. METODOLOGÍA PORH



10. DETERMINACION DE LINEA BASE Y PERFILES DE CALIDAD

10.1 METODOLOGÍA

Para la determinación de la línea base y perfiles de calidad se procedió a realizar monitoreo de las fuentes hídricas bajo estudio y analizarlas en los laboratorios, cabe aclarar que en el laboratorio acreditado de CORPONARIÑO se analizaron los parámetro de caudal (Q), DBO5, DQO, OD, SST Y ST, y en el laboratorio de la Universidad de Nariño se analizaron los parámetros de color aparente, turbiedad, conductividad, solidos suspendidos, solidos sedimentables, solidos suspendidos volátiles, solidos suspendidos fijos, alcalinidad total, acidez, amonio, dureza total, cloruros, fosfatos, detergentes, nitritos, nitratos, sulfatos, fosforo total, nitrógeno total, grasas y aceites, Coliformes totales, echerichia coli.

En las jornadas de muestreo se establecieron 12 puntos de monitoreo, estos puntos obedecen a criterios técnicos, logísticos y económicos. Técnicos porque de acuerdo a los recorridos hechos se reconocieron los diferentes focos de contaminación así como también los sitios óptimos para toma de muestras, logísticos por que se tuvo en cuenta diferentes aspectos como, el equipo de aforo, transporte de personal, tiempo de transporte de muestras, horarios de entrega de muestras, entre otros y económicos ya que era necesario priorizar puntos de acuerdo al presupuesto que se contaba para estas campañas de caracterización de las fuentes. En las fechas tres (03) de julio y 07 (siete) de agosto de 2013 se realizaron dos campañas de monitoreo en diferentes épocas del año, esto para conocer mejor cual es el comportamiento de las fuentes en el tiempo. (ver ANEXO 2) Estos parámetros determinan el grado de contaminación de una fuente hídrica así como las posibles fuentes de contaminación aspectos que son de vital importancia dentro del análisis que se debe hacer para comprobar cuál es el estado de las fuentes bajo estudio.

Para los vertimientos domésticos que no fueron monitoreados se estimaron las concentraciones típicas para aguas residuales en base a bibliografía especializada.

Con base en los datos de los monitoreos y las estimaciones para vertimientos se procedió a desarrollar los perfiles de modelación, que son la base para los procesos de modelación de las fuentes bajo estudio.

Figura 37. TOMA DE MUESTRAS



Un recipiente plástico de 700ml de capacidad: en este recipiente se procede en primer lugar a la purga del recipiente, a este se le agrega 1ml de ácido y la toma de la muestra de un recipiente adicional en el cual se ha tomado una muestra directa de la fuente.

Un recipiente de vidrio de 700ml de capacidad: este recipiente se cura con la adición de 1ml de ácido y se llena completamente. (Muestra para análisis de grasas y aceites).

Un recipiente de plástico de 100ml de capacidad: la toma de esta muestra se realiza directamente sobre la fuente, es importante dejar un espacio de aire, esta muestra se toma para el análisis de características microbiológicas.

Un Winkler: para fijar el Oxígeno Disuelto, este se fijó agregando un ml de **reactivo I** introduciendo la punta de la pipeta por debajo de la superficie, procurando tapar siempre con cuidado que no queden burbujas atrapadas, se agita, de forma equivalente, se agrega 1ml de **reactivo II**, se tapa y se mezcla cuidadosamente, en ese momento se formara un precipitado marrón en proporción al OD que contuviese la muestra, finalmente se adiciona 1ml de ácido sulfúrico para fijar el OD de la muestra.

Figura 38. LUGAR DE MUESTREO Y FIJACIÓN DE MUESTRAS



Figura 39. CONSERVACIÓN DE MUESTRAS



El objetivo de las jornadas fue realizar el análisis de la corriente a partir de muestreos físico – químicos y microbiológico teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Laboratorio de CORPONARIÑO	Laboratorio de la UNIVERSIDAD de NARIÑO
✓ Oxígeno disuelto ✓ Demanda bioquímica de oxigeno ✓ Demanda química de oxigeno ✓ pH ✓ Sólidos totales ✓ Sólidos suspendidos sedimentables ✓ Conductividad	✓ Sulfatos ✓ Detergentes ✓ Dureza total ✓ Amonio ✓ Fosforo total ✓ Nitrógeno NTK ✓ Grasas y aceites ✓ Coliformes totales ✓ Echerichia coli ✓ Color aparente ✓ Turbiedad ✓ Cloruros ✓ Acidez ✓ Fosfatos ✓ Alcalinidad total ✓ Nitratos ✓ Nitritos Sólidos suspendidos volátiles ✓ Sólidos suspendidos fijos

Figura 40. ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO



10.2 CAMPAÑAS DE MONITOREO Y AFORO QUEBRADA BELÉN

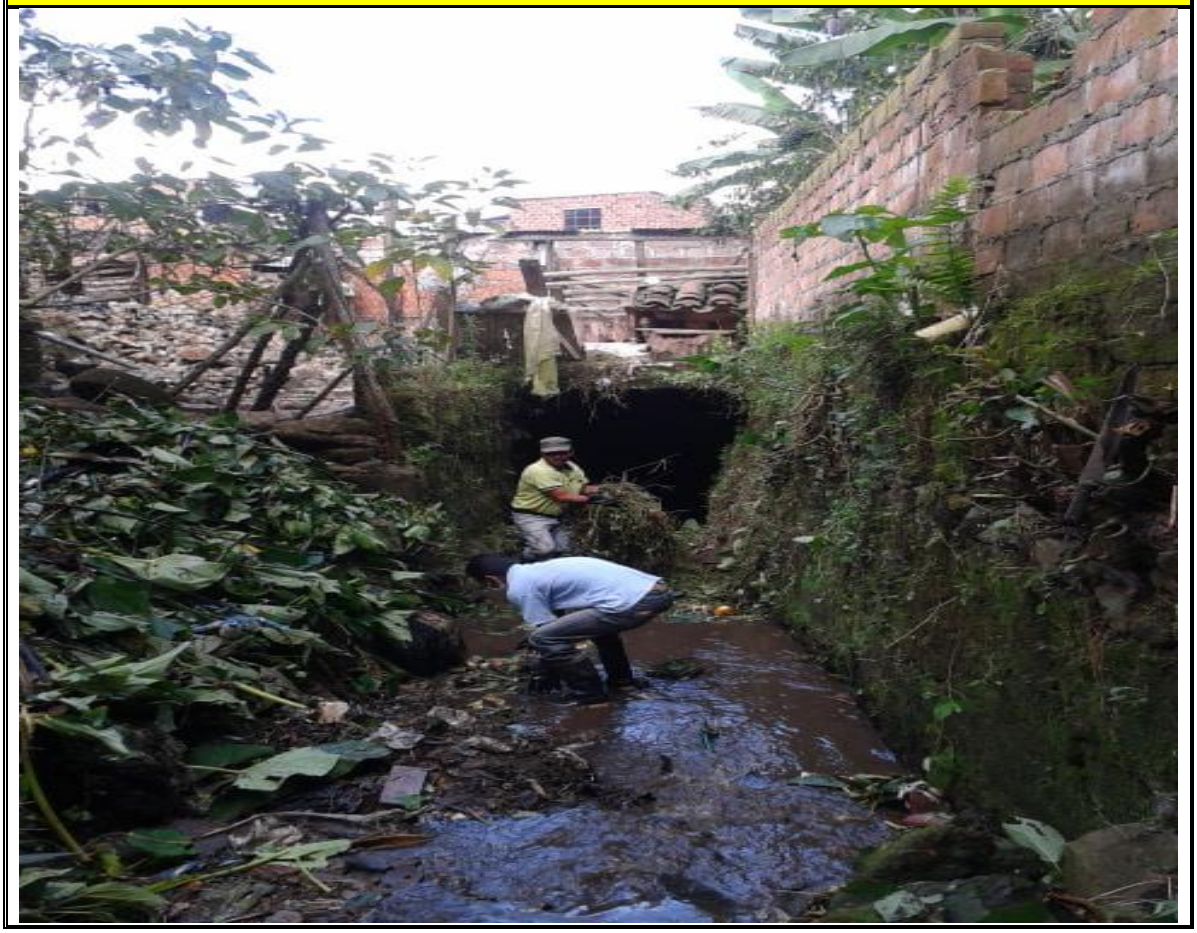
Las campañas de monitoreo se realizaron sobre estaciones que se describen a continuación:

Cuadro 62. ESTACIONES DE MONITOREO QUEBRADA BELÉN

ES_QB – 1 INICIO QUEBRADA BELEN					
MUNICIPIO: SANDONA			**SECTOR:** RURAL		
TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA					
FUENTE: QUEBRADA BELÉN/CHORRERA			**MARGEN:** CAUCE PRINCIPAL		
COORDENADAS:	**N** → 633772		**W** → 956601	**H** → 1.872 msnm	
DESCRIPCION	Como primera estación de muestreo se tiene el nacimiento de la quebrada Belén, en este punto se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en esta zona no existe ningún tipo de afectación antrópica, otro de los aspectos que se tuvieron en cuenta para justificar este punto de muestreo es que se quiere tener evidencia clara de las condiciones fisicoquímicas en la que encontramos la quebrada Belén antes de ingresar al casco urbano, con el fin de tener un criterio técnico más fundamentado en el proceso del ordenamiento del recurso hídrico.				
REGISTRO FOTOGRAFICO					
					

ES_QB – 2 QUEBRADA BELÉN ANTES BOX COULVERT			
MUNICIPIO: SANDONA		**SECTOR:** URBANO	
TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA			
FUENTE: QUEBRADA BELÉN/CHORRERA		**MARGEN:** CAUCE PRINCIPAL	
COORDENADAS:	**N** → 633929	**W** → 956489	**H** → 1.835 msnm
DESCRIPCION	Como segunda estación de muestreo se tiene la quebrada Belén antes de ingresar al box coulvert, en este punto se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en esta zona existe afectación antrópica debido a la descarga directa de aguas residuales domesticas de los habitantes del barrio Belén, otro de los aspectos que se tuvieron en cuenta para justificar este punto de muestreo es que se quiere tener evidencia clara de las condiciones fisicoquímicas en la que encontramos la quebrada Belén cuando ingresa al casco urbano, con el fin de tener un criterio técnico más fundamentado en el proceso del ordenamiento del recurso hídrico.		

REGISTRO FOTOGRAFICO



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

ES_QB – 3 QUEBRADA BELÉN DESPUES BOX COULVERT			
MUNICIPIO: SANDONA		**SECTOR:** URBANO	
TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA			
FUENTE: QUEBRADA BELÉN/CHORRERA		**MARGEN:** CAUCE PRINCIPAL	
COORDENADAS:	**N** → 633800	**W** → 955961	**H** → 1.808 msnm
DESCRIPCION	Como tercera estación de muestreo se tiene la quebrada Belén después del box coulvert, en este punto se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en esta zona existe afectación antrópica debido a la descarga directa de aguas residuales domesticas de aproximadamente el 40% de la población, que corresponde a todo el centro del casco urbano del municipio de Sandoná, otro de los aspectos que se tuvieron en cuenta para justificar este punto de muestreo es que se quiere tener evidencia clara de las condiciones fisicoquímicas en la que encontramos la quebrada Belén después de ingresa al casco urbano, con el fin de tener un criterio técnico más fundamentado en el proceso del ordenamiento del recurso hídrico.		

REGISTRO FOTOGRAFICO



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

ES_QB – 4 QUEBRADA BELÉN DESPUES VILLA DEL ROSARIO					
MUNICIPIO: SANDONA			**SECTOR:** URBANO		
TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA					
FUENTE: QUEBRADA BELÉN/CHORRERA			**MARGEN:** CAUCE PRINCIPAL		
COORDENADAS:	**N** → 633946	**W** → 955693	**H** → 1.758 msnm		
DESCRIPCION	Como cuarta estación de muestreo se tiene la quebrada Belén después del emisario villa del Rosario, en este punto se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en esta zona existe afectación antrópica debido a la descarga directa de aguas residuales domesticas de aproximadamente el 60% de la población, que corresponde a todo el centro y oriente del casco urbano del municipio de Sandoná, otro de los aspectos que se tuvieron en cuenta para justificar este punto de muestreo es que se quiere tener evidencia clara de las condiciones fisicoquímicas en la que encontramos la quebrada Belén después de todos los vertimientos del municipio de Sandoná,, con el fin de tener un criterio técnico más fundamentado en el proceso del ordenamiento del recurso hídrico.				
REGISTRO FOTOGRAFICO					



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

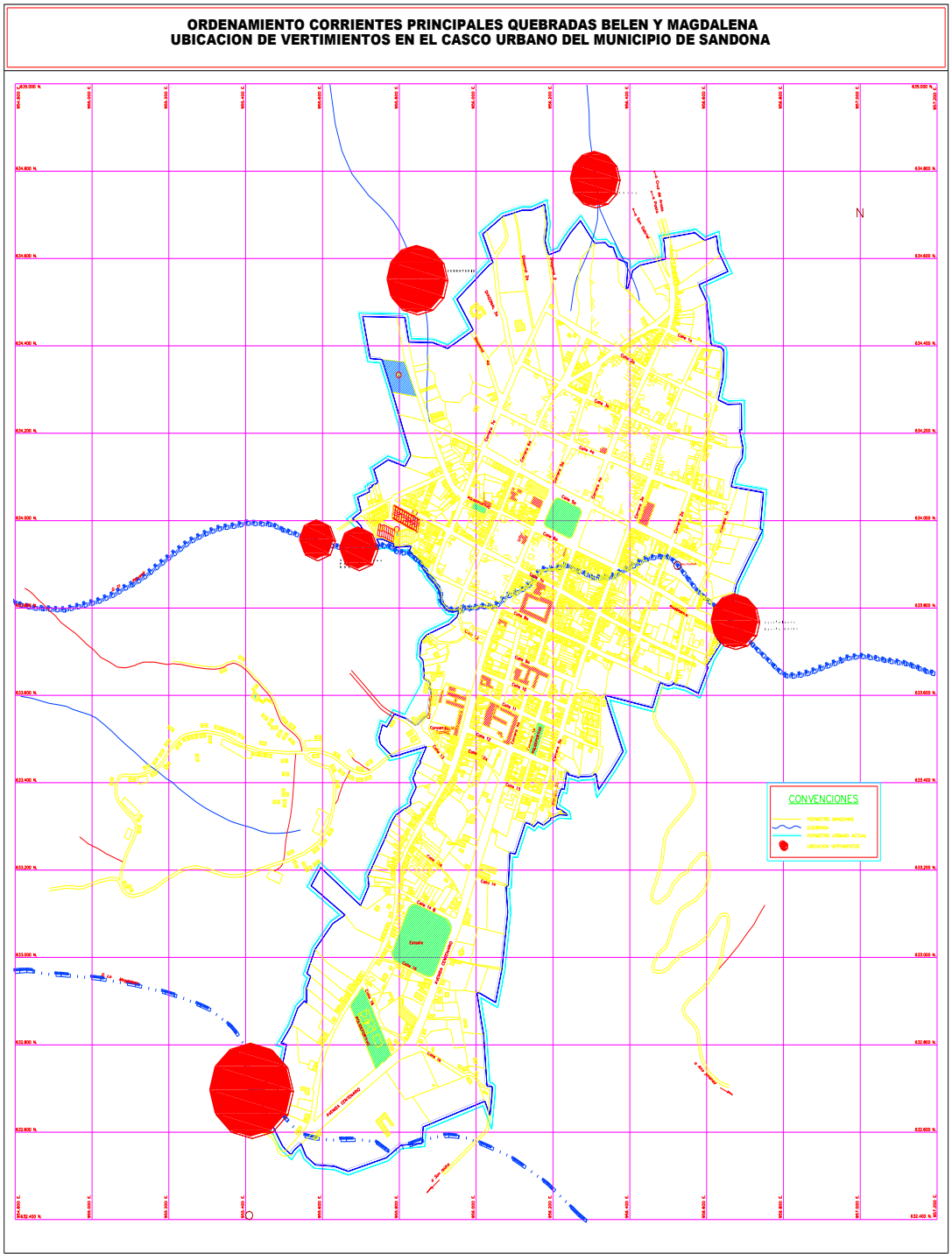
ES_QB – 4 QUEBRADA BELÉN DESPUES QUEBRADA CON COLECTORES			
MUNICIPIO: SANDONA		**SECTOR:** URBANO	
TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA			
FUENTE: QUEBRADA BELÉN/CHORRERA		**MARGEN:** CAUCE PRINCIPAL	
COORDENADAS:	**N** → 635078	**W** → 955499	**H** → 1.593 msnm
DESCRIPCION	Como quinta estación de muestreo se tiene la quebrada Belén después de la confluencia de la quebrada sarancocho, en este punto se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en esta quebrada se evidencio la descarga directa de aguas residuales domesticas de los colectores cementerio y naranjal los cuales reciben las aguas residuales aproximadamente el 20% de la población, que corresponde a toda la zona sur del casco urbano del municipio de Sandoná, cabe resaltar que estas descargas se realizan a otra fuente pero que en la parte baja se une con la quebrada fuente de estudio, otro de los aspectos que se tuvieron en cuenta para justificar este punto de muestreo es que se quiere tener evidencia clara de las condiciones fisicoquímicas en la que encontramos la quebrada Belén antes de la confluencia con el rio Guaitara con el fin de tener un criterio técnico más fundamentado en el proceso del ordenamiento del recurso hídrico.		

REGISTRO FOTOGRAFICO



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Mapa 6. LOCALIZACIÓN PRINCIPALES FOCOS DE CONTAMINACIÓN DE SANDONÁ



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

10.3 EVALUACION DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL

10.3.1 Muestreo Sobre El Cauce Principal De La Quebrada Belén

La ejecución y análisis de los parámetros identificados se desarrolló en un tramo de 7,150 mts, en donde se ubican todas las descargas de los diferentes establecimientos tanto domésticos como industriales, durante todo el recorrido se evaluó el comportamiento de los contaminantes y todo el efecto que este genera sobre todo el cauce principal de la quebrada Belén.

A continuación se presentan el reporte de resultados de laboratorio donde se establecen algunos de los más importantes parámetros que se tuvieron en cuenta para observar la calidad que tiene la Quebrada Belén, desde su parte inicial en la vereda el Maco hasta la confluencia con el Rio Guaitara, con el fin de establecer objetivos para futuros usos de dicho recurso. De acuerdo a lo anterior y para cumplir con la legislación ambiental y minimizar los posibles impactos que producirán estas descargas, a dicho cauce se analizarán en detalle cada parámetro con sus respectivos resultados y distancia, identificados en el transcurso de la Quebrada.

En cada uno de los puntos de evaluación se tomaron muestras simples y puntuales de forma manual y con previa conservación de dichas muestras antes de llegar al laboratorio tanto de CORPONARIÑO como el de la UNIVERSIDAD de NARIÑO.

10.4 EVALUACION DE CALIDAD QUEBRADA BELÉN

Cuadro 63. ESTACIONES DE MONITOREO QUEBRADA BELÉN

QUEBRADA BELÉN/CHORRERA							
PUNTO DE MUESTREO	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTREO 1 - 2	ES_QB - 1 DISTANCIA PUNTO A (0)	ES_QB - 2 PUNTO A-B (157,8)	ES_QB - 3 PUNTO B-C (629,4)	ES_QB - 4 PUNTO C-D (248,2)	ES_QB - 5 PUNTO D-E (3417)
CODIGO EN GRAFICAS			A	B	C	D	E
pH	pH	M1	7,6	7,41	7,4	7,44	7,45
COLOR APARENTE	UPC	M I	8	11	193	140	18,7
		M2	8,6	12,8	86,3	65,7	18,7
TURBIEDAD	NTU	M I	1,3	1,8	51,8	38,1	6,5
		M2	1,8	1,9	42	16,1	6,5
CONDUCTIVIDAD	us/cm	M I	78,6	143	375	392	451
		M2	102	192	411	445	451
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	M I	10	10	74	30	12
		M2	10	10	80	45	15
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	M I	0,1	0,1	1,1	0,5	0,1
		M2	0,1	0,1	0,5	0,3	0,1
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	mg/L	M I	10	5,5	62	28	10
		M2					
SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS	mg/L	M I	10	4,5	12	10	2
		M2	7	10,5	30	6	2
ACIDEZ	mg CaCO3/ L	M I	3,6	7,2	42,7	30,8	39,6
		M2	9,72	18	51,5	50,4	39,6
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/ L	M I	22	36,4	94	104	124
		M2	37,6	67,2	112	130	124
DUREZA TOTAL	mg CaCO3/ L	M I	35	56	74	86	124
		M2	41	60	93	90	124
CLORUROS	mg Cl / L	M I	1,94	4,37	18,9	19,4	25,7
		M2	1	2,43	19,9	23,8	25,7
FOSFATOS	mg Po4 / L	M I	0,1	0,46	1,48	1,61	2,16
		M2	0,16	0,85	5,28	6,52	2,16
NITRITOS	mg N-NO2 / L	M I	0,05	0,06	0,04	0,04	0,12
		M2	0,05	0,02	0,09	0,02	0,12
NITRATOS	mg N-NO3/ L	M I	0,2	0,89	0,2	0,2	0,45
		M2	0,06	0,2	0,2	0,2	0,45
SULFATOS	mg So4 / L	M I	10	10	10	16	10
		M2	10	11,2	41,3	28,2	10
SAAM - DETERGENTES	mg LAS / L	M I	0,5	0,55	2,3	4,18	0,5
		M2	0,5	3,04	3,36	1,96	0,5
FOSFORO TOTAL	mg P-PO4/ L	M I	0,1	0,46	5,28	3,85	3,93
		M2	0,16	0,96	9,21	6,52	3,93

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

NITROGENO NTK	mg N / L	M I	1	1	12	10,9	9,69
		M2	1	1,71	13,6	12,4	9,69
GRASAS Y ACEITES	mg P-PO4/ L	M I	5	5	21	15,9	6,25
		M2	5,15	9,71	38,9	18,8	6,25
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	M I	5000	122000	270000	338000	405000
		M2	8000	2500000	170000	135000	405000
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	M I	100	7000	162000	270000	280000
		M2	1000	16200000	500000	400000	280000
AMONIO	mg N-NH3/ L	M I	1	1	6,83	7,62	8,06
		M2	1	1	2,8	5,71	8,06
OXIGENO DISUELTO	mg O2/ L	M I	7,35	6,69	3,92	1,91	4,98
		M 2	5,01	5,21	0	2,03	4,07
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O2/ L	M I	3,8	6,78	105,41	79,05	24,61
		M2	3,8	18,42	125,35	54,5	26,18
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg O2/ L	M I	20	22,15	208,13	155,26	60,92
		M2	20	60,49	273,91	183,61	104,35
SOLIDOS TOTALES	mg/L	M I	112	160	367	340	272
		M2	144	212	437	408	351
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	M I	12	15,8	104	96	18
		M 2	12	26,3	124	50	24,5

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

10.5 CARACTERIZACIÓN DE PERFILES DE CALIDAD QUEBRADA BELÉN

A través del análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de muestras de agua es posible definir su calidad con el fin categorizarlas para diferentes usos. Los parámetros que se analizan son pH, conductividad, sólidos totales mg/l, sólidos suspendidos y sólidos disueltos, sólidos suspendidos volátiles, acidez, alcalinidad, nitratos, nitritos, amonio, fosforo, nitrógeno, oxígeno disuelto (mg/l), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxigeno (DBO), Grasas y aceites, coliformes totales y echerichia coli. El realizar monitoreos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos es de gran importancia porque permite contar con información sobre la zona de influencia de la Quebrada.

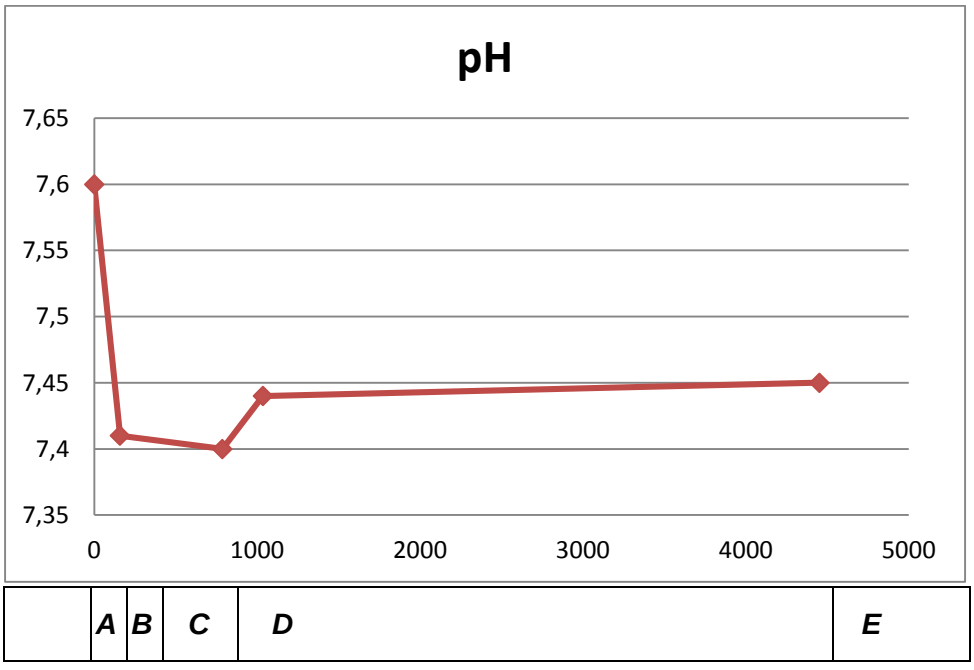
A continuación de describen los puntos con su respectiva distancia punto a punto donde se realizó las dos jornadas de muestreo.

La primera jornada de muestreo se la realizo el 03 de julio de 2013, y la segunda jornada se la realizo el 07 de Agosto de 2013, donde se pretende analizar el comportamiento que tiene el cauce principal en época de verano como en época de invierno.

Cuadro 64. PUNTOS DE MUESTREO Y DISTANCIAS

NOMBRE DEL PUNTO	CODIGO PUNTOS DE MUESTREO	DISTANCIAS ENTRE PUNTOS
INICIO QUEBRADA BELÉN	A	0
ANTES CASCO URBANO	B	157,8
DESPUES CASCO URBANO MUNICIPIO DE SANDONA	C	787,2
DESPUES EMISARIO VILLA DEL ROSARIO	D	1035,4
DESPUES CONFLUENCIA QUEBRADA CON COLECTORES	E	4452,4

Grafica 18. PH QUEBRADA BELÉN

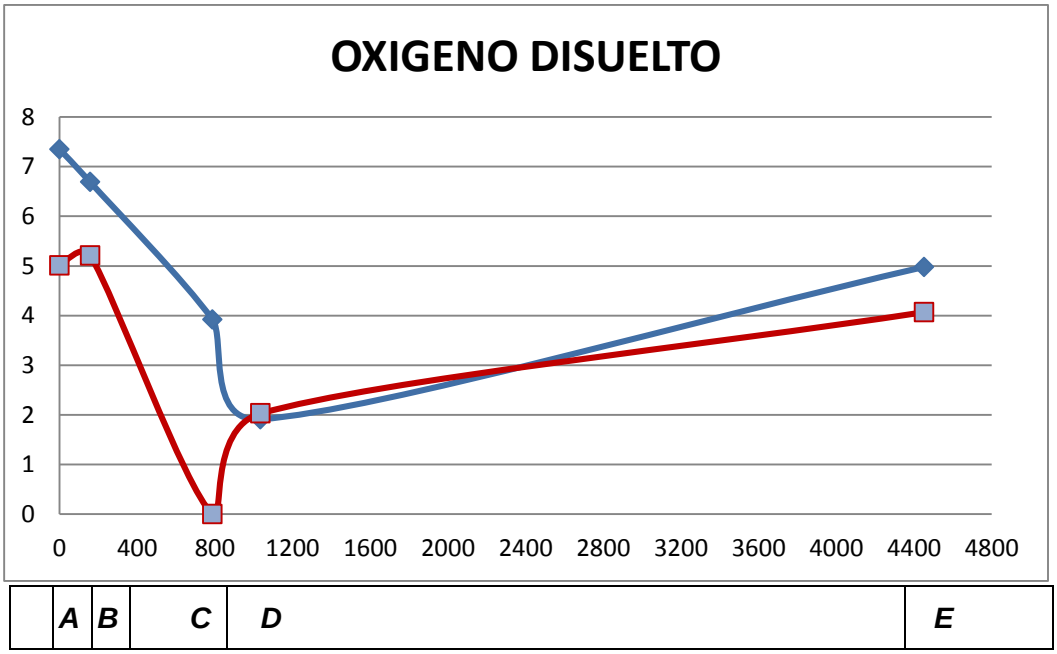


Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

pH

El pH se conserva dentro de un rango típico para aguas naturales, esto implica que no es un factor que influya negativamente en los procesos bioquímicos propios de la fuente hídrica.
El comportamiento del ph tanto en el primer como en el segundo monitoreo conservan un comportamiento parecido y su variación.

Grafica 19. OXIGENO DISUELTO QUEBRADA BELÉN



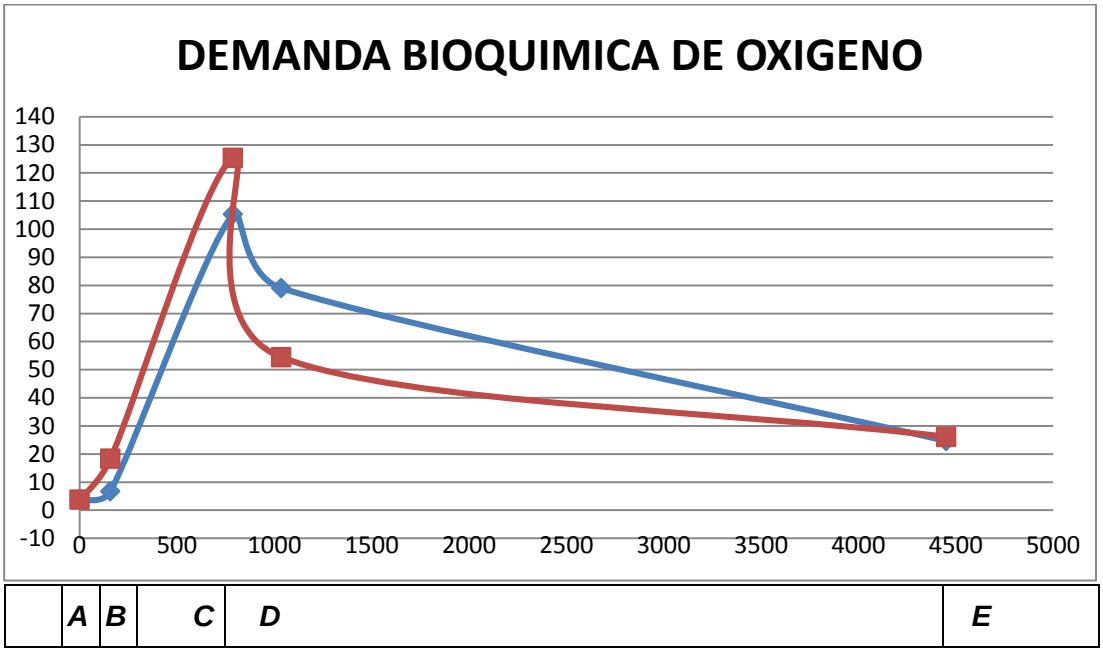
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

OXÍGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto en el agua es un indicador de la calidad de la fuente su presencia indica una fuente saludable o no, el OD permite la oxidación de materia orgánica e inorgánica presente en el agua y mantiene la vida acuática presente en ella de ahí la importancia de este parámetro, la fuente presenta unos niveles de OD significativos a lo largo de la misma su punto más bajo lo alcanza en el punto C que es donde se presenta la mayor carga contaminante, sin embargo tiende a recuperarse aguas abajo y termina con un nivel importante en su parte final, esto se debe a la influencia de pequeños afluentes naturales y la topografía en su recorrido que permite elevar estos niveles y mejora las condiciones de autodepuración de la fuente.

Como se observa en la gráfica el OD en la dos jornadas de muestreo se presenta un comportamiento similar en la misma estación debido a la constante descarga de aguas residuales domesticas provenientes del municipio de Sandoná.

Grafica 20. DBO QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

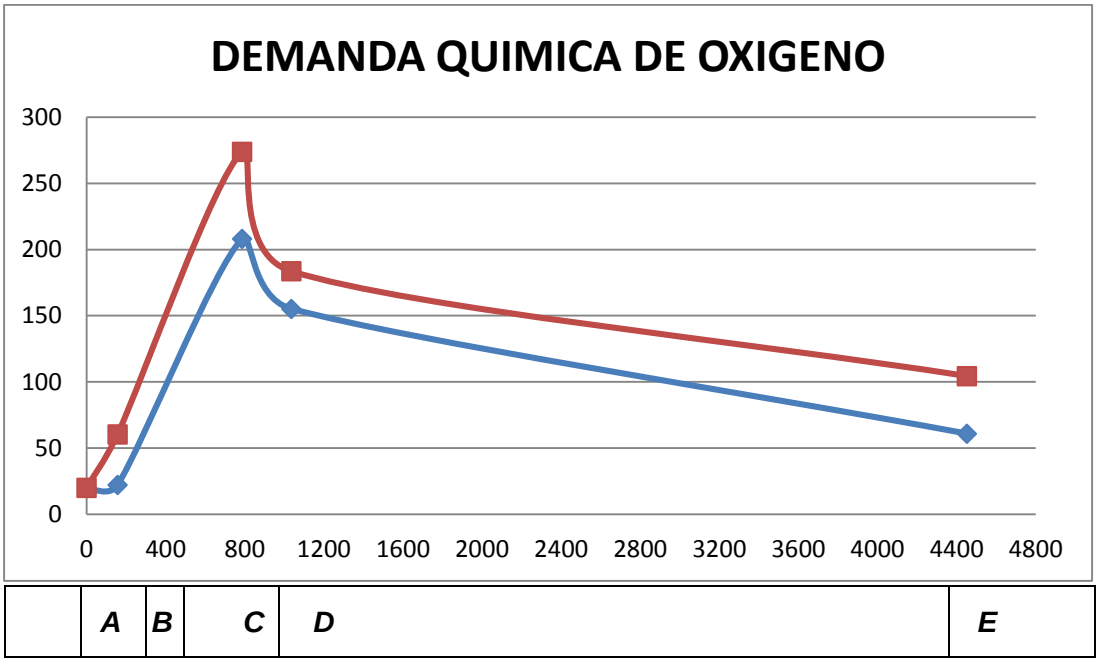
10.6 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

La DBO_5 es la demanda biológica de oxígeno, es un parámetro que determina la contaminación orgánica de una fuente hídrica, el comportamiento de este parámetro a lo largo de la fuente está muy relacionado con la presencia del OD, reflejando que el punto donde mayor contaminación orgánica es en la que es el punto donde la DBO aumenta considerablemente y el OD es el más bajo, esto quiere decir que la fuente pierde su capacidad de auto depurarse en la medida que la contaminación aumenta, teniendo en cuenta que el caudal en este punto es bajo, esto refleja que la fuente conserva una buena capacidad autodepurante pero que no es capaz de asumir la contaminación tan alta que se presenta por los vertimientos urbanos del municipio de Sandoná.

La mayoría de los vertimientos de la red de alcantarillado se presentan entre las estaciones C Y D, de ahí el incremento que se observa en la gráfica, después de la estación 4 se presenta una disminución de la DBO5, esta disminución se debe al aporte de un afluente natural y del aporte en caudal de la quebrada sarancocho, este afluente permite disminuir la concentración y mejorar las condiciones de la fuente significativamente.

Al observar las dos graficas se puede ver in incremento en la DBO_5 del segundo muestreo con respecto al primero en las diferentes estaciones de muestreo sin embargo el comportamiento es muy similar, esto permite confirmar que aunque exista un incremento en este parámetro la fuente asimila la carga contaminante de la misma manera, además el segundo monitoreo se hizo en época de lluvia ya que los días anteriores el invierno fue constante por lo que la DBO se incrementa por el arrastre de materia orgánica.

Grafica 21. DQO QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

10.7 DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

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

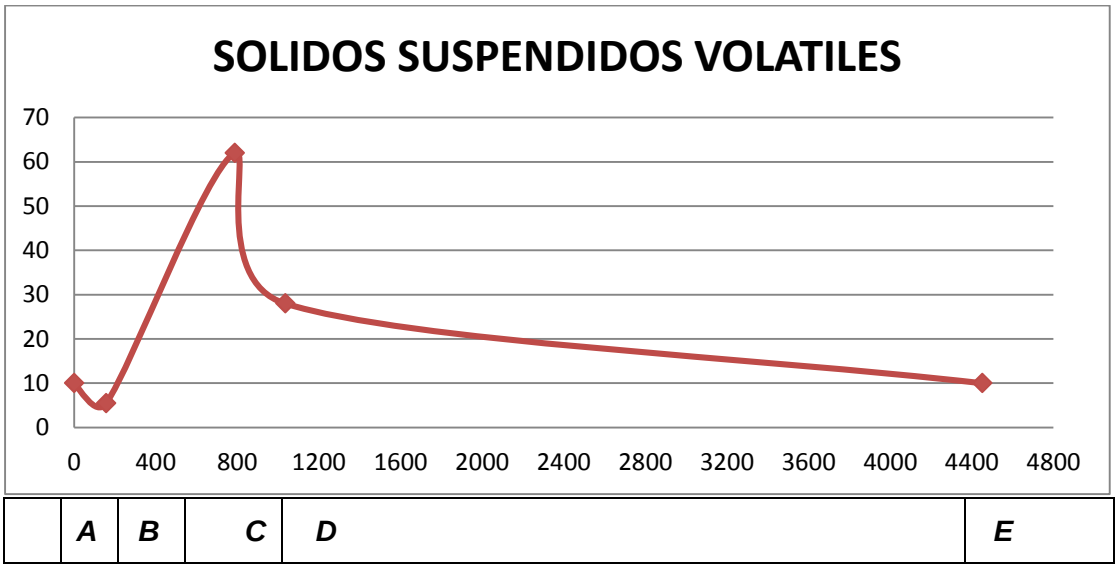
Es usado para medir la cantidad total de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales y cuerpos hídricos receptores de vertimientos.

Los valores reportados en las dos jornadas de muestreo realizadas sobre la quebrada Belén indican con respecto a la DQO que la calidad de la quebrada no es aceptable, como se indica en la gráfica el pico más alto se presenta en el punto después de la descarga de la zona centro del municipio de Sandoná ya que es esta zona donde se evidencia la presencia de gran cantidad de descargas directas.

calidad del aguas	agua pura	levemente contaminada	medianamente contaminada	muy contaminada	extremadamente contaminada
concentraciones ml/l	0 - 20	20 - 100	100 - 500	500 - 3000	3000 - 15000

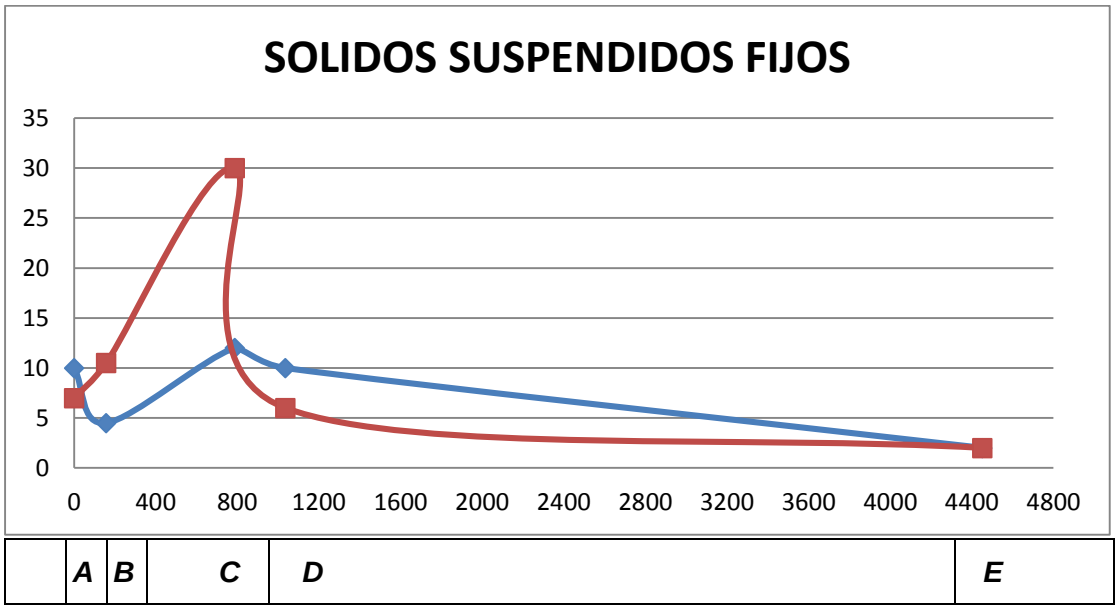
Con base en lo anterior se puede concluir que la materia orgánica presente en el tramo en estudio, de acuerdo a los resultados de los dos muestreos se considera como “MATERIA ORGANICA POCO DEGRADABLE” ósea que posiblemente no puede ser utilizada por microorganismos para su alimentación, por lo que es improbable implementar procesos biológicos de depuración de aguas que funcionen correctamente.

Grafica 22. SOLIDOS SUSPENDIDOS QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

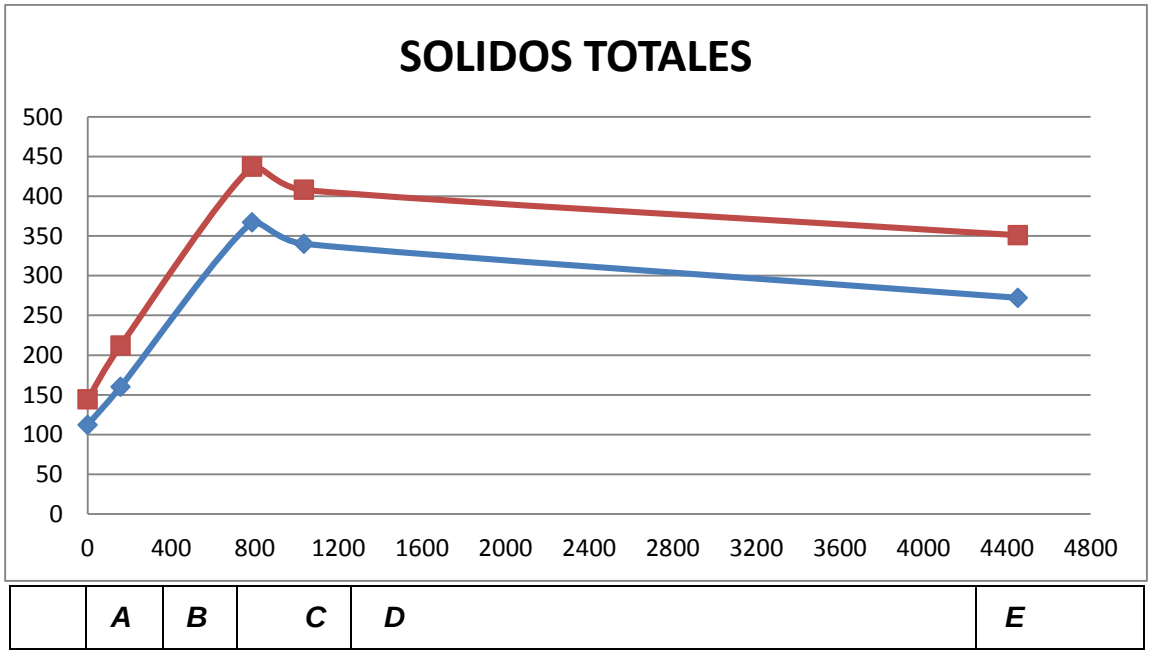
Grafica 23. SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Para los sólidos volátiles y fijos, podemos concluir de acuerdo con las gráficas que en la parte alta la presencia de solidos es considerable en el punto del Casco Urbano es decir hay presencia de partículas de tamaño apreciable, lo cual se debe principalmente al aporte de vertimientos al cauce de la quebrada, en el punto del Box la cantidad de solidos es la más alta, es decir hay presencia de partículas las cuales son de tamaño pequeño, lo cual es lógico debido al arrastre a lo largo del cauce de partículas orgánicas e inorgánicas.

Grafica 24. SOLIDOS TOTALES QUEBRADA BELÉN



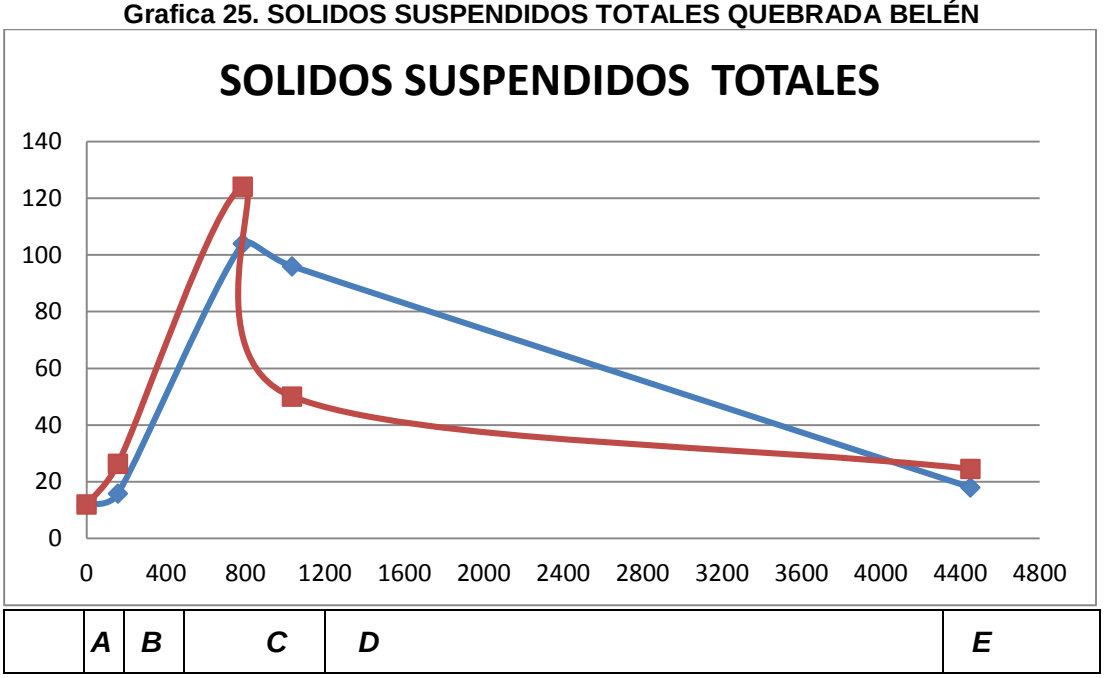
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

SOLIDOS

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

En la gráfica se observa un incremento en el punto ubicado en la entrada al casco urbano el cual se caracteriza por la presencia de gran cantidad de solidos provenientes de los vertimientos de origen doméstico, también se evidencia un pico en el punto de monitoreo del sector de villa del rosario que posiblemente se deba a las descargas de aguas negras y grises de los colectores del box y villa del rosario. De esta grafica también podemos decir que la quebrada tiene una buena capacidad de asimilación debido a las condiciones topográficas y por la confluencia de algunas quebradas que no presentan afectación antrópica que ayudan a que dicha fuente se recupere.

Grafica 25. SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

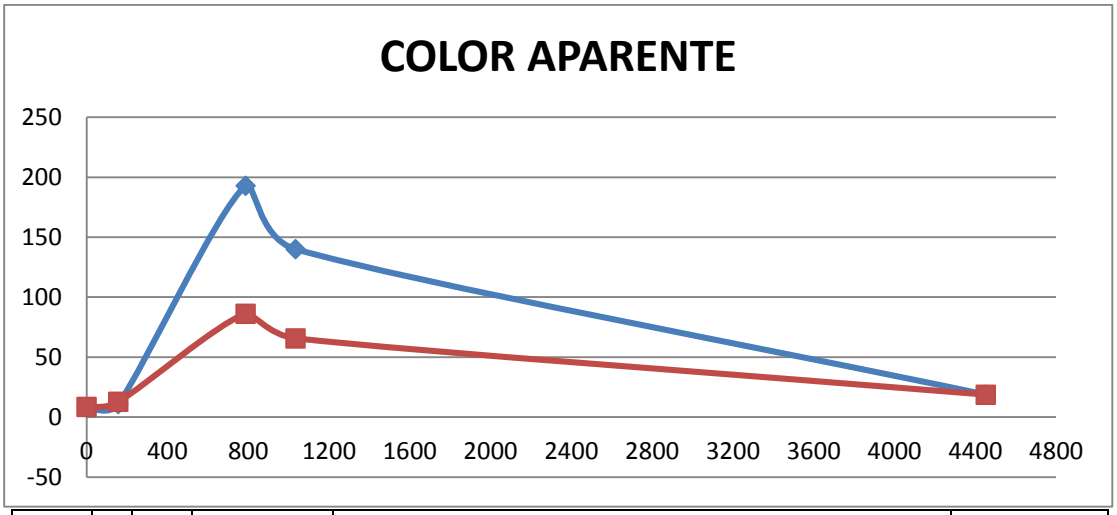
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Los sólidos en suspensión son aquellos que se encuentran en el agua sin estar disueltos en ellas, estos pueden ser sedimentables o no sedimentables.

En los resultados obtenidos en el laboratorio nos indican que durante la primera jornada de muestreo como en la segunda el comportamiento que hay con respecto a los sólidos suspendidos aumenta durante el transcurso del cauce principal haciéndose más evidente en la parte media del casco urbano del municipio de Sandoná donde se descarga la mayor parte del alcantarillado de dicho municipio y este es el principal responsable de que los sólidos suspendidos tengan un impacto significativo sobre la corriente.

Así mismo se puede observar que en la parte baja del cauce principal existe una gran asimilación debido a que el caudal aumenta durante el transcurso de la corriente, además que la pendiente también cumple un papel fundamental ya que se presenta una topografía tipo cañón que aumenta considerablemente en la parte baja de la Quebrada Belén hasta la confluencia con el rio Guaitara.

Grafica 26. COLOR APARENTE BELÉN

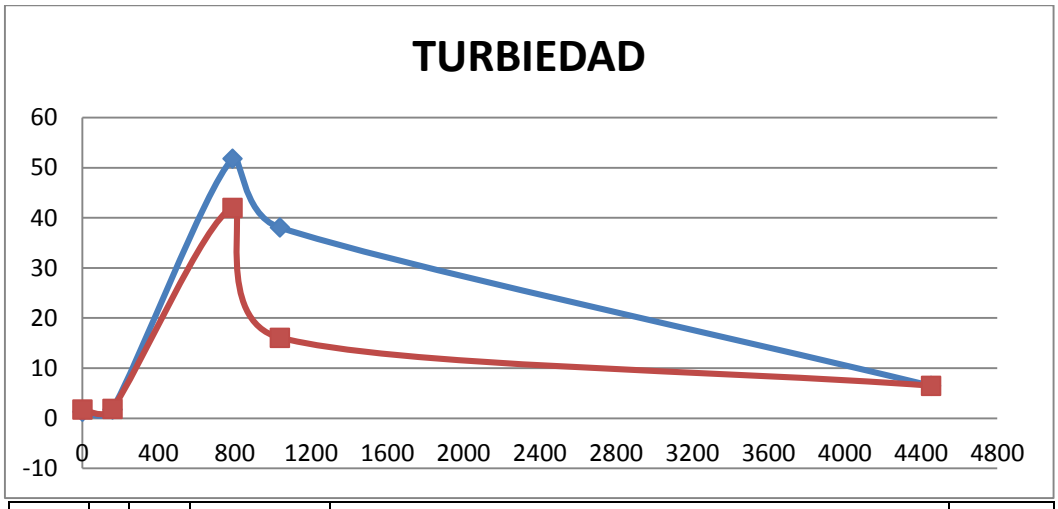


Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

COLOR APARENTE

Como podemos observar en la gráfica el color aumenta hasta llegar a un máximo en el punto del Casco Urbano, lo cual se debe principalmente a la disolución de materiales vegetales y materia orgánica en proceso de descomposición, en los puntos finales el color disminuye hasta llegar aproximadamente al valor inicial, lo cual se debe principalmente al aporte de agua de Quebradas naturales. Es importante aclarar que los valores de color no son lo suficientemente significativos como para indicar problemas de contaminación debido a este parámetro.

Grafica 27. TURBIEDAD QUEBRADA BELÉN

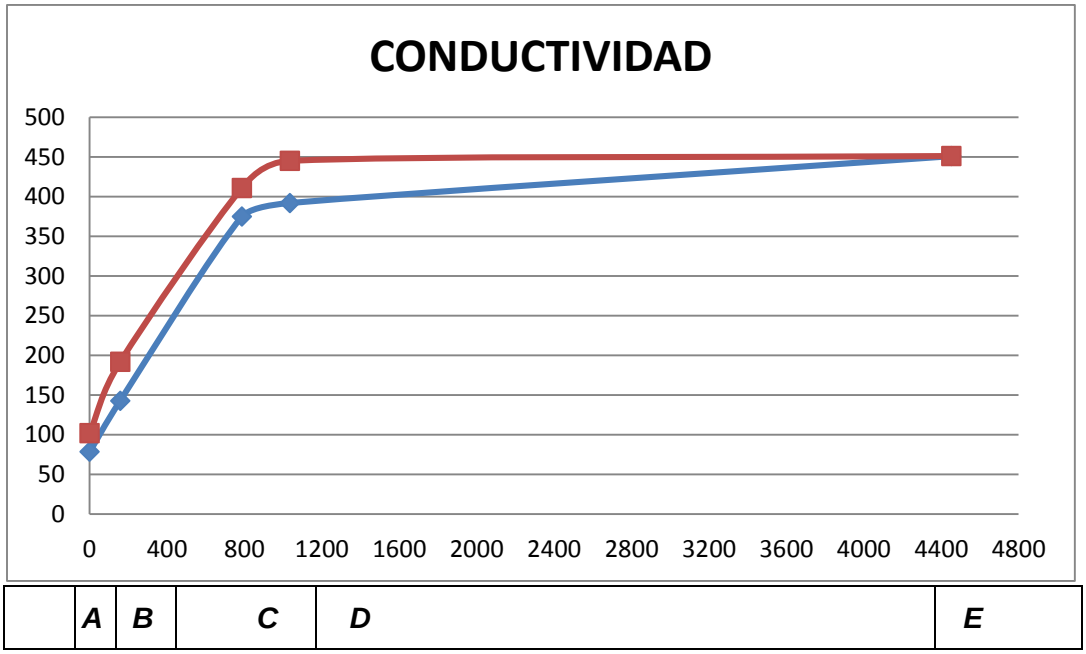


Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

TURBIEDAD

De acuerdo con la gráfica, el agua presenta una turbiedad alta después de todas las descargas del municipio de Sandoná a excepción del punto de inicio, lo cual nos indica la presencia de partículas en suspensión que impiden el paso de la luz. Es decir en esta agua puede haber presencia de óxidos de hierro, Zinc, Coloides y/o Solidos suspendidos.

Grafica 28. CONDUCTIVIDAD QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

CONDUCTIVIDAD

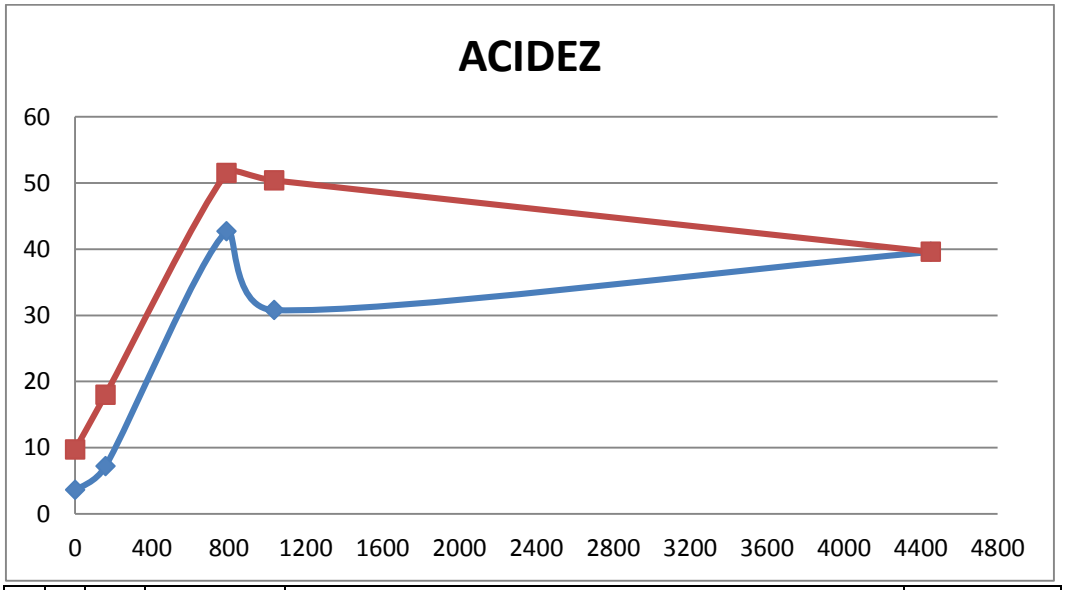
La conductividad de una muestra de agua es la expresión numérica de su capacidad para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones en el agua, de su concentración total, de su movilidad, de su carga o valencia y de las concentraciones relativas, así como de la temperatura a la cual se realiza la medición.[18]

[18]CONDUCTIVIDAD, Disponible en internet: http://www.monografias.com/trabajos29/organismos-cuenca/organismos-cuenca.shtml, Noviembre 2013.

CALIDAD DEL AGUA	PURA	POCO CONTAMINADA	CONTAMINADA	MUY CONTAMINADA	EXCESIVAMENTE CONTAMINADA
CONDUCTIVIDAD (µS / cm)	<280	280 - 430	430 - 600	600 - 860	>860

En la primera jornada de muestreo según el reporte de laboratorio la conductividad de las aguas analizadas tienen valores comprendidos entre 100 y 460 µS/cm. Con un valor medio de conductividad de 280 µS/cm, se concluye que el agua analizada tiene un contenido bajo de sales disueltas, pero que hace que en algunos lugares sea poco aceptable para muchas de sus aplicaciones. Hay que tener en cuenta que durante el primer y segundo muestreo hubo bastante actividad con respecto a la descarga de aguas residuales domésticas, con base en el cuadro anterior nos indica que en la parte inicial y antes de la entrada al casco urbano del municipio de Sandoná el agua tiene un grado de contaminación mínima, debido a que esta zona no tiene mayor afectación antrópica dato que aumenta significativamente en el punto donde existe la descarga de todo el alcantarillado de aproximadamente casi el 50% de la zona del casco urbano donde el grado de contaminación de la Quebrada Belén es alto.

Grafica 29. ACIDEZ QUEBRADA BELÉN



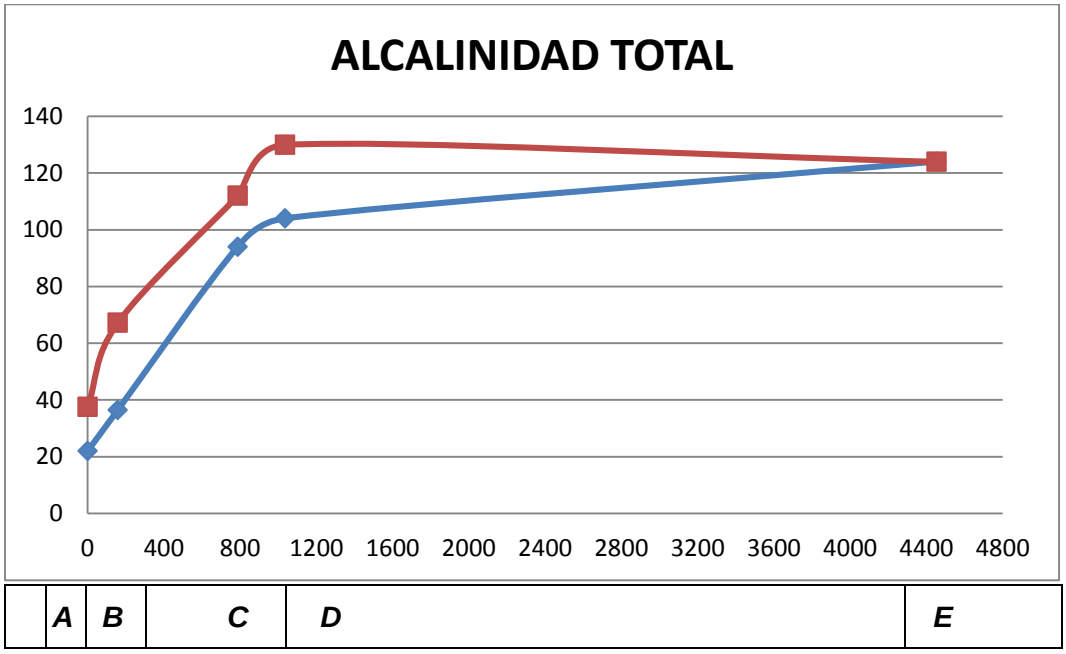
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

ACIDEZ

Como se observa en la gráfica anterior se observa que en la parte del casco urbano es una de las principales zonas donde se observa el aumento de acidez.

En cuanto a este parámetro es importante tener en cuenta que el vertimiento de aguas residuales domestica provenientes del sistema de alcantarillado es uno de los grandes influyentes en la variación en los resultados sobre el cauce principal, con un valor superior a 40 mg/l, esto debido a los continuos vertimientos que se están realizando de forma directa y sin ningún sistema de tratamiento antes de la descarga, ya que como se puede observar los niveles de acidez son altos con mayores concentraciones en el punto del descole de aguas residuales en la zona media que corresponde al casco urbano en el punto antes del matadero. [19]

Grafica 30. ALCALINIDAD QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

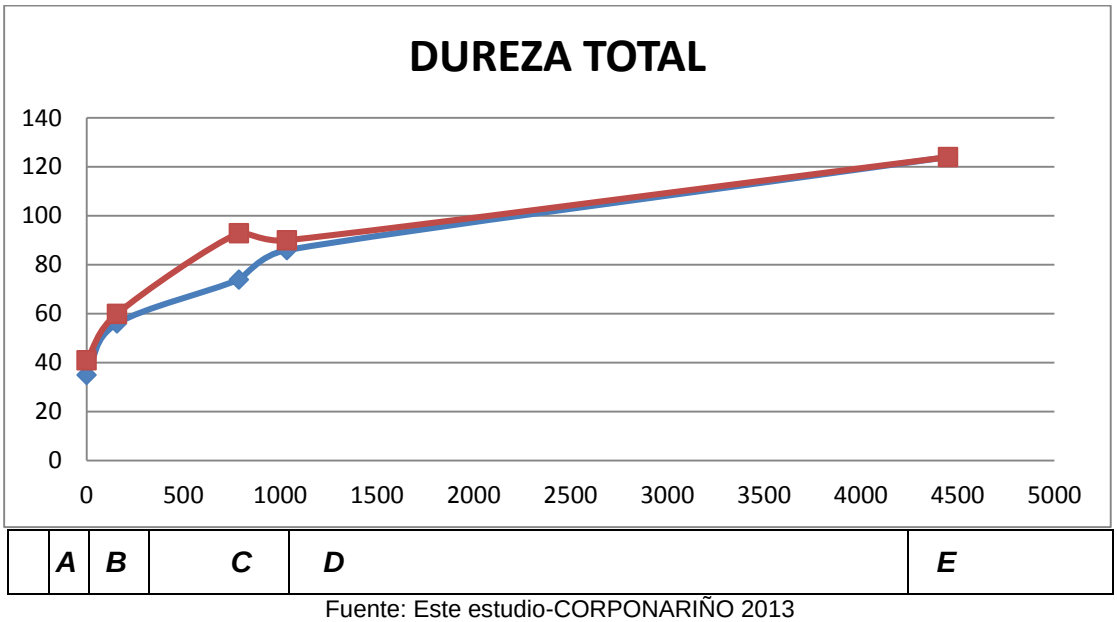
ALCALINIDAD TOTAL

La alcalinidad en el agua se expresa como la concentración equivalente de iones hidroxilo, en mg/l, o como la cantidad equivalente de $CaCO_3$, en mg/l. La alcalinidad, entendida como la concentración de metales alcalinotérreos, tiene importancia en la determinación de la calidad del agua para diferentes usos y es además, un factor importante en la interpretación y el control de procesos de purificación de aguas residuales.

[19]Acidez, Disponible en internet: http://www.monografias.com/trabajos29/organismos-cuenca/organismos-cuenca.shtml, Noviembre 2013.

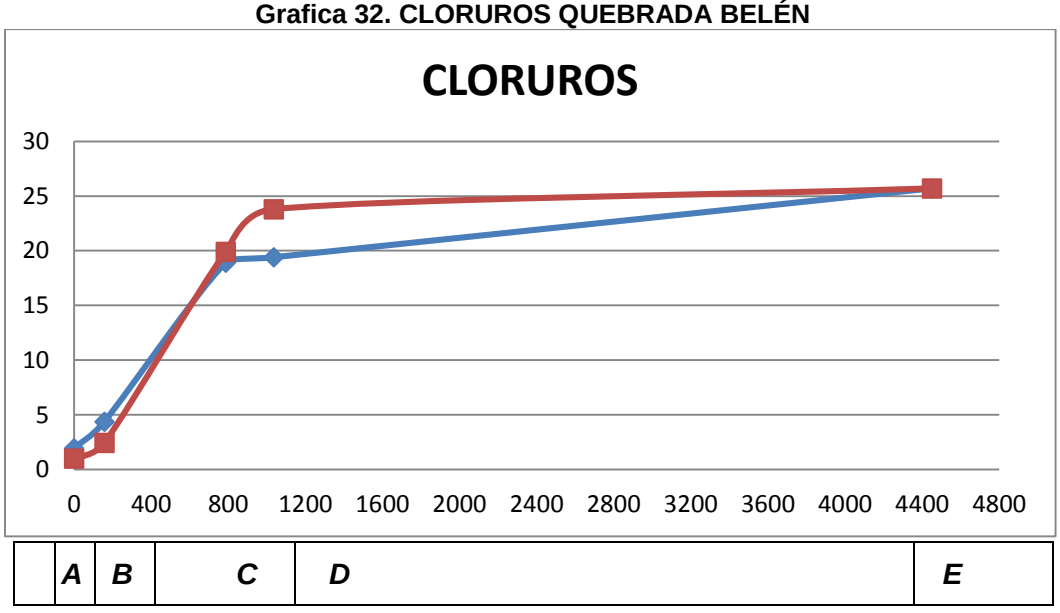
En las aguas residuales la alcalinidad es útil porque proporciona un amortiguamiento para resistir los cambios de pH, como podemos observar en la gráfica el punto más crítico se presenta en el punto de la salida del Box antes de la central de sacrificio donde aumenta considerablemente, además de todos los vertimientos domésticos del municipio.[20]

Grafica 31. DUREZA TOTAL QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

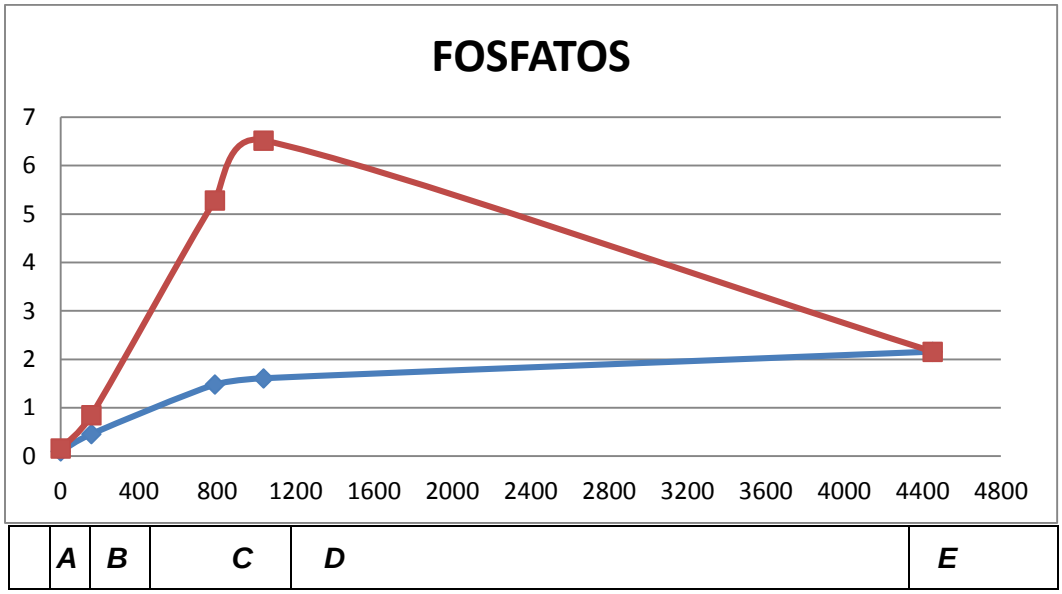
Grafica 32. CLORUROS QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

[20]ALCALINIDAD, Disponible en internet: http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alcalinidad.pdf, Noviembre de 2013.

Grafica 33. FOSFATOS QUEBRADA BELÉN

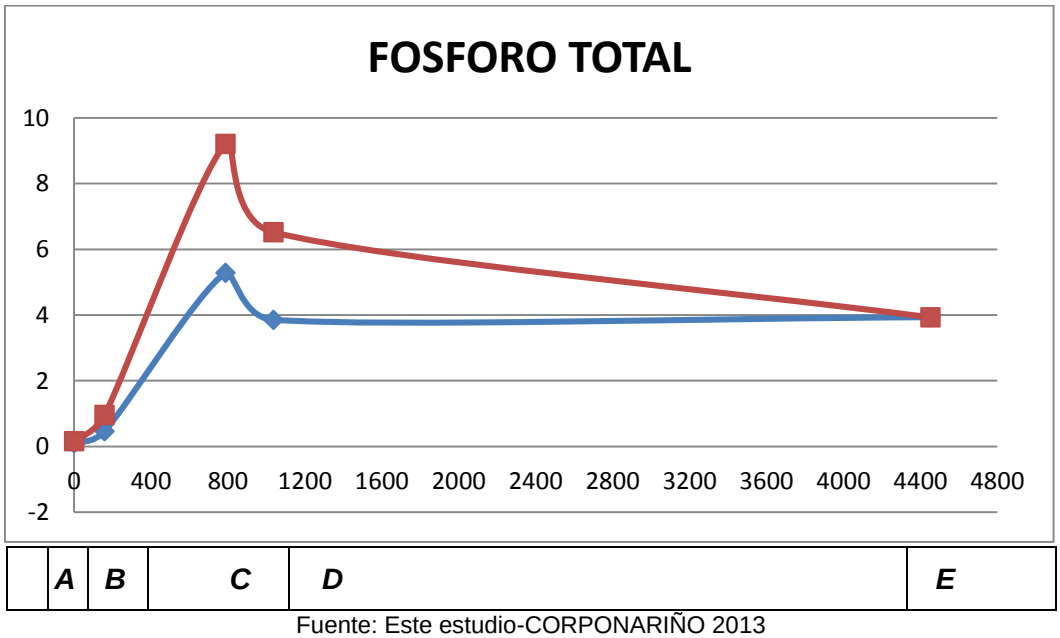


Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

FOSFATOS

La concentración de fosfatos en la mayor parte de la quebrada es baja, a excepción del punto después de las descargas del municipio que aunque es superior al límite permisible, es un punto en el cual se debe controlar la contaminación para evitar así que se presente vida acuática no deseada.

Grafica 34. FOSFORO TOTAL QUEBRADA BELÉN

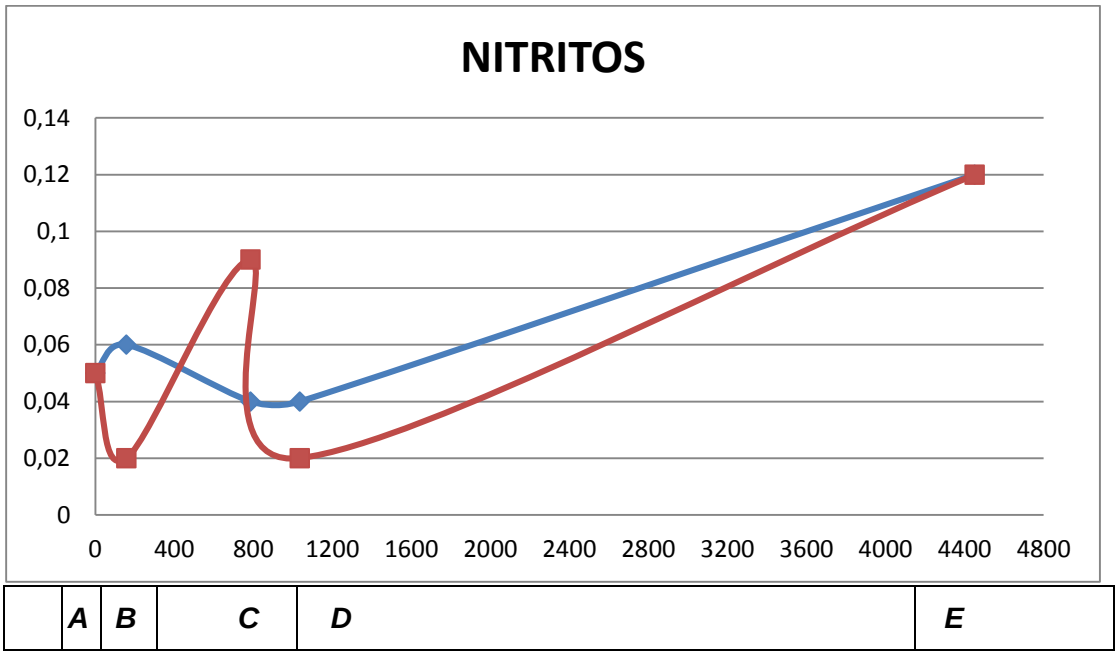


Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

FOSFORO TOTAL

Con respecto al elemento fosforo, la presencia de este parámetro en un cuerpo de agua permite la formación de biomasa, la cual requiere un aumento de la demanda biológica de oxígeno para su oxidación aerobia, El fósforo, como el nitrógenos, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización. [21] En las gráficas anteriormente expuestas se observa que el comportamiento sobre la corriente fuente de estudio se ve alterada con un pico considerable en el punto de las descargas de aguas residuales domesticas provenientes del alcantarillado del municipio de Sandoná, situación que cambia aguas abajo debido al aporte de afluentes naturales que ayudan a que la corriente se recupere.

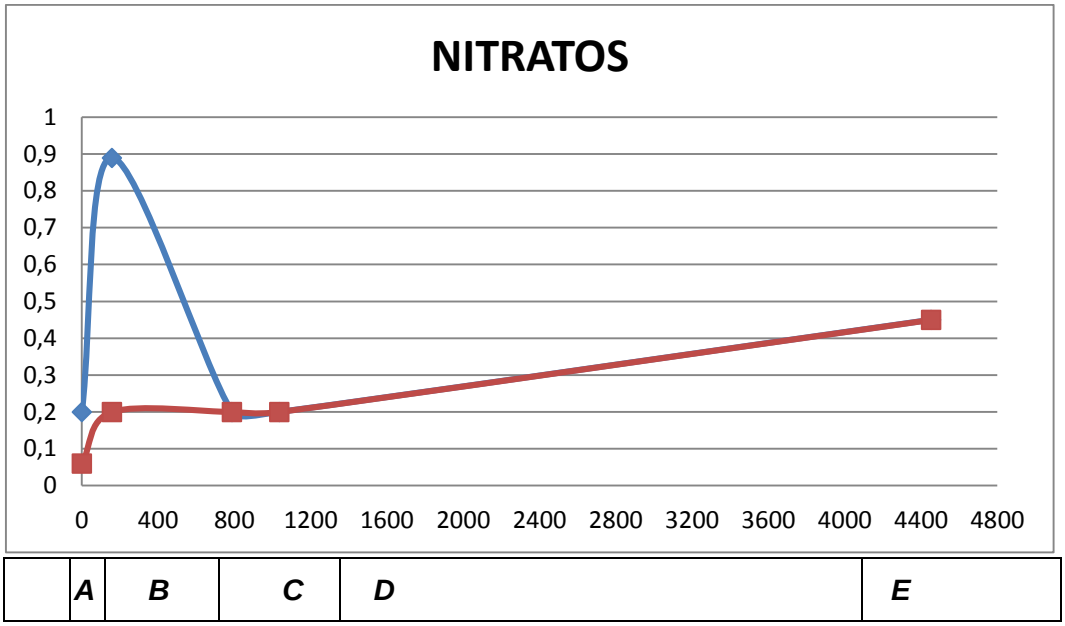
Grafica 35. NITRITOS QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

[21] FOSFORO TOTAL, Disponible en internet: http://www.monografias.com/trabajos29/organismos-cuenca/organismos-cuenca.shtml, Noviembre 2013.

Grafica 36. NITRATOS QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

NITRITOS Y NITRATOS

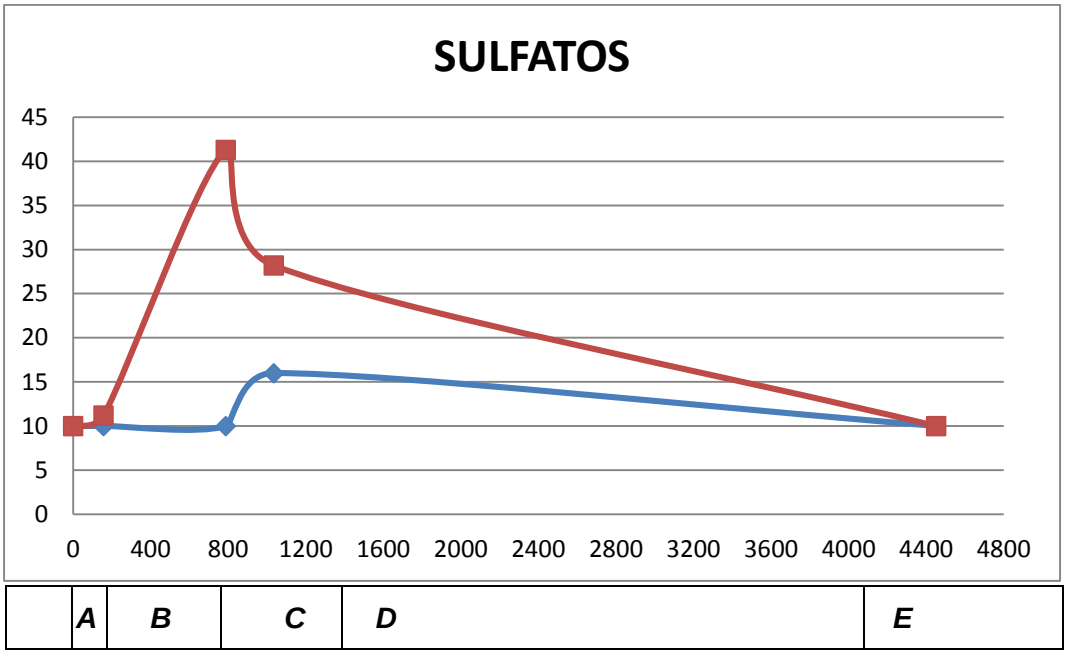
Con respecto a los nitritos y nitratos estos permiten una valoración de la calidad del agua y proporciona información sobre problemas medioambientales como la eutrofización o carencia de oxígeno en el agua. La norma marca 25 mg/L como valor de calidad para los nitratos.

Por otra parte, constituyen parte de los nutrientes esenciales para muchos organismos autótrofos o fotosintéticos y en este sentido, su presencia en el agua, puede ocasionar fenómenos de eutrificación en ríos y lagos. La eutrificación es el crecimiento desmedido de algunas especies vegetales que cubren con un manto vegetal la superficie del agua, impidiendo de esta forma su oxigenación natural.

La presencia de estos en una fuente hídrica se da de forma natural y se ve incrementada por factores relacionados con actividades agrícolas (fertilizantes, herbicidas y plaguicidas que contengan nitrógeno), pecuarias (excretas de animales) y urbanas (vertimientos de aguas residuales). Estos tres factores se presentan a lo largo de la fuente, en los puntos A y B se deben principalmente a actividades de origen agrícola y pecuario y en los demás puntos a vertimientos urbanos. Los niveles en los que se presenta denotan una contaminación significante, valores mayores a 1 mg/l, por lo que las acciones de control deben apuntar a minimizar las causas de su presencia dentro de la fuente.

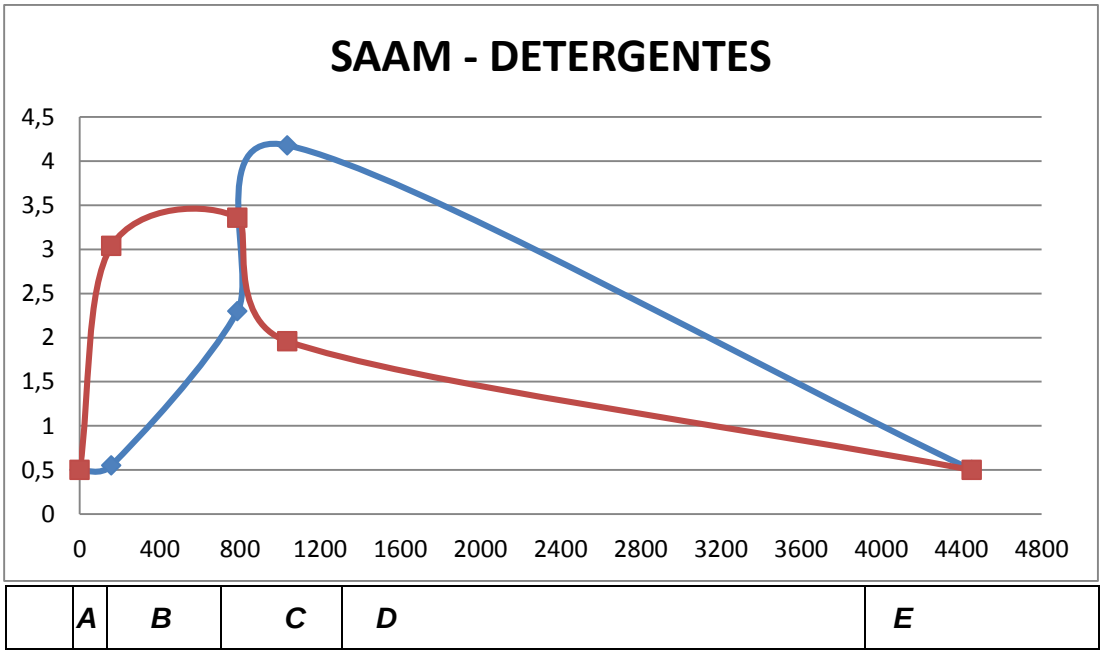
El comportamiento de estos elementos a lo largo de la fuente en los dos monitoreos da a entender que existen reacciones que transforman los nitratos en otros compuestos, estas reacciones se presentan en las zonas de vertimientos entre las estaciones C, D y E mientras los niveles más altos se encuentran en la zona alta de la fuente en las estaciones A y B donde existe presencia de actividades agrícolas y pecuarias.

Grafica 37. SULFATOS QUEBRADA BELÉN



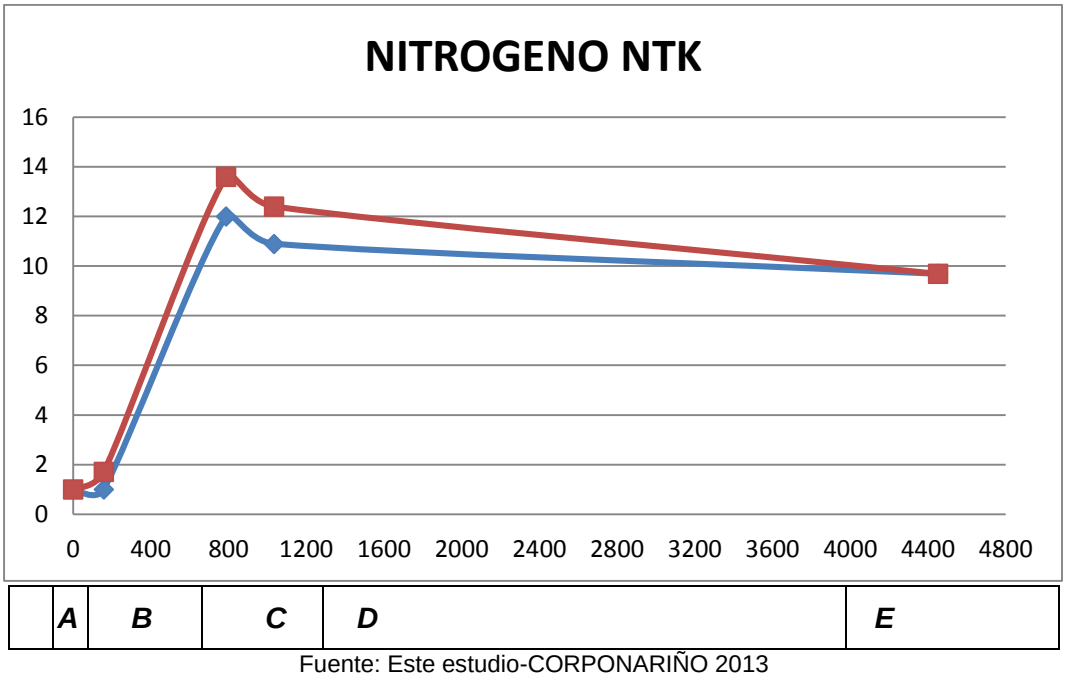
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 38. DETERGENTES QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 39. NITROGENO NTK QUEBRADA BELÉN



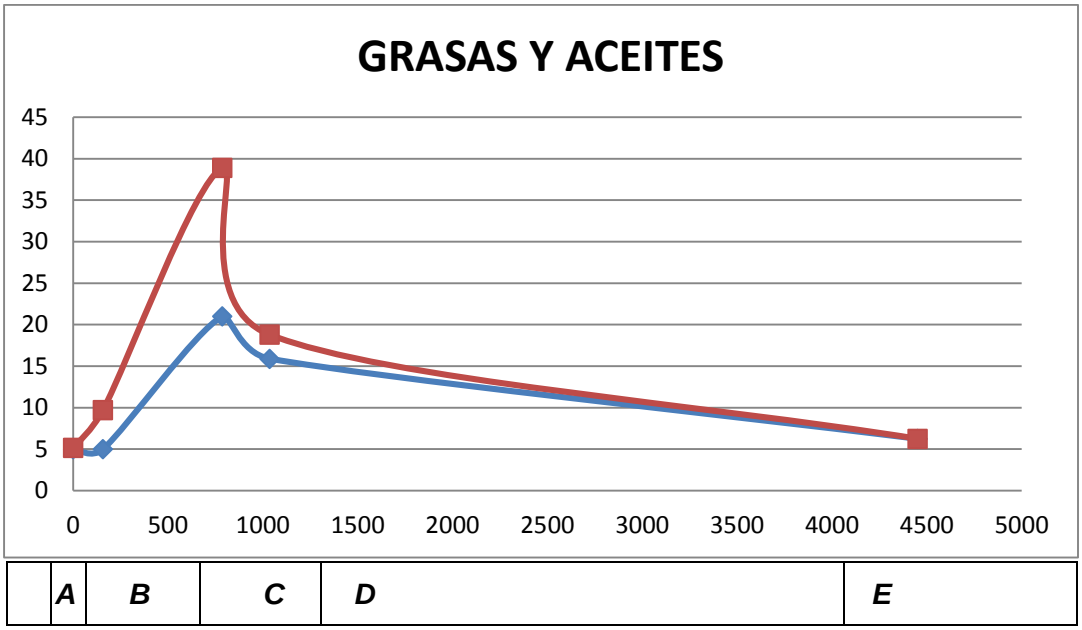
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

NITROGENO NTK

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

En la gráfica se presentan un pico de la concentración de Nitrógeno en la quebrada belén, esta se presenta al final de todas las descargas del municipio de Sandoná, situación que es similar en las dos jornadas de muestreo debido posiblemente a un evento momentáneo ya que es coherente con la tendencia de los datos del segundo muestreo.

Grafica 40. GRASAS Y ACEITES QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

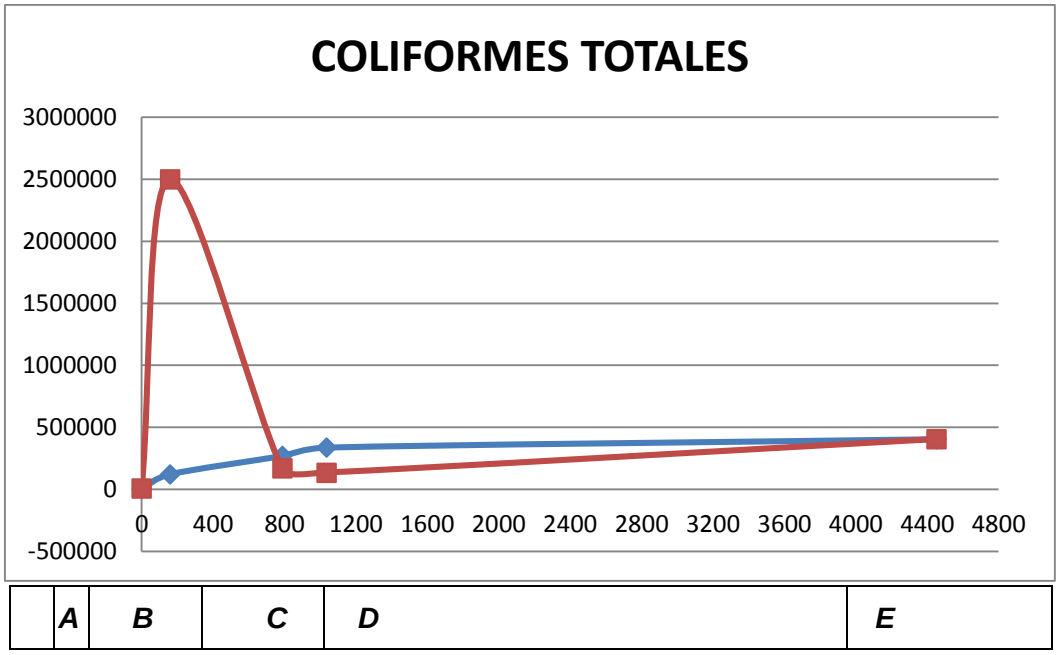
GRASAS Y ACEITES

Según los reportes de laboratorio en cuanto al parámetro grasas y aceite la gráfica nos indica que hay una variación en la parte del ingreso al casco urbano, debido al gran aporte de aguas residuales domesticas de gran parte del casco urbano del municipio de Sandoná que evidencia el pico más alto con una concentración de 21 ml/l lo que significa que tanto las grasas como los aceites se encuentran siempre presentes en las aguas residuales domésticas, debido al uso de manteca, grasas y aceites vegetales en cocinas. Otro factor que influye en el aumento de este parámetro es la presencia de estaciones de servicio debido al vertimiento sobre el cauce principal de aceites minerales derivados de petróleo, y son altamente indeseables, porque se adhieren a las tuberías, provocando su obstrucción.

Además las altas concentraciones en este parámetro provocan mal olor, forman espuma, inhiben la vida de los microorganismos, etc.[22]

[22]GRASAS Y ACEITES, Disponible en internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Planta_de_tratamiento_de_liquidos_cloacales, Noviembre 2013.

Grafica 41. COLIFORMES TOTALES QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

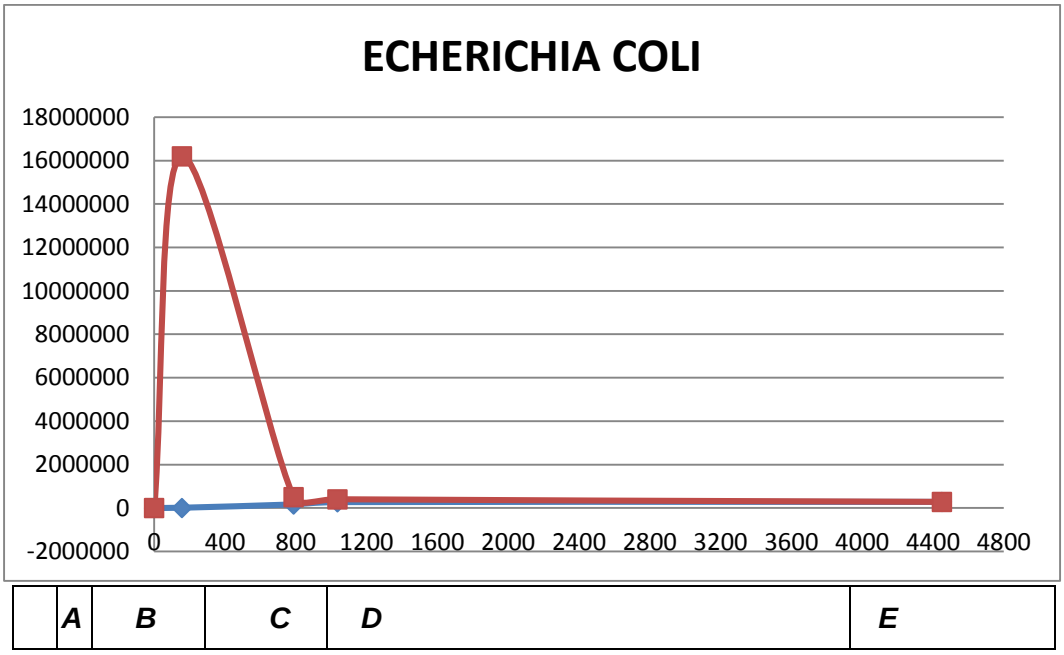
COLIFORMES TOTALES

Los Coliformes totales son un indicador claro de contaminación humana, el comportamiento de la fuente con referencia a este parámetro muestra un incremento en la medida que aumentan los vertimientos urbanos y una vez la fuente los asimila muestra una reducción hasta su parte final, esto quiere decir que existe una tasa de remoción pero que no es suficiente y presenta aun muchos riesgos para la salud humana y ambiental.

Este parámetro se convierte en parte fundamental para el establecimiento de usos potenciales de la fuente ya que su presencia limita las actividades productivas que puedan aprovechar el recurso, sobre todo actividades relacionadas con la agricultura y ganadería.

Existe una variación importante en las diferentes estaciones entre el muestreo uno y el dos por lo que es difícil establecer a ciencia cierta cuál de los dos se acerca a la realidad de la fuente sin embargo obtener unos datos de contaminación altos con respecto a este parámetro permite a futuro implementar soluciones técnicas que tengan en cuenta estos datos y se trabaje en consecuencia de ellos.

Grafica 42. ECHERICHIA COLI QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

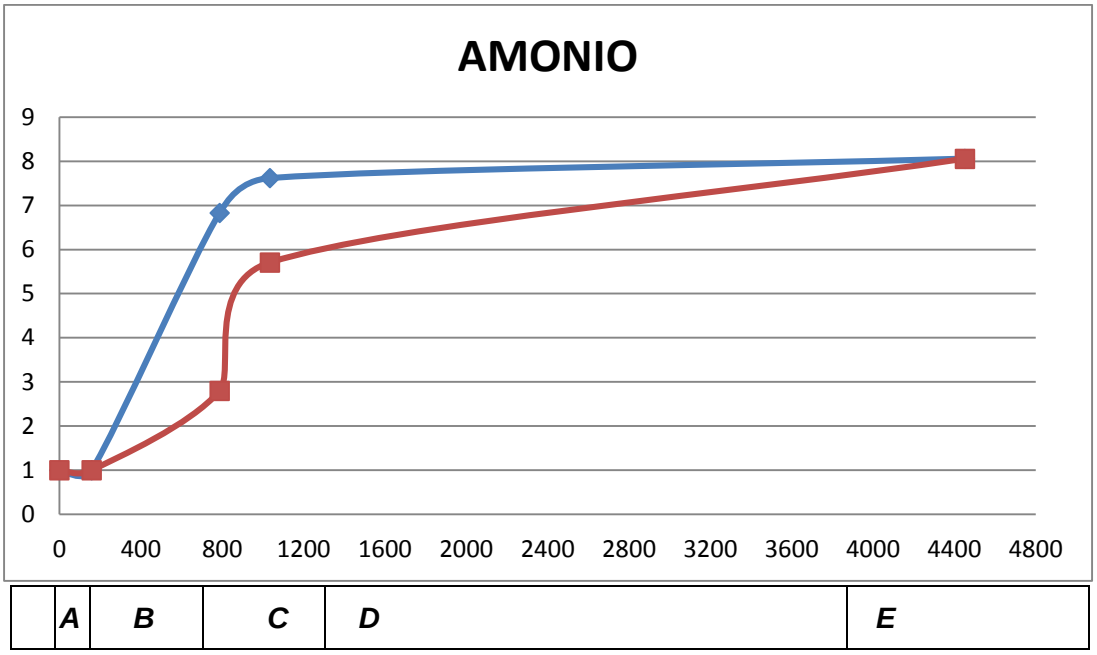
ECHERICHIA COLI

La bacteria en el agua representa un serio riesgo para la salud humana, ya que existen cinco cepas de E. coli patógenas que provocan brotes diarreicos severos en humanos y en animales. Entre ellas, se encuentra la variedad que produce la Colitis Hemorrágica y el Síndrome Urémico Hemolítico en humanos el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano.

La determinación de la presencia del grupo coliforme constituye el indicio más delicado y fidedigno de polución así como de la eficacia de la purificación y de la potabilidad del agua. Los resultados de laboratorio demuestran la contaminación por bacterias fecales señalando como en todos los anteriores parámetros el sector de la descarga de aguas residuales domesticas del municipio de Sandoná en el sector del box y del emisario villa del Rosario, donde se presentan aguas inapropiadas para el consumo humano arriesgando a la población a graves enfermedades. El valor admisible para agua potable es de <100 unidades formadoras de colonias (UFC).[23]

[23] ECHERICHIA COLI, Disponible en internet: http://www.unsj.edu.ar/revista/revista42/proyecto_agua.php, Noviembre 2013

Grafica 43. AMONIO QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

AMONIO

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

CALIDAD DEL AGUA	PURA	POCO CONTAMINADA	CONTAMINADA	MUY CONTAMINADA	EXCESIVAMENTE CONTAMINADA
AMONIO(mg/L)	<0,1	<0,5	2,0	8,0	>8,0

Según los reportes de laboratorio y la tabla de pureza del agua observamos que se encuentran entre 1 y 8 mg/L lo cual quiere decir que en la parte alta de la quebrada Belén el agua tiene un grado de contaminación mínimo debido a que no hay asentamiento de usuarios pero que al mismo tiempo no sería apta para su consumo, por otro lado se identifica que en la zona urbana los datos se elevan considerablemente en el sector del box culvert debido a que en este punto existe la descarga de aguas residuales domesticas de gran parte del sector del casco urbano, que según la tabla anterior el grado de contaminación es muy alto, cabe resaltar que el caudal es bajo y por ende no puede asimilar con rapidez este volumen de carga contaminante, por ende el agua en la zona baja no es apta para consumo humano.[24]

[24]**AMONIO, Disponible en internet: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs126.html, Noviembre 2013**

11. INDICE DE CALIDAD QUEBRADA BELÉN (ICA)

11.1 INDICE DE CALIDAD (ICA)

Este método es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de compararlo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no.[25]

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

- ✓ Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
- ✓ pH (en unidades de pH)
- ✓ Demanda Bioquímica de Oxigeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- ✓ Nitratos (NO3 en mg/L)
- ✓ Fosfatos (PO4 en mg/L)
- ✓ Cambio de la Temperatura (en ºC)
- ✓ Turbidez (en FAU)
- ✓ Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- ✓ Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

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

Cuadro 65. CLASIFICACION DEL "ICA"

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

Las aguas con "ICA" mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.

Las aguas con un "ICA" de categoría "Regular" tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas.

[25]INDICE DE CALIDAD DEL AGUA, Servicio Nacional de Estudios Territoriales, San Salvador, El Salvador, Centro América

Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.

Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como natación.

Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario tener las mediciones de los 9 parámetros implicados en el cálculo del Índice los cuales son: Coliformes Fecales, pH, (DBO5), Nitratos, Fosfatos, Cambio de la Temperatura, Turbidez, Sólidos disueltos Totales, Oxígeno disuelto. Además es importante tener en cuenta los valores del peso relativo de cada uno de los 9 parámetros, tal como se indica en la siguiente tabla:

Cuadro 66. PESOS RELATIVOS POR CADA PARÁMETRO “ICA”

PARAMETRO	PESO W_i
PH	0,12
SOLIDOS TOTALES	0,08
FOSFORO TOTAL	0,10
NITROGENO NTK	0,10
OXIGENO DISUELTO	0,17
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	0,10
COLIFORMES TOTALES	0,15
TURBIEDAD	0,08
TEMPERATURA	0,10

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

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

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

Dónde:

- ✓ **W_i**: Pesos relativos asignados a cada parámetro (Subi), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

- ✓ **Sub_i**: Subíndice del parámetro i.

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

Para determinar el valor del "ICA" es necesario sustituir los datos en la ecuación 2obteniendo los Sub_i a partir del análisis de gráficas, dicho valor se eleva por sus respectivos W_i de la Tabla anterior y se multiplican los 9 resultados obteniendo de esta manera el "ICA".

Los resultados de "ICA" para el presente estudio se resumen a continuación en la siguiente tabla, estos resultado permitirán analizar el Índice de Calidad de cada uno de los puntos de muestreo.

11.2 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA QUEBRADA BELÉN - PUNTO INICIAL

El sitio de muestreo, condiciones atmosféricas, el uso del suelo y la localización geográfica del punto en la Quebrada en estudio, fueron unos de los aspectos a tener en cuenta para determinar los índices de calidad del agua.

Con respecto al punto inicial el índice nos arroja que la calidad del agua en la parte alta es de buen estado con un valor de **78,15** esto es primero porque en esta zona no existe afectación directa de usuarios que puedan afectar el cauce principal, a pesar de que hay un porcentaje mínimo de actividad pecuaria. Además los sólidos totales es uno de los factores que influyen mucho a que la calidad en este punto no sea excelente debido a que en esta zona se presentan algunas zonas fracturadas que hacen que la quebrada tenga este tipo de condiciones. Además hay que tener en cuenta que el caudal es aproximadamente 3 lps el cual no es suficiente para poder asimilar este tipo de concentraciones.

PARTE ALTA QUEBRADA BELÉN O CHERRERA				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,5	90	0,12	1,716
SOLIDOS DISUELTOS	100	88	0,08	1,431
FOSFORO TOTAL	0,1	98	0,1	1,582
NITROGENO	1	98	0,1	1,582
OXIGENO DISUELTO	7,35	96,67	0,17	2,175
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2	84	0,1	1,557
COLIFORMES FECALES	100	50	0,15	1,798
TURBIEDAD	1,3	99	0,08	1,444
TEMPERATURA	13	40	0,1	1,446
			1	
			ICA	**78,15**

11.3 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA ANTES CASCO URBANO MUNICIPIO DE SANDONÁ

Con respecto al segundo punto identificado como antes entrada al casco urbano el cual se lo caracterizo con el fin de determinar en qué condiciones la Quebrada Belén entra al casco urbano antes de tener contacto con todos los vertimientos domésticos, en este punto tenemos un índice de calidad igual a **57,29** que según el código de colores que se manejan para los ICA es de regular estado, esto se debe a que a pesar de que no existe afectación considerable por actividad pecuaria o agrícola, hay afectación por

descargas de aguas residuales domesticas provenientes de algunas viviendas que no cuentan con servicio de alcantarillado, por otro lado existen algunas marraneras y lavaderos de ropa los cuales aportan carga contaminante sobre la corriente principal, con lo cual se sustenta que la calidad del agua sea regular.

ANTES BOX CULVERT				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7	88	0,12	1,711
SOLIDOS DISUELTOS	144,2	80	0,08	1,420
FOSFORO TOTAL	0,1	97	0,1	1,580
NITROGENO	98	98	0,1	1,582
OXIGENO DISUELTO	6,69	87,59	0,17	2,139
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	6,78	48	0,1	1,473
COLIFORMES FECALES	7000	14	0,15	1,486
TURBIEDAD	1,8	95	0,08	1,440
TEMPERATURA	15	29	0,1	1,400
			1	
			ICA	**57,29**

11.4 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DESPUES DESCOLE BOX CULVERT

Con respecto al tercer punto de muestreo identificado como después descole box culvert antes de la central de sacrificio del municipio de Sandoná, este punto se lo caracterizo con el fin de determinar las condiciones fisicoquímicas de la Quebrada Belén después de tener contacto con el vertimiento de aguas residuales domesticas de casi el 60% del casco urbano, en este punto tenemos un índice de calidad de agua igual a **18,88** que según el código de colores que se manejan para los ICA la calidad del agua es pecina, otro de los factores que influyen en este resultado es que no existe ningún tratamiento previo antes de la descarga, lo que origina que la calidad de la Quebrada sea pésima y es muy difícil de recuperar y asimilar aguas abajo.

SALIDA BOX				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,75	60	0,12	1,634
SOLIDOS DISUELTOS	263	66	0,08	1,398
FOSFORO TOTAL	5,28	12	0,1	1,282
NITROGENO	12	49	0,1	1,476
OXIGENO DISUELTO	51,16	60	0,17	2,006
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	105,41	2	0,1	1,072
COLIFORMES FECALES	162000	2	0,15	1,110
TURBIEDAD	51,8	38	0,08	1,338
TEMPERATURA	17	23	0,1	1,368
			1	
			ICA	**18,88**

11.5 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA QUEBRADA BELÉN DESPUES EMISARIO VILLA DEL ROSARIO

Con respecto al cuarto punto de muestreo identificado como la quebrada Belén después emisario villa del Rosario, este punto se lo caracterizo con el fin de determinar las condiciones fisicoquímicas de la Quebrada Belén después de todas las descargas domesticas del alcantarillado del casco urbano del municipio de Sandoná, en este punto tenemos un índice de calidad de agua igual a **18,51** que según el código de colores que se manejan para los ICA la calidad del agua es pecina, uno de los factores para fundamentar este valor es que es en esta zona la quebrada sigue recibiendo aportes constantes de netamente aguas residuales de origen domestico que influyen mucho en este tipo de condiciones, por lo tanto el cauce principal hasta este punto no se recupera como se evidencia entre el punto tres y cuatro Lo que nos da como resultado que la calidad de agua sea pésimo.

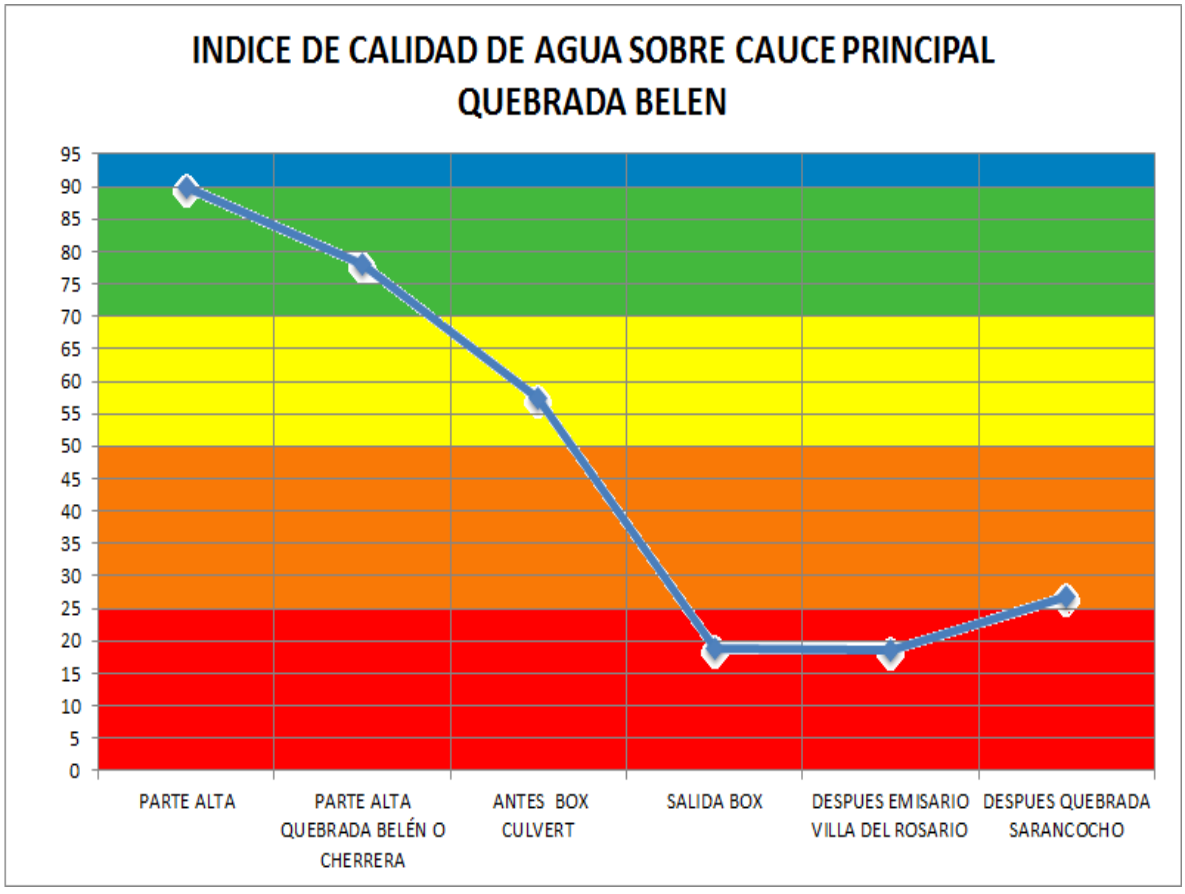
DESPUES EMISARIO VILLA DEL ROSARIO				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,5	75	0,12	1,679
SOLIDOS DISUELTOS	244	85	0,08	1,427
FOSFORO TOTAL	3,85	19	0,1	1,342
NITROGENO	10,9	50	0,1	1,479
OXIGENO DISUELTO	1,91	25,44	0,17	1,734
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	79,05	2	0,1	1,072
COLIFORMES FECALES	270000	2	0,15	1,110
TURBIEDAD	38,1	47	0,08	1,361
TEMPERATURA	18,5	26,5	0,1	1,388
			1	
			ICA	**18,51**

11.6 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA QUEBRADA BELÉN AGUAS ABAJO QUEBRADA SARANCOCHO

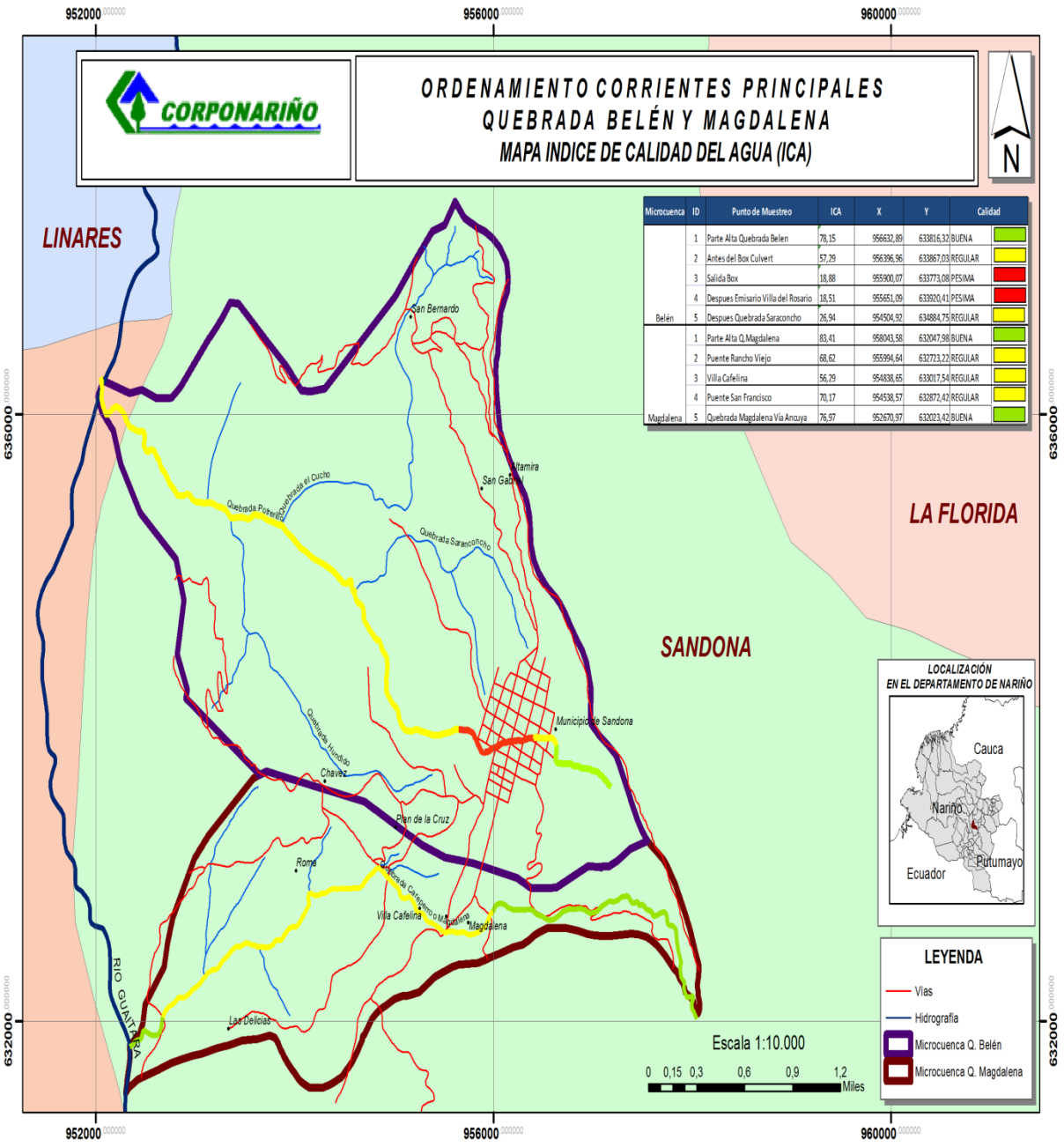
Con respecto al quinto punto de muestreo identificado como la confluencia entre la quebrada Belén y la quebrada Sarancocho, este punto se lo caracterizo con el fin de determinar las condiciones fisicoquímicas de la Quebrada Belén después de la confluencia de tosas las descargas del casco urbano y de dicha quebrada, además se pretende determinar la influencia que tiene la quebrada Sarancocho al llegar al cauce principal, en este punto tenemos un índice de calidad de agua igual a **26,94** que según el código de colores que se manejan para los ICA la calidad del agua es regular, esto debido a que la quebrada Sarancocho recibe las descargas de los emisarios el naranjal y cementerio los cuales aportan vertimientos de origen domestico del alcantarillado de aproximadamente el 25% del municipio de Sandoná y algunos vertimientos industriales provenientes de algunos establecimientos dedicados al procesamiento de panela, cabe aclarar que en el trayecto aguas abajo del cauce principal hay influencia de afluentes naturales que no afectan las características fisicoquímicas, pero si el caudal el cual influye mucho ya que de este depende que haya una gran asimilación en cuanto a concentraciones.

DESPUES QUEBRADA SARANCOCHO				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	6,81	88	0,12	1,711
SOLIDOS DISUELTOS	254	84	0,08	1,425
FOSFORO TOTAL	3,93	19	0,1	1,342
NITROGENO	9,69	54	0,1	1,490
OXIGENO DISUELTO	4,98	62,39	0,17	2,019
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	24,61	9,2	0,1	1,248
COLIFORMES FECALES	280000	2	0,15	1,110
TURBIEDAD	6,5	88	0,08	1,431
TEMPERATURA	16	25	0,1	1,380
			1	
			ICA	**26,94**

Grafica 44. COMPORTAMIENTO DE ICA SOBRE CAUCE PRINCIPAL QUEBRADA BELEN



Mapa 7. INDICE DE CALIDAD



12. DIAGNOSTICO TECNICO QUEBRADA MAGDALENA



12.1 QUEBRADA MAGDALENA

Esta fuente nace a una altura de 2338 msnm, entre las coordenadas X 958099,59 y Y 631744,30 en la vereda Alto Jiménez.

En esta fuente se disponen los vertimientos de la parte norte del municipio de Sandoná, los cuales confluyen las aguas residuales de origen domestico individual y en colectivo a través del sistema de alcantarillado combinado sobre la quebrada Magdalena. Además de esto se identificaron algunos establecimientos que se dedican a procesamiento de la caña los cuales también realizan la descarga hacia el alcantarillado del municipio.

Esta quebrada se dividió en 2 zonas, uno desde el nacimiento en la vereda Alto Jiménez hasta la Urbanización de interés social villa cafelina en la vía salida a Consacá y otro desde la Urbanización hasta el punto de unión con el Rio Guaitara.

CALIDAD ZONA ALTA

El nacimiento de la fuente cuenta con un área protegida mínima debido a que existen grandes extensiones de pastos naturales y pastos manejados, además existen predios dedicados al cultivo de café y caña, como también existen algunas viviendas que ejercen indirectamente presión sobre esta zona.

Según los habitantes de este sector la fuente en verano disminuye su caudal significativamente.

El agua en esta zona alta maneja un nivel de turbiedad con un valor de 1 NTU lo que nos indica que no hay afectación antrópica por lo tanto no presenta contaminación por aguas residuales de ninguna clase, sin embargo la mayor presión la ejercen los cultivos y desarrollo de pastos y los aspectos relacionados a estos como son agroquímicos y residuos orgánicos de los animales que están presentes en el área de influencia de la fuente, además de esto en el trabajo de campo se evidencio la presencia de algunos establos como el de PUYO los cuales podrían afectar en un futuro la quebrada en ordenamiento.

A continuación se realiza una caracterización por punto de toda la zona alta y baja de la Quebrada Magdalena.

Cuadro 67. Quebrada Magdalena parte alta

QUEBRADA MAGDALENA PARTE ALTA			
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA: ALTO JIMENEZ**		**SECTOR:** RURAL
TIPO: NACIMIENTO AGUA	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** PASTOS MANEJADOS		
PERMISOS: N/A	**DESCARGA:** N/A		**MARGEN:** CAUCE PRINCIPAL
COORDENADAS:	**N →** 632819	**W→** 957462	**H →** 2177 msnm
DESCRIPCION:	En este punto nace la quebrada Magdalena ubicada en la vereda alto Jiménez; las condiciones de este punto son aceptables teniendo en cuenta las características fisicoquímicas reportadas por el laboratorio de Corponariño donde se presenta una DBO < 3,80 ml/l SST < 12 ml/l y un OD de 6,77 mlO_2/l, por lo tanto se asume que no hay afectación de tipo antrópico, situación que cambia aguas debajo de este punto, debido a la presencia de establos de ganado y porcinos.		
REGISTRO FOTOGRAFICO			





Cuadro 68. ESTABLO DE GANADO Y PORCICOLA

PUNTO DE ESTABLO DE GANADO Y PORCICOLA		
NOMBRE: ESTABLO DE GANADO Y PORCICOLA		**ZONA RURAL**
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** ALTO JIMENEZ	**SECTOR:** RURAL
TIPO VTO: PECUARIO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** ESTABLO DE GANADO Y PORCICOLA	
PERMISOS: NINGUNO	**DESCARGA:** Q. MAGDALENA	**MARGEN:** DERECHO
COORDENADAS:	**N →** 632818,7 **W →** 957461,9 **H →** 2.177 msnm	
DESCRIPCION:	En las labores de identificación de usuarios se evidencio la el establo de ganado y piscícola de PUYO la cual tiene dentro de su establo aproximadamente 8 cabezas de ganado y un porcino, una de las características de este usuario es que tiene un sistema de tratamiento empírico pero no cuenta con ningún permiso de vertimientos aprobado por la Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO.	

REGISTRO FOTOGRAFICO





Cuadro 69. PUNTO DE DESCARGA DE VIVENDAS UNIFAMILIARES SECTOR RANCHO VIEJO Y FINCA CHAVEZ

PUNTO DE DESCARGA DE VIVENDAS UNIFAMILIARES SECTOR RANCHO VIEJO Y FINCA CHAVEZ		
RAZON SOCIAL: **VIVIENDAS UNIFAMILIARES SECTOR RANCHO VIEJO Y FINCA CHAVEZ**		
NOMBRE: SECTOR RANCHO VIEJO		**CASCO URBANO**
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** N/A	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO: DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** VIVIENDAS UNIFAMILIARES	
PERMISOS: NINGUNO	**DESCARGA:** Q. MAGDALENA	**MARGEN:** IZQUIERDO/DERECHO
COORDENADAS:	**N → 632585,5305** **W →** 955767,7	**H →** **1.804** msnm
DESCRIPCION:	En las labores de identificación de usuarios se evidencio el sector de rancho viejo en el cual se observó que existen aproximadamente 15 casas las cuales no cuentan con servicio de alcantarillado del municipio, a excepción de las viviendas que se encuentran conectadas al alcantarillado privado del establecimiento de recreación rancho viejo, cabe resaltar que dichas viviendas que no cuentan con servicio de alcantarillado no cuentan con un sistema de tratamiento de aguas residuales pero se aclara que es competencia de la administración municipal de Sandoná contemplar esta población para prestarles todos los servicios públicos, ya que dicho sector si se encuentra proyectado dentro del plan de acción presentada en el año 2008 y aprobado mediante resolución 131 de enero de 2009 donde la cobertura para el casco urbano seria del 100% contando con su respectivo sistema de tratamiento de aguas residuales.	

REGISTRO FOTOGRAFICO



- **CALIDAD ZONA MEDIA Y BAJA QUEBRADA MAGDALENA**

Este sector recibe vertimientos municipales provenientes del alcantarillado municipal con el colector magdalena, un barrio del sector rancho viejo y toda la zona de Villa cafelina los cuales descargan directamente sobre la fuente hídrica objeto de estudio.

Este tramo se caracteriza por recibir los vertimientos del casco urbano del municipio de Sandoná, afectando de manera significativa la calidad de la fuente, la influencia del sector urbano hace que la fuente además se vea sometida a factores de deterioro asociados con la disposición de residuos sólidos urbanos, la franja protectora es mínima o escasa y no ofrece ningún beneficio paisajístico lo que permite que la comunidad no reconozca la fuente como un factor de importancia ambiental debido al carácter de contaminación tan alto al que está sometida.

Cuadro 70. EMISARIO MAGDALENA

PUNTO DE DESCARGA EMISARIO MAGDALENA			
RAZON SOCIAL: EMISARIO MAGDALENA			
NOMBRE: COLECTOR MAGDALENA			**CASCO URBANO**
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** N/A		**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO: DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA: ALCANTARILLADO MUNICIPAL**		
PERMISOS: NINGUNO	**DESCARGA:** Q. MAGDALENA		**MARGEN:** DERECHO
COORDENADAS:	**N → 632658**	**W →** 955400	**H → 1.778** msnm
DESCRIPCION:	En las labores de identificación de usuarios se evidencio el colector de aguas residuales domesticas del todo el norte del municipio de Sandoná el cual realiza el vertimiento directo sobre la corriente fuente de estudio, dicho colector recibe todo el vertimiento de aproximadamente 2000 habitantes aproximadamente, cabe resaltar que dicha descarga no cuenta con ningún sistema de tratamiento pero si se encuentra proyectado dentro del plan de acción presentado en el año 2008 y aprobado mediante resolución 131 de enero de 2009 donde la cobertura para el casco urbano seria del 100% contando con su respectivo sistema de tratamiento de aguas residuales.		
REGISTRO FOTOGRAFICO			





Cuadro 71. PUNTO DE DESCARGA DE VIVENDAS DE INTERES SOCIAL VILLA CAFELINA

PUNTO DE DESCARGA DE VIVENDAS DE INTERES SOCIAL		
RAZON SOCIAL: VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL VILLA CAFELINA		
NOMBRE: URBANIZACION VILLA CAFELINA		**CASCO URBANO**
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA:** N/A	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO: DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** VIVIENDAS UNIFAMILIARES	
PERMISOS: NINGUNO	**DESCARGA:** Q. MAGDALENA	**MARGEN:** IZQUIERDO
COORDENADAS:	**N → 632717,7** **W →** 954861,9 **H→ 1.618** msnm	
DESCRIPCION:	En las labores de identificación de usuarios se evidencio la urbanización de interés social Villa Cafelina en el cual se observó que se están construyendo aproximadamente 280 casas las cuales durante la etapa de diagnóstico mediante trabajo de campo y hasta la fecha no cuentan con ningún trámite de permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO, cabe aclarar que dicha urbanización por no contar con servicio de alcantarillado no se encuentra contemplada dentro del plan de acción en el marco del PSMV.	
REGISTRO FOTOGRAFICO		





Cuadro 72. AFLUENTE QUEBRADA MAGDALENA PARTE BAJA

AFLUENTE QUEBRADA MAGDALENA PARTE BAJA			
MUNICIPIO: SANDONÁ	**VEREDA: ROMA CHAVEZ**		**SECTOR:** RURAL
TIPO: AFLUENTE	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** MINERIA		
PERMISOS: N/A	**DESCARGA:** N/A	**MARGEN:** CAUCE PRINCIPAL	
COORDENADAS:	**N →** 632320	**W →** 953120	**H →** 1.174 msnm
DESCRIPCION:	En este punto existe un afluente de la quebrada Magdalena ubicada en la vereda Roma Chávez; las condiciones de este punto son aceptables teniendo en cuenta las características fisicoquímicas reportadas por el laboratorio de Corponariño donde se presenta una DBO < 3,80 ml/l SST < 12 ml/l y un OD de 7,5 mlO_2/l, por lo tanto se asume que no hay afectación de tipo antrópico.		
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			

12.2 PERFILES DE MODELACION QUEBRADA MAGDALENA

Un perfil de modelación es una forma de describir las características de las fuentes hídricas en una forma sencilla y que se pueda visualizar cuales son los aspectos que influencian el comportamiento de las fuentes bajo estudio.

Un perfil de modelación tiene en cuenta las entradas y salidas que tiene la fuente hídrica, con entradas se entiende los vertimientos de aguas residuales o los afluentes naturales y

con salidas se entiende la presencia de sistemas de captación que extraigan agua para los diferentes necesidades de las comunidades cercanas y los categoriza con colores y flechas que indican si es una entrada o una salida.

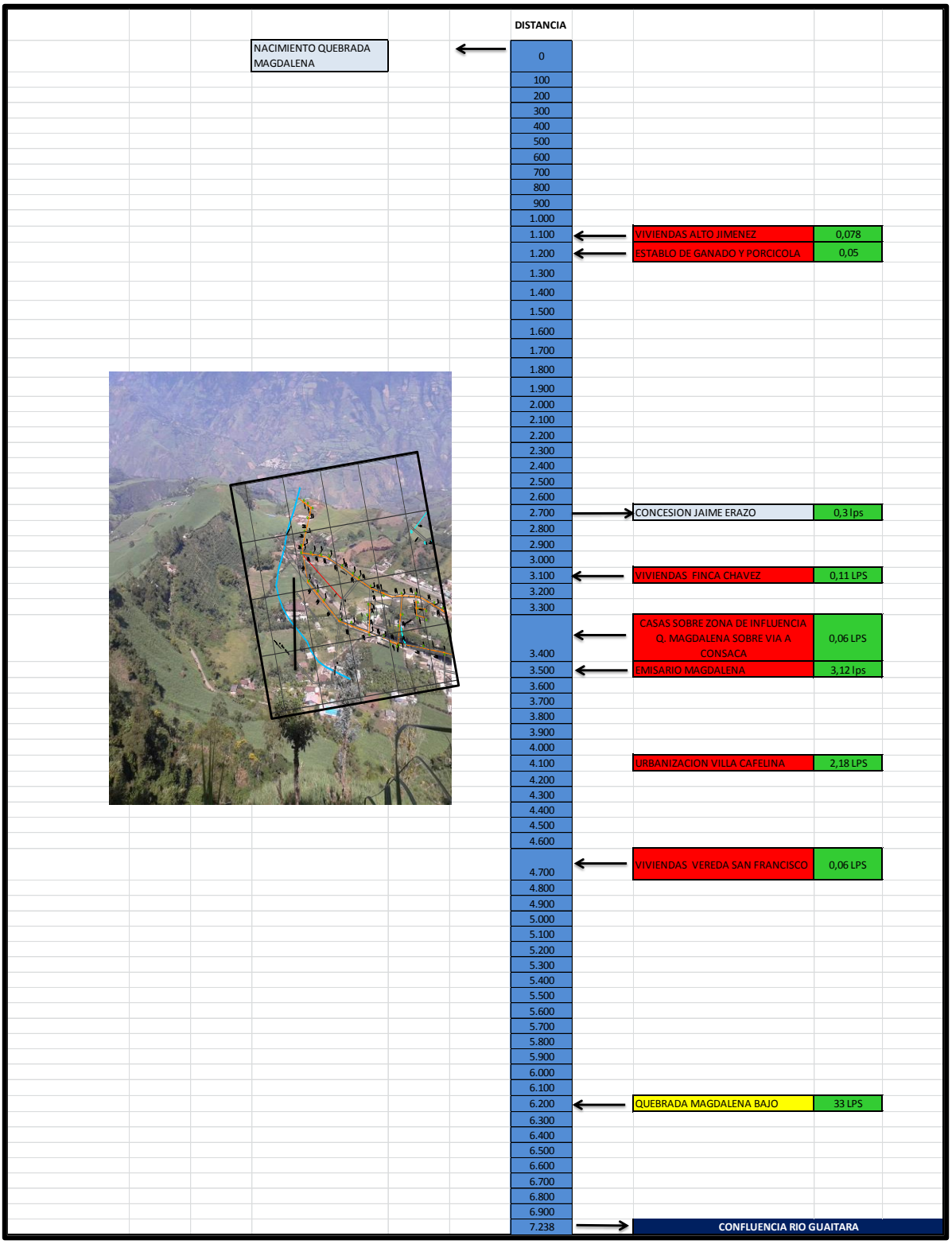
En el cuadro No 24 se presentan los diferentes colores con los que se identifican todos los aspectos que se tienen en cuenta para conformar un perfil de modelación.

Cuadro 73. ESCALA DE COLORES

	VERTIMIENTO
	QUEBRADA RECEPTORA VERTIMIENTOS
	QUEBRADA LIMPIA
	CAUDAL CORRIENTE PRINCIPAL (LPS)
	CAUDAL ENTRADA QUEBRADA O VTO (LPS)
	DISTANCIA ENTRE PUNTOS DEL SISTEMA (MTS)
	SALIDA BOCATOMAS Y CTE PRINCIPAL
	PUNTOS DE MUESTREO

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Figura 41. PERFIL DE MODELACION QUEBRADA MAGDALENA



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

12.3 MATRIZ DE LAS ENTRADAS IDENTIFICADOS SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA MAGDALENA

Como ya se mencionó anteriormente con la quebrada Belén y teniendo en cuenta los perfiles de modelación a continuación se describen y se presenta la matriz donde se identifican los diferentes usuarios que están realizando vertimientos tanto domésticos como industriales sobre la corriente principal de la quebrada Magdalena.

En esta matriz se identifican los vertimientos comenzando desde la parte alta de la corriente principal que corresponde a la vereda Alto Jiménez donde se evidencio que existe la confluencia de algunos escurrimientos que aportan de alguna manera caudal a la corriente principal, seguidamente se identifican algunos usuarios de la vereda alto Jiménez los cuales están realizando la descarga directa de aguas residuales domésticas y pecuaria provenientes de establos asentados en esta zona y que están afectando de alguna forma el cauce principal, seguidamente en la matriz se presentan los usuarios de los barrios de la zona Noroccidente del casco urbano del municipio de Sandoná que no cuentan con el servicio de alcantarillado y por ende realizan la descarga sobre el cauce principal, además de esto se describe el colector magdalena el cual recoge aproximadamente el 25% del casco urbano del municipio de Sandoná el cual realiza su descarga directa y sin ningún tipo de tratamiento previo sobre la quebrada, por último se realiza la descripción de algunas de las quebradas más significativas en cuanto a caudal y grado de contaminación que tienen influencia sobre la corriente principal de la quebrada las cuales ayudan a que haya dilución de agentes contaminantes en el recurso hídrico.

Cuadro 74. MATRIZ DE DESCARGAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES SOBRE LA QUEBRADA MAGDALENA

NUMERO	NOMBRE	TIPO DE ENTRADA	NOMBRE ENTRADA	E	N	H	MARGEN DESCARGA	DISTANCIA ENTRE PUNTO	CARACTERIZACION FISICOQUIMICA	FOTOGRAFIA	OBSERVACIONES
		RIOS,QBDA,VTOS,ASEQUIA									
P1	NACIMIENTO QUEBRADA MAGDALENA	QBDA	PUNTO DONDE NACE LA QUEBRADA MAGDALENA	958063	632042	2338	CAUCE PRINCIPAL	5 LPS	NO PRESENTA NINGUN TIPO DE CARACTERIZACIÓN		NACIMIENTO DE LA QUEBRADA MAGDALENA EN ESTE PUNTO LA QUEBRADA NO PRESENTA NINGUN TIPO DE AFECTACION ANTROPICA
P2	VIVIENDAS UNIFAMILIARES ALTO JIMENEZ	VTOS	VIVIENDAS UNIFAMILIARES ALTO JIMENEZ	957961,96	631818,72	2331	DERECHO	0,078 LPS	NO PRESENTA NINGUN TIPO DE CARACTERIZACIÓN		PUNTO DONDE SE IDENTIFICAN ALGUNAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES LAS CUALES TIENEN POZOZ SEPTICOS
P3	ESTABLO DE GANADO Y PORCICOLA	VTOS	PUNTO DE DESCARGA DEL ESTABLO DE GANADO Y PORCICOLA DE PROPIEDAD DEL SEÑOR JOSE ALBERTO PUYO	957462	632819	2177	IZQUIERDA	0,5 LPS	NO PRESENTA NINGUN TIPO DE CARACTERIZACIÓN Y TAMPOCO TIENE PERMISO DE VERTIMIENTOS APROBADO		PUNTO DONDE REALIZA LA DESCARGA UN ESTABLO PORCICOLA Y DE GANADO CON UN TRATAMIENTO INEFICIENTE HACIA LA QUEBRADA MAGDALENA EN LA VEREDA ALTO JIMENEZ
P4	VIVIENDAS UNIFAMILIARES RESPALDO FINCA CHAVEZ	VTOS	VIVIENDAS UNIFAMILIARES RESPALDO FINCA CHAVEZ	955768	632586	1804	DERECHO	0,11 LPS	NO PRESENTA NINGUN TIPO DE CARACTERIZACIÓN		PUNTO DONDE SE IDENTIFICAN ALGUNAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES LAS CUALES NO CUENTAN CON SISTEMA DE ALCANTARILLADO.
P5	EMISARIO MAGDALENA	VTOS	COLECTOR PRINCIPAL ZONA NORTE	955451	632693	1780	DERECHO	3,12 LPS	DESCARGA DIRECTA Y NO CUENTA CON NINGUN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		PUNTO DE DESCARGA DEL COLECTOR MAGDALENA UBICADO EN LA SALIDA AL MUNICIPIO DE CONSACA
P6	URBANIZACION VILLA CAFELIZA	VTOS	VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL	954862	632718	1618	IZQUIERDA	2,18 LPS	NO PRESENTA NINGUN TIPO DE CARACTERIZACIÓN, TIENE EN TRAMITE PERMISO DE VERTIMIENTOS PERO HASTA LA FECHA NO SE ENCUENTRA APROBADO		LAS VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL SE ENCUENTRAN DENTRO DE LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA QUEBRADA MAGDALENA
P7	VIVIENDAS UNIFAMILIARES VEREDA SAN FRANCISCO	VTOS	VIVIENDAS UNIFAMILIARES VEREDA SAN FRANCISCO	954409	632852	1557	DERECHO	0,06 LPS	NO PRESENTA NINGUN TIPO DE CARACTERIZACIÓN		PUNTO DONDE SE IDENTIFICAN ALGUNAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES LAS CUALES TIENEN POZOZ SEPTICOS
P8	QUEBRADA MAGDALENA ZONA BAJA	ASEQUIA	QUEBRADA SIN AFERCTACION ANTROPICA	953167	632283	1150	DERECHO	33 LPS	NO TIENE CARACTERIZACION FISICOQUIMICA		PIUNTO DONDE SE UNE LA QUEBRADA MAGDALENA BAJO CON LA QUEBRADA FUENTE DE ESTUDIO

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 75. MATRIZ DE CARGAS VERTIMIENTOS DIRECTOS QUEBRADA MAGDALENA

CALCULO DE CARGAS QUEBRADA MAGDALENA										
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	DOMESTICO								
		POBLACION 2013 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	CAUDAL (L/S)	[] (SS) (mg/l) teorica (RAS)	[] (DBO_5) (mg/l) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/l) teorica (RAS)	Carga Teorica DBO (Kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)
VERTIMIENTO VIVIENDAS ALTO JIMENEZ	QM-1	50	135	0,078125	250	250	50	1,69	1,69	0,34
ESTABLO DE GANADO Y PORCINOS	QM-2			0,05	1510	2655	600	6,52	11,47	2,59
VERTIMIENTO VIVIENDAS SECTOR RANCHO VIEJO	QM-3	75	135	0,1171875	250	250	50	2,53	2,53	0,51
VIVIENDAS ALEDAÑAS FINCA CHAVEZ	QM-4	40	135	0,0625	250	250	50	1,35	1,35	0,27
VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	QM-5	2000	135	3,125	280	71,95	21,6	25,20	6,48	1,94
VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL VILLA CAFELINA	QM-6	1400	135	2,1875	250	250	50	47,25	47,25	9,45
VIVIENDAS VEREDA SAN FRANCISCO	QM-7	40	135	0,0625	250	250	50	1,35	1,35	0,27
QUEBRADAS UNIFICADAS	QM-8			33	10	3,8	5	28,512	10,83456	14,256

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 76. ESTACIONES DE MONITOREO Y MUESTREO QUEBRADA MAGDALENA

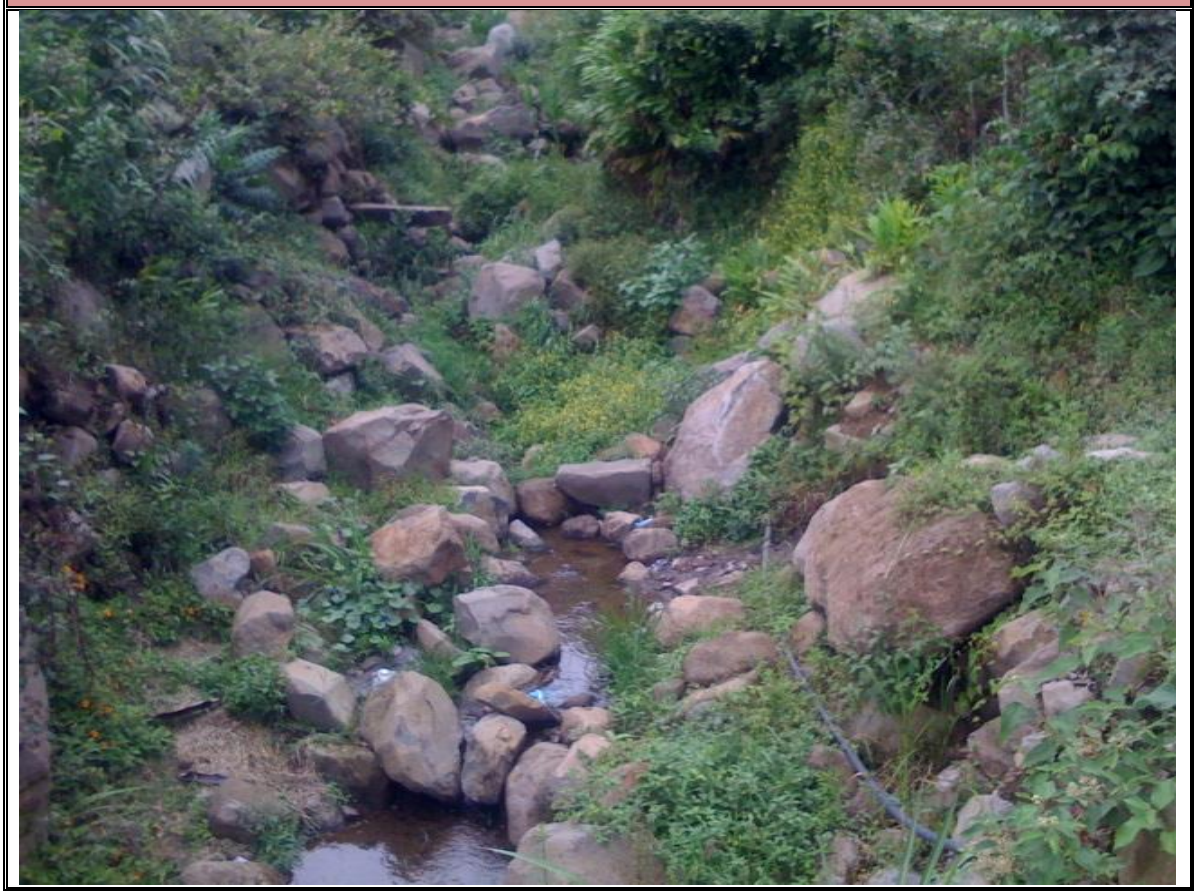
ES_QM – 1 INICIO QUEBRADA MAGDALENA	
MUNICIPIO: SANDONA	**SECTOR:** RURAL
TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA	
FUENTE: QUEBRADA MAGDALENA	**MARGEN:** CAUCE PRINCIPAL
COORDENADAS:	**N** → 632819 **W** → 957462 **H** → 2.177 msnm
DESCRIPCION	Como primera estación de muestreo se tiene el nacimiento de la quebrada Magdalena, en este punto se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en esta zona no existe ningún tipo de afectación antrópica, otro de los aspectos que se tuvieron en cuenta para justificar este punto de muestreo es que se quiere tener evidencia clara de las condiciones fisicoquímicas en la que encontramos la quebrada Magdalena antes de ingresar al casco urbano, con el fin de tener un criterio técnico más fundamentado en el proceso del ordenamiento del recurso hídrico.
REGISTRO FOTOGRAFICO	



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

ES_QM – 2 PUENTE RANCHO VIEJO			
MUNICIPIO: SANDONA		**SECTOR:** RURAL	
TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA			
FUENTE: QUEBRADA MAGDALENA		**MARGEN:** CAUCE PRINCIPAL	
COORDENADAS:	**N** → 632716	**W** → 956022	**H** → 1.828 msnm
DESCRIPCION	Como segunda estación de muestreo se tiene la quebrada Magdalena antes de ingresar al casco urbano, en este punto se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en esta zona existe afectación antrópica debido a la descarga directa de aguas residuales domesticas de los habitantes de todo el sector de rancho viejo, otro de los aspectos que se tuvieron en cuenta para justificar este punto de muestreo es que se quiere tener evidencia clara de las condiciones fisicoquímicas en la que encontramos la quebrada Magdalena antes ingresa al casco urbano, con el fin de tener un criterio técnico más fundamentado en el proceso del ordenamiento del recurso hídrico.		

REGISTRO FOTOGRAFICO



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

ES_QM – 3 SECTOR VILLA CAFELINA			
MUNICIPIO: SANDONA		**SECTOR:** RURAL	
TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA			
FUENTE: QUEBRADA MAGDALENA		**MARGEN:** CAUCE PRINCIPAL	
COORDENADAS:	**N** → 632718	**W** → 954862	**H** → 1.618 msnm
DESCRIPCION	Como tercera estación de muestreo se tiene la quebrada Magdalena después del colector Magdalena en este punto se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en esta zona existe afectación antrópica debido a la descarga directa de aguas residuales domesticas de aproximadamente el 30% de la población, que corresponde a todo el norte del casco urbano del municipio de Sandoná, otro de los aspectos que se tuvieron en cuenta para justificar este punto de muestreo es que se quiere tener evidencia clara de las condiciones fisicoquímicas en la que encontramos la quebrada Magdalena después de ingresar al casco urbano, con el fin de tener un criterio técnico más fundamentado en el proceso del ordenamiento del recurso hídrico.		

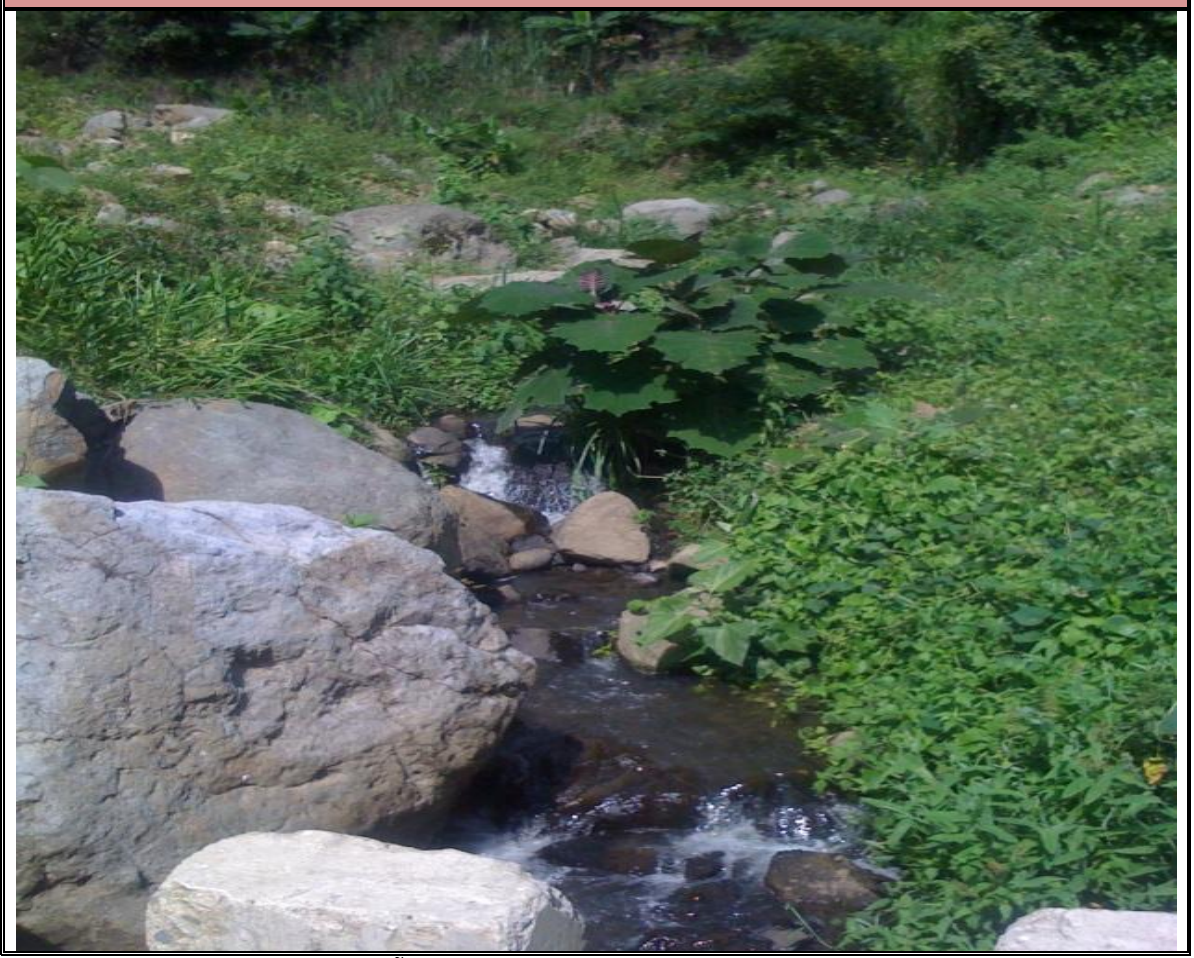
REGISTRO FOTOGRAFICO



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

ES_QM – 4 PUENTE SAN FRANCISCO			
MUNICIPIO: SANDONA		**SECTOR:** RURAL	
TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA			
FUENTE: QUEBRADA MAGDALENA		**MARGEN:** CAUCE PRINCIPAL	
COORDENADAS:	**N** → 632773	**W** → 954576	**H** → 1.546 msnm
DESCRIPCION	Como cuarta estación de muestreo se tiene la quebrada Magdalena después de todas las descargas del municipio de Sandoná y de algunas veredas de este sector, también se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en el trabajo de campo se evidencio la dilución de toda la carga contaminante que ingresa por la descarga del colector, es por esto cuenta para justificar este punto de muestreo es que se quiere tener evidencia clara de las condiciones fisicoquímicas en la que encontramos la quebrada Belén después de todos los vertimientos del municipio de Sandoná,, con el fin de tener un criterio técnico más fundamentado en el proceso del ordenamiento del recurso hídrico.		

REGISTRO FOTOGRAFICO



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

ES_QM – 5 QUEBRADA MAGDALENA VIA A ANCUYA					
MUNICIPIO: SANDONA			**SECTOR:** RURAL		
TIPO DE ESTACION: SOBRE QUEBRADA					
FUENTE: QUEBRADA MAGDALENA			**MARGEN:** CAUCE PRINCIPAL		
COORDENADAS:	**N** → 632320	**W** → 953120	**H** → 1.174 msnm		
DESCRIPCION	Como quinta estación de muestreo se tiene la quebrada magdalena antes de la confluencia con el rio Guaitara, también se determinó realizar las dos jornadas de muestreo debido a que en el trabajo de campo se evidencio la dilución de la carga contaminante que ingresa por las descargas de los diferentes puntos críticos de la zona, con base en lo anterior se justifica este punto de muestreo ya que se quiere tener evidencia clara de las condiciones fisicoquímicas en la que encontramos la quebrada Belén después de todos los vertimientos del municipio de Sandoná,, con el fin de tener un criterio técnico más fundamentado en el proceso del ordenamiento del recurso hídrico.				

REGISTRO FOTOGRAFICO



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

12.4 EVALUACION DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL QUEBRADA MAGDALENA:

MUESTREO SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA MAGDALENA:
La ejecución y análisis de los parámetros identificados se desarrolló en un tramo de 6,990 mts, en donde se ubican todas las descargas de los diferentes establecimientos tanto domésticos como industriales, durante todo el recorrido se evaluó el comportamiento de los agentes contaminantes y todo el efecto que este genera sobre todo el cauce principal de la quebrada Magdalena.

A continuación se presentan el reporte de resultados de laboratorio donde se establecen los más importantes parámetros que se tuvieron en cuenta para observar la calidad que tiene la Quebrada fuente de estudio, desde su parte inicial en la vereda alto Jiménez hasta la confluencia con el Rio Guaitara, con el fin de establecer objetivos de calidad para futuros usos de dicho recurso. De acuerdo a lo anterior y para cumplir con la legislación ambiental y minimizar los posibles impactos que producirán estas descargas, a dicho cauce se analizarán en detalle cada parámetro con sus respectivos resultados y distancia, identificados en el transcurso de la Quebrada.

En cada uno de los puntos de evaluación se tomaron muestras simples y puntuales de forma manual y con previa conservación de dichas muestras antes de llegar al laboratorio tanto de CORPONARIÑO como el de la UNIVERSIDAD de NARIÑO.

12.5 EVALUACION DE CALIDAD QUEBRADA MAGDALENA

Cuadro 77. ESTACIONES DE MONITOREO QUEBRADA MAGDALENA

QUEBRADA MAGDALENA							
PUNTO DE MUESTREO	**UNIDAD DE MEDIDA**	**MUESTREO 1 - 2**	**ES_QM - 1**	**ES_QM - 2**	**ES_QM - 3**	**ES_QM - 4**	**ES_QM - 5**
CODIGO EN GRAFICAS			A	B	C	D	E
pH	pH	M1	7,6	7,41	7,41	7,44	7,45
COLOR APARENTE	UPC	M I	8	8	9,2	11	8
		M2	8	8	9,2	8	8
TURBIEDAD	NTU	M I	1	1,5	0,7	2,4	0,9
		M2	1,4	0,8	0,7	2,4	0,4
CONDUCTIVIDAD	us/cm	M I	58,9	98,1	230	211	499
		M2	63,5	128	230	211	909
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	M I	5	5	5	5	5
		M2	5	5	5	5	5
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	M I	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		M2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	mg/L	M I	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		M2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS	mg/L	M I	1	1	1	1	1
		M2	1	2,67	1,67	1	2,33
ACIDEZ	mg CaCO3/ L	M I	7,38	8,82	17,28	10,4	0,36
		M2	5,76	11,2	17,28	10,4	1
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/ L	M I	12,2	26	72,4	58,8	152
		M2	24	52,4	72,4	58,8	251
DUREZA TOTAL	mg CaCO3/ L	M I	58	57	67	96	230
		M2	26	42	67	96	344
CLORUROS	mg Cl / L	M I	1,94	1,94	6,8	5,83	11,7
		M2	1	1	6,8	5,83	25,3
FOSFATOS	mg Po4 / L	M I	0,1	0,1	1,97	0,66	0,1
		M2	0,1	0,12	1,97	0,66	0,23
NITRITOS	mg N-NO2 / L	M I	0,05	0,02	0,22	0,15	0,03
		M2	0,05	0,05	0,22	0,15	0,05

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

NITRATOS	mg N-NO3/ L	M I	0,11	0,36	1,1	1,93	0,76
		M2	0,16	0,39	1,1	1,93	0,25
SULFATOS	mg So4 / L	M I	10	10	10	10	47,2
		M2	10	10	10	10	131
SAAM - DETERGENTES	mg LAS / L	M I	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		M2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
FOSFORO TOTAL	mg P-PO4/ L	M I	0,1	0,1	1,9	0,7	0,1
		M2	0,1	0,12	1,97	0,7	0,23
NITROGENO NTK	mg N / L	M I	1,46	1	1,2	1,9	1
		M2	1	1	1,23	1,9	1
GRASAS Y ACEITES	mg P-PO4/ L	M I	5	5	6,03	5	5
		M2	9,5	5,07	6,03	5	5
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	M I	3000	2500	20000	67500	7000
		M2	15000	6500	20000	67500	2700
ECHERICHIA COLI	UFC/100ml	M I	100	200	3000	1000	300
		M2	5000	100	3000	1000	100
AMONIO	mg N-NH3/ L	M I	1,46	1	1,23	1,9	1
		M2	1	1	1,23	1,9	1
OXIGENO DISUELTO	mg O2/ L	M I	7,19	6,94	5	7,14	8,05
		M2	6,77	5,36	5,21	6,9	7,1
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O2/ L	M I	3,8	3,8	6	3,8	3,8
		M2	3,8	3,8	6,17	3,8	3,8
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg O2/ L	M I	20	20	20	20	20
		M2	20	20	23,11	27,05	20
SOLIDOS TOTALES	mg/L	M I	146,7	110	200	204	336
		M2	106	156	206	254	606
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	M I	12	12	12	12	12
		M2	12	12	12	13,6	12

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

12.6 CARACTERIZACIÓN DE PERFILES DE CALIDAD QUEBRADA MAGDALENA

A través del análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de muestras de agua es posible definir su calidad con el fin categorizarlas para diferentes usos. Al igual que la quebrada Belén también se analizaron los mismos parámetros los cuales son pH, conductividad, sólidos totales mg/l, sólidos suspendidos y sólidos disueltos, sólidos suspendidos volátiles, acidez, alcalinidad, nitratos, nitritos, amonio, fosforo, nitrógeno, oxígeno disuelto (mg/l), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxigeno (DBO), Grasas y aceites, coliformes totales y echerichia coli. El realizar monitoreos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos es de gran importancia porque permite contar con información sobre la zona de influencia de la Quebrada.

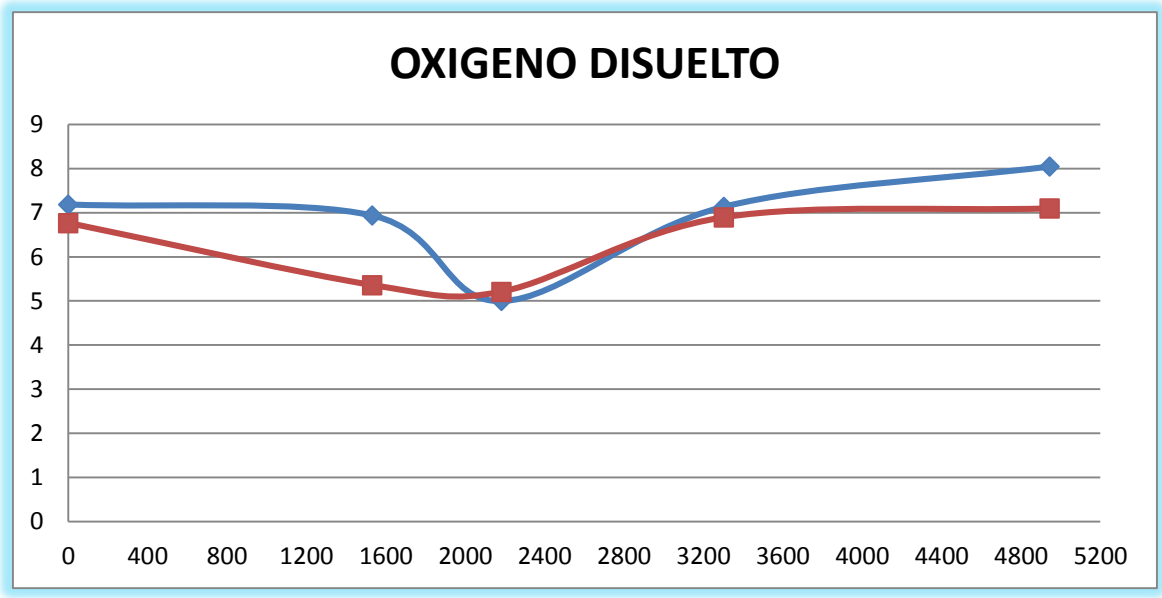
A continuación de describen los puntos con su respectiva distancia punto a punto donde se realizó las dos jornadas de muestreo.

La primera jornada de muestreo se la realizo el 03 de julio de 2013, y la segunda jornada se la realizo el 07 de Agosto de 2013, donde se pretende analizar el comportamiento que tiene el cauce principal en época de verano como en época de invierno.

Cuadro 78. Puntos De Muestreo Y Distancias

NOMBRE DEL PUNTO	CODIGO PUNTOS DE MUESTREO	DISTANCIAS ENTRE PUNTOS
INICIO QUEBRADA MAGDALENA	A	0
SECTOR RANCHO VIEJO	B	1531
SECTOR VILLA CAFELINA	C	2182,8
PUENTE SAN FRANCISCO	D	3303,8
MINA VIA A ANCUYA	E	4943,8

Grafica 45. OXIGENO DISUELTO



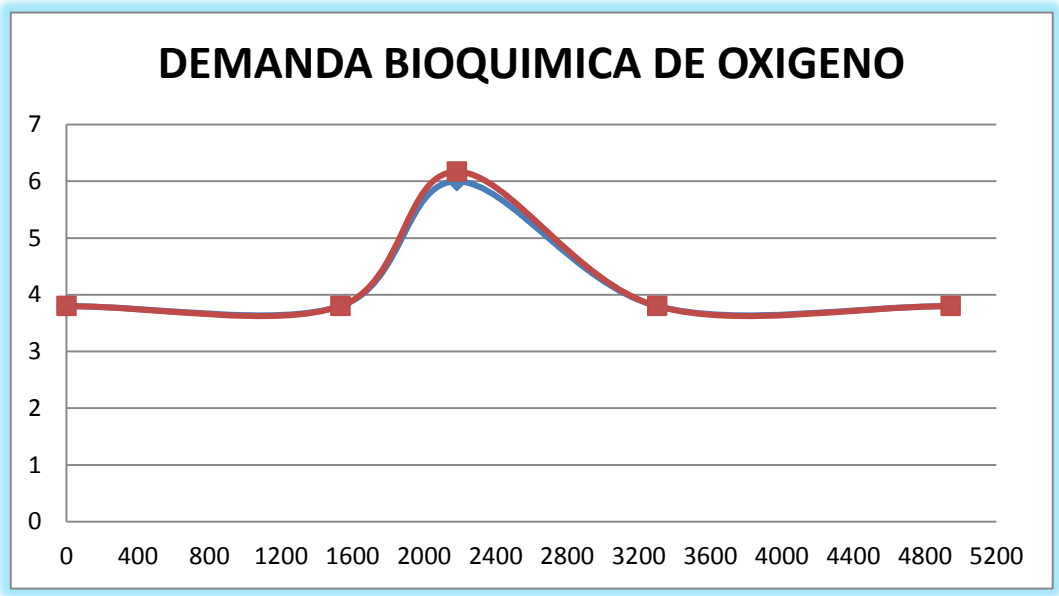
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

OXIGENO DISUELTO

Como se puede observar en el gráfico en el inicio de la quebrada Magdalena la cantidad de oxígeno disuelto está por encima los 7 mg/l por lo que se considera que es alto por lo tanto podemos decir que la contaminación es baja, los puntos que presenta la concentración más baja de OD son el Casco Urbano debido a la descarga directa del colector magdalena el cual recoge parte importante de aguas residuales de origen doméstico e industrial del municipio de Sandoná.

Con base en lo anterior podemos concluir la presencia de materia orgánica e inorgánica sin descomponer, lo cual hace que se presente una posible contaminación en estos puntos, también se puede observar que hay una alta dilución y/o asimilación al final del cauce debido a la topografía del cauce por la cual atraviesa la quebrada, también cabe resaltar la presencia de piedras durante el cauce y al aporte de aguas de las diferentes Quebradas Naturales lo que ayuda a que la cantidad de Oxígeno disuelto se incremente nuevamente, razón por la cual en la parte baja de la corriente fuente de estudio la contaminación disminuye considerablemente.

Grafica 46. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO



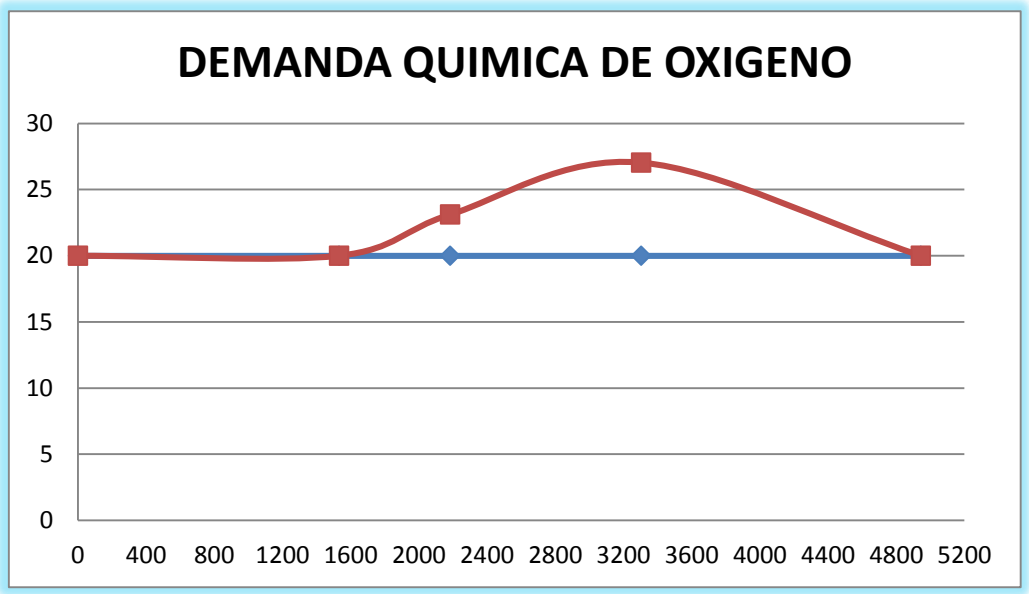
	A	***B***	***C***	***D***	***E***

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Como se observa en la gráfica la DBO sobre toda la quebrada magdalena se mantiene constante con niveles de contaminación aceptables a excepción del punto donde ingresa el colector magdalena el cual alimenta la quebrada con aguas residuales domesticas e industriales lo que nos evidencia que en este punto hay un bajo contenido de materia orgánica biodegradable, en los puntos del Casco Urbano del municipio de Sandoná la Demanda Biológica de Oxigeno aumenta debido al aporte de vertimientos y de Quebradas contaminadas que ocasionan que la materia orgánica biodegradable en estos puntos aumenten, finalmente en la parte baja de la quebrada la DBO vuelve a sus condiciones iniciales debido al aporte de

aguas de Quebradas Naturales al cauce principal ayudan a que haya una considerable dilución con respecto a la materia orgánica.

Grafica 47. DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO



	A	B	C	D	E

DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

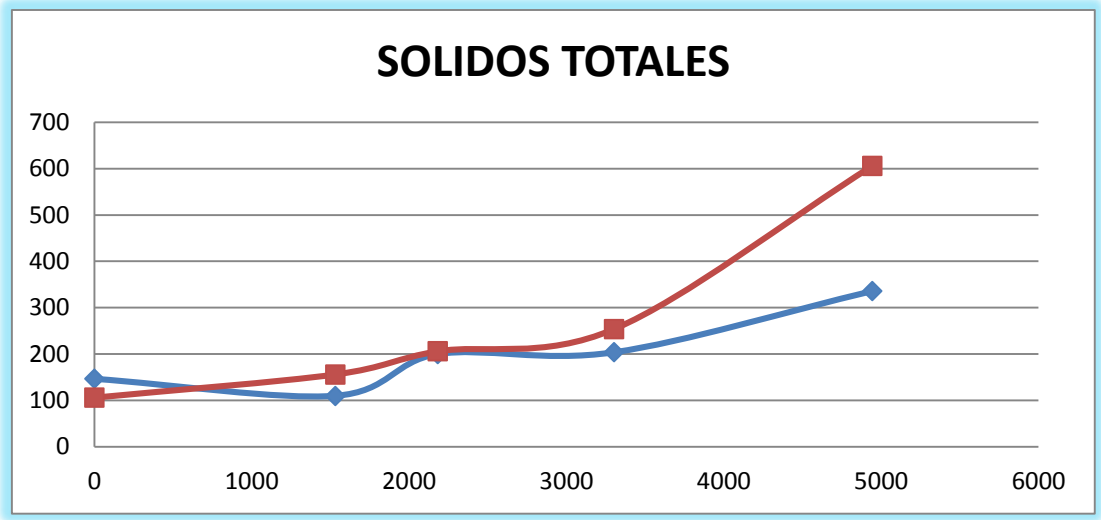
Es usado para medir la cantidad total de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales y cuerpos hídricos receptores de vertimientos.

Los valores reportados en las dos jornadas de muestreo realizadas sobre la quebrada Magdalena indican con respecto a la DQO que la calidad de la quebrada es aceptable a excepción del punto donde descarga el colector magdalena, como se indica en la gráfica el pico más alto se presenta en el punto después de dicha descarga.

calidad del aguas	agua pura	levemente contaminada	medianamente contaminada	muy contaminada	extremadamente contaminada
concentraciones ml/l	0 - 20	20 - 100	100 - 500	500 - 3000	3000 - 15000

Con base en lo anterior se puede concluir que la materia orgánica presente en el tramo en estudio, de acuerdo a los resultados de los dos muestreos se considera como “MATERIA ORGANICA POCO DEGRADABLE” ósea que posiblemente no puede ser utilizada por microorganismos para su alimentación, por lo que es improbable implementar procesos biológicos de depuración de aguas que funcionen correctamente.

Grafica 48. SOLIDOS TOTALES



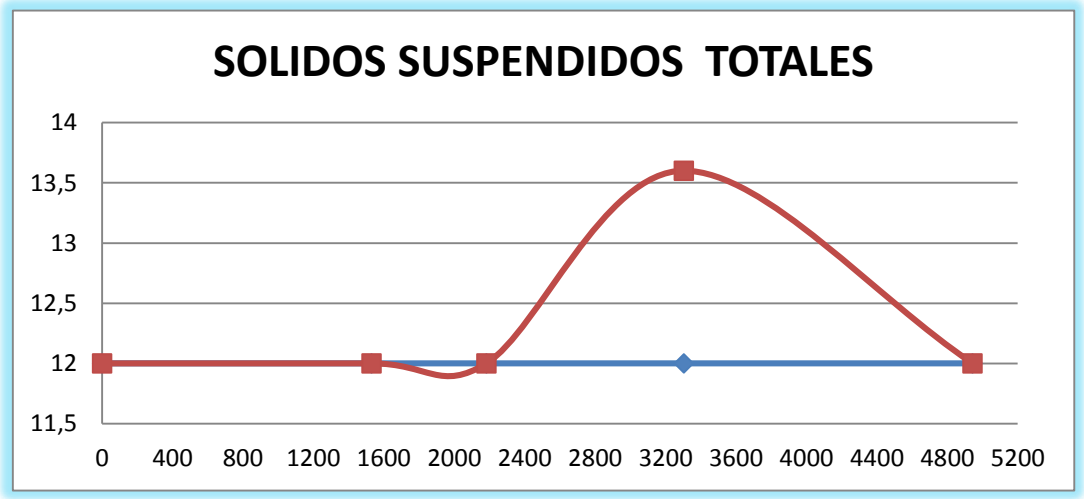
	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

SOLIDOS TOTALES

En la gráfica se observa un incremento en el punto ubicado en la entrada al casco urbano el cual se caracteriza por la presencia de gran cantidad de solidos proveniente del vertimiento del colector magdalena. De esta grafica también podemos decir que la quebrada tiene una buena capacidad de asimilación debido a las condiciones topográficas y por la confluencia de algunas quebradas que no presentan afectación antrópica que ayudan a que dicha fuente se recupere.

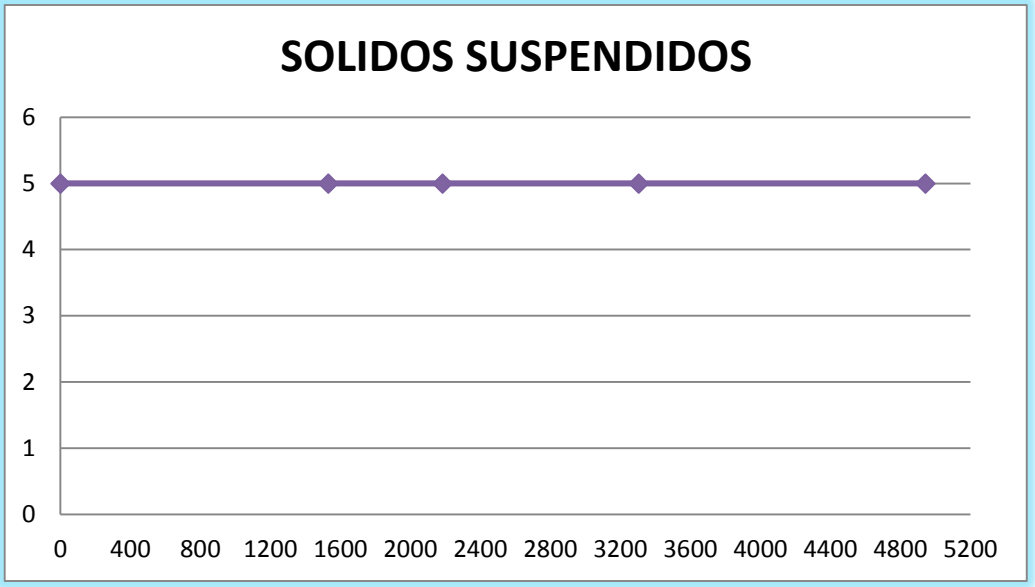
Grafica 49. SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES



	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

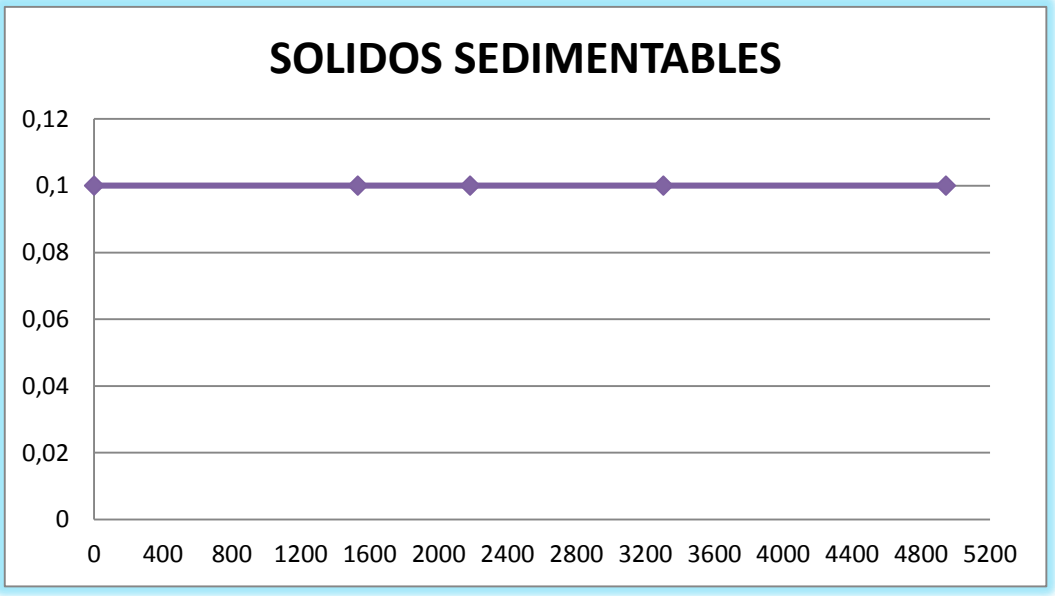
Grafica 50. SOLIDOS SUSPENDIDOS



	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

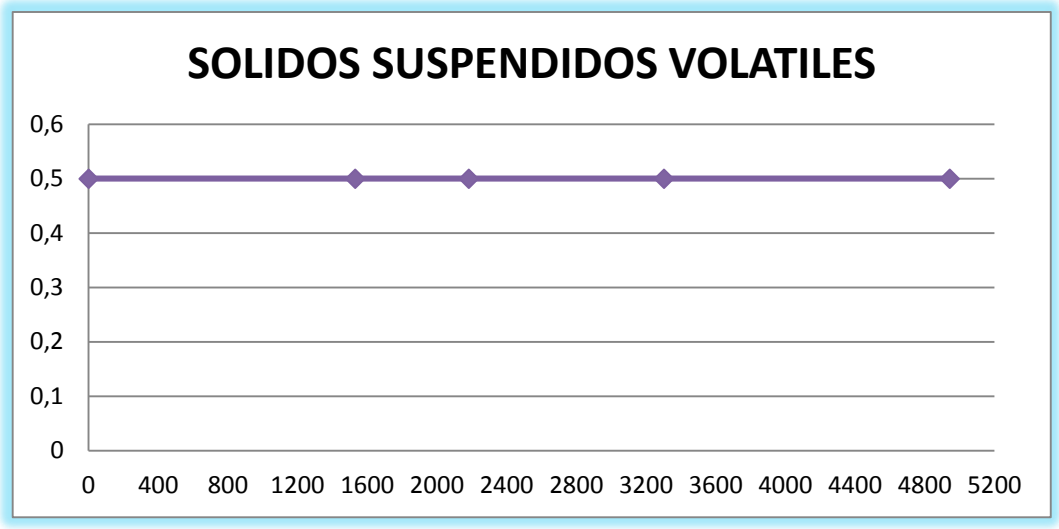
Grafica 51. SOLIDOS SEDIMENTABLES



	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 52. SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES

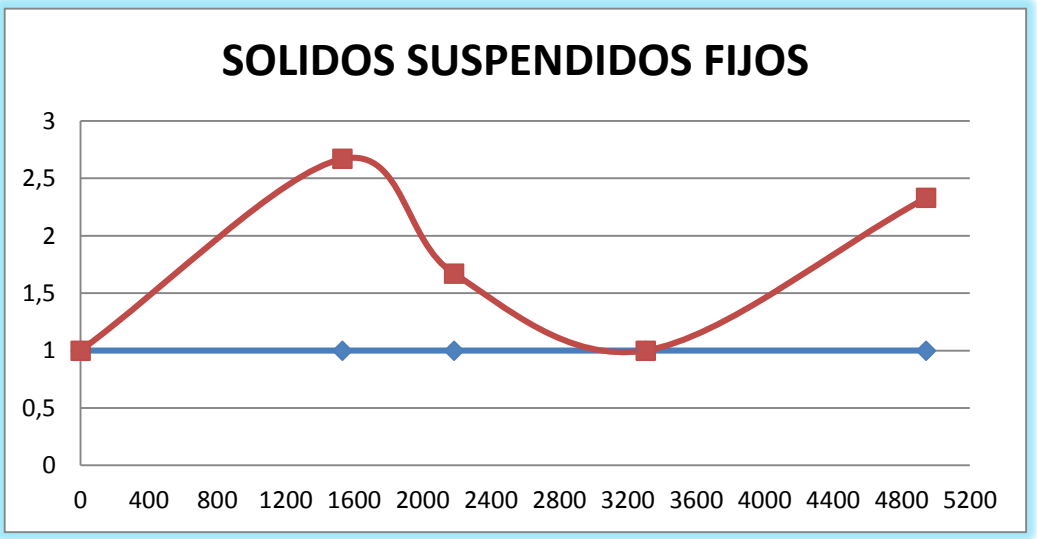


	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Con respecto a los sólidos podemos concluir de acuerdo con las gráficas que en la parte alta media y baja la presencia de solidos es constante según el reporte del laboratorio, ósea que se mantienen sobre el limite permisible de detección. Pero que de todas formas hay presencia de partículas las cuales son de tamaño pequeño, lo cual es lógico debido al arrastre a lo largo del cauce de partículas orgánicas e inorgánicas.

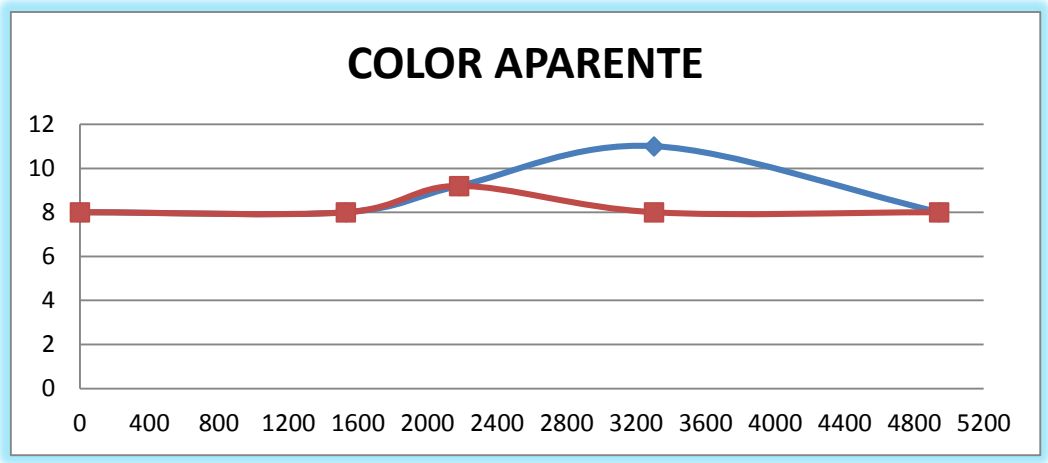
Grafica 53. SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS



	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 54. COLOR APARENTE



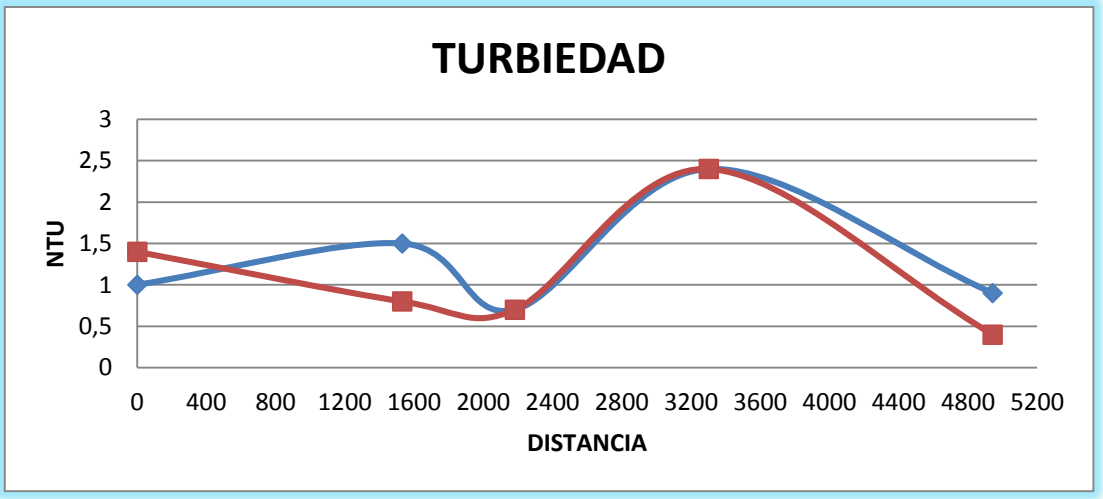
	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

COLOR APARENTE

Como podemos observar en la gráfica el color aumenta hasta llegar a un máximo en el punto después del Casco Urbano, lo cual se debe principalmente a la disolución de materiales vegetales y materia orgánica en proceso de descomposición, en los puntos finales el color disminuye hasta llegar aproximadamente al valor inicial, lo cual se debe principalmente al aporte de agua de Quebradas naturales. Es importante aclarar que los valores de color no son lo suficientemente significativos como para indicar problemas de contaminación debido a este parámetro.

Grafica 55. TURBIEDAD



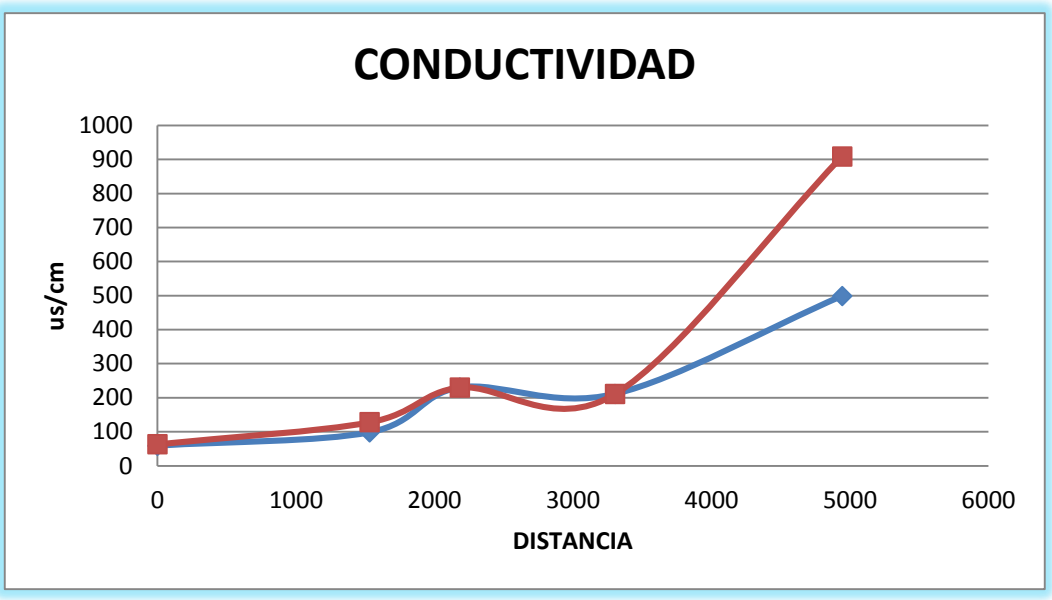
	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

TURBIEDAD

De acuerdo con la gráfica, el agua presenta una turbiedad alta después de las descargas del municipio de Sandoná a excepción del punto de inicio, lo cual nos indica la presencia de partículas en suspensión que impiden el paso de la luz. Es decir en esta agua puede haber presencia de óxidos de hierro, Zinc, Coloides y/o Solidos suspendidos.

Grafica 56. CONDUCTIVIDAD



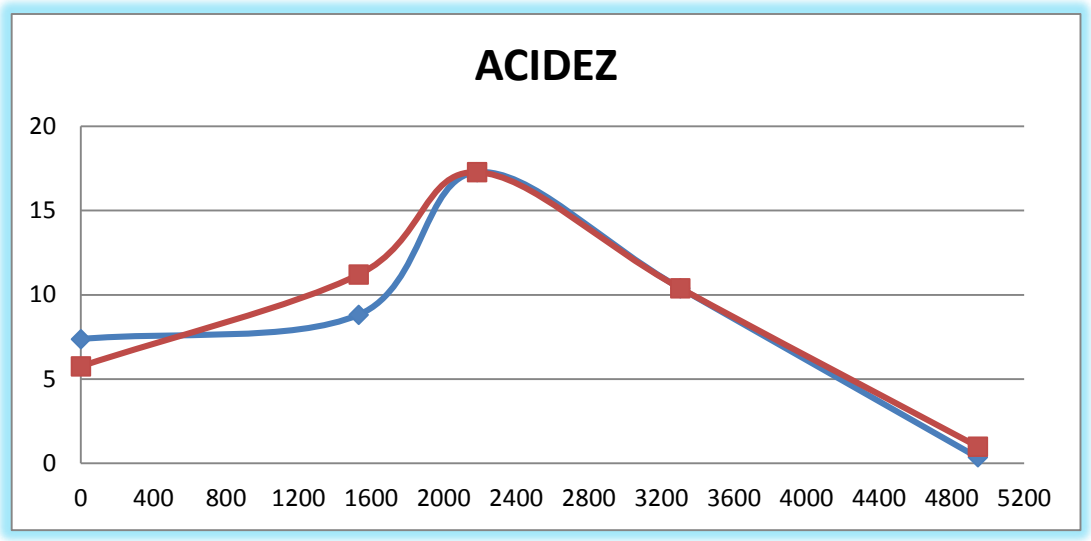
	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

CONDUCTIVIDAD

En la primera jornada de muestreo según el reporte de laboratorio la conductividad de las aguas analizadas tienen valores comprendidos entre 400 y 600 µS/cm. Con un valor medio de conductividad de 500 µS/cm, se concluye que el agua analizada tiene un contenido bajo de sales disueltas, pero que hace que en algunos lugares sea poco aceptable para muchas de sus aplicaciones. Hay que tener en cuenta que durante el primer y segundo muestreo hubo bastante actividad con respecto a la descarga de aguas residuales domésticas, con base en la anterior grafica nos indica que en la parte inicial y antes de la entrada al casco urbano del municipio de Sandoná el agua tiene un grado de contaminación mínima, debido a que esta zona no tiene mayor afectación antrópica dato que aumenta significativamente en el punto donde existe la descarga de todo el alcantarillado de la zona del casco urbano donde el grado de contaminación de la Quebrada Magdalena es alto.

Grafica 57. ACIDEZ



	A	***B***	***C***	***D***	***E***

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

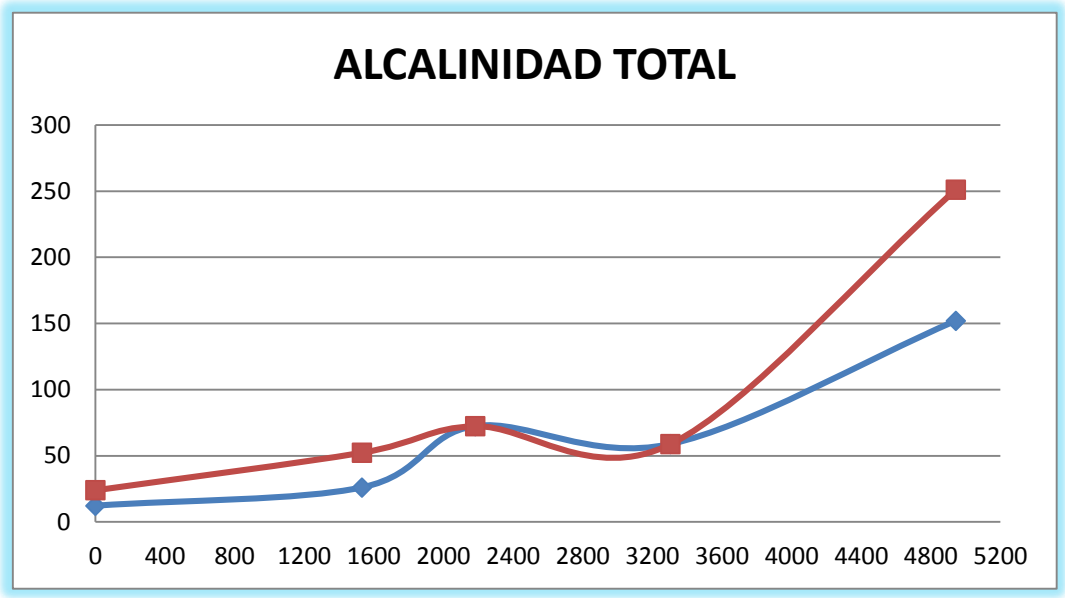
ACIDEZ

Como se observa en la gráfica anterior se observa que en la parte del casco urbano es una de las principales zonas donde se observa el aumento de acidez.

En cuanto a este parámetro es importante tener en cuenta que el vertimiento de aguas residuales domestica provenientes del sistema de alcantarillado es uno de los grandes influyentes en la variación en los resultados sobre el cauce principal, con un valor superior a 15 mg/l, esto debido a los continuos vertimientos que se están realizando de forma directa y sin ningún sistema de tratamiento antes de la descarga, ya que como se puede observar los niveles de acidez son altos con mayores concentraciones en el punto del descole de aguas residuales provenientes del colector magdalena.[26]

[26]Acidez, Disponible en internet: http://www.monografias.com/trabajos29/organismos-cuenca/organismos-cuenca.shtml, Noviembre 2013.

Grafica 58. ALCALINIDAD TOTAL



	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

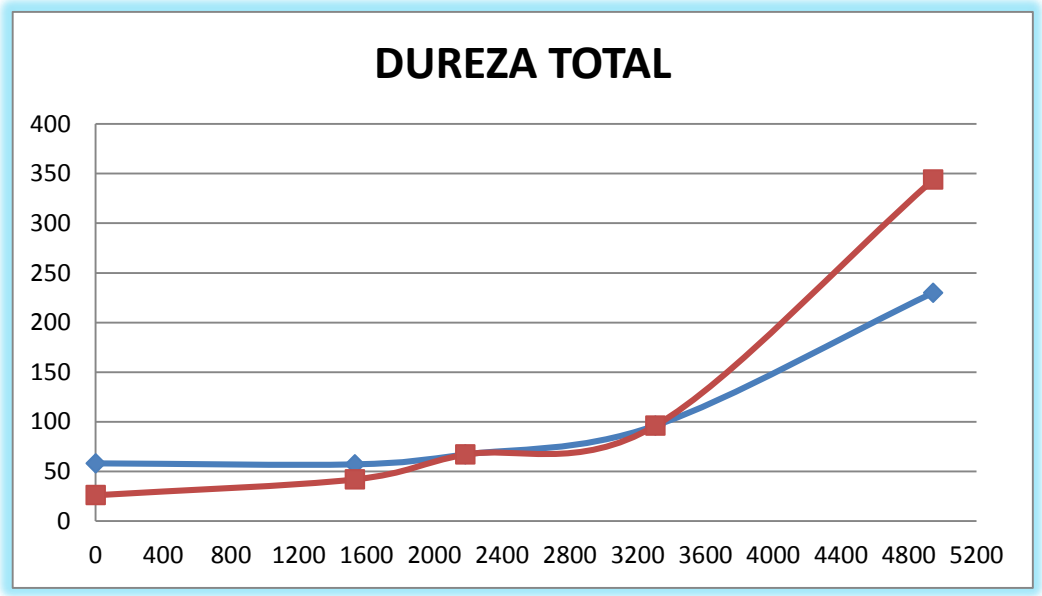
12.7 ALCALINIDAD TOTAL

La alcalinidad en el agua se expresa como la concentración equivalente de iones hidroxilo, en mg/l, o como la cantidad equivalente de $CaCO_3$, en mg/l. La alcalinidad, entendida como la concentración de metales alcalinotérreos, tiene importancia en la determinación de la calidad del agua para diferentes usos y es además, un factor importante en la interpretación y el control de procesos de purificación de aguas residuales.

En las aguas residuales la alcalinidad es útil porque proporciona un amortiguamiento para resistir los cambios de pH, como podemos observar en la gráfica el punto más crítico se presenta en el punto antes dela confluencia con el rio Guaitara donde aumenta considerablemente, además de todos los vertimientos domésticos del municipio.[27]

[27]ALCALINIDAD, Disponible en internet: http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alcalinidad.pdf, Noviembre de 2013.

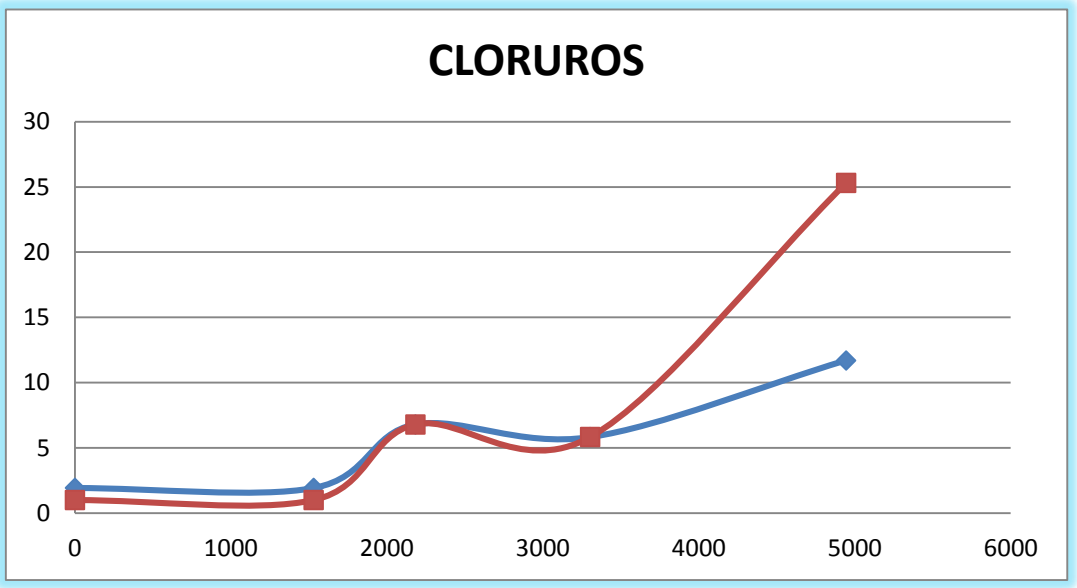
Grafica 59. DUREZA TOTAL



	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

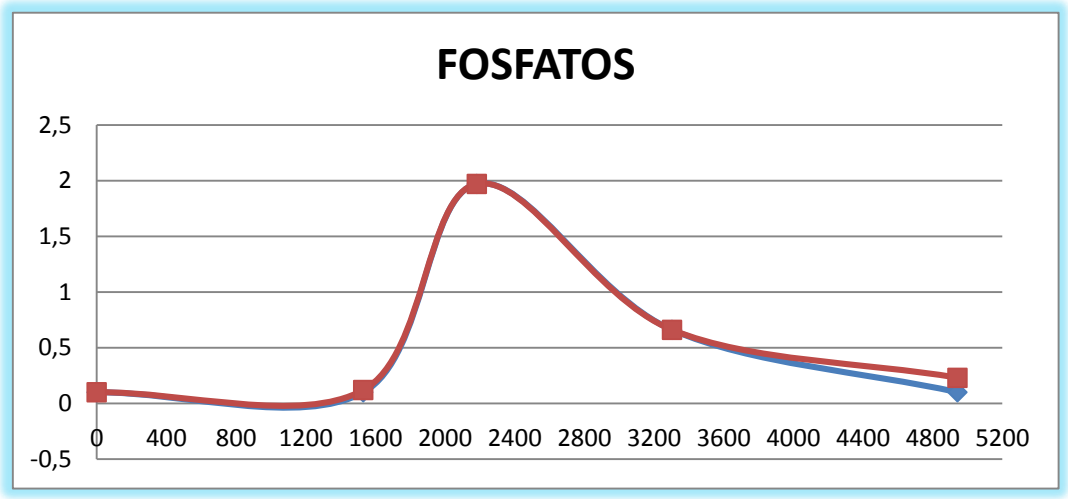
Grafica 60. CLORUROS



	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 61. FOSFATOS



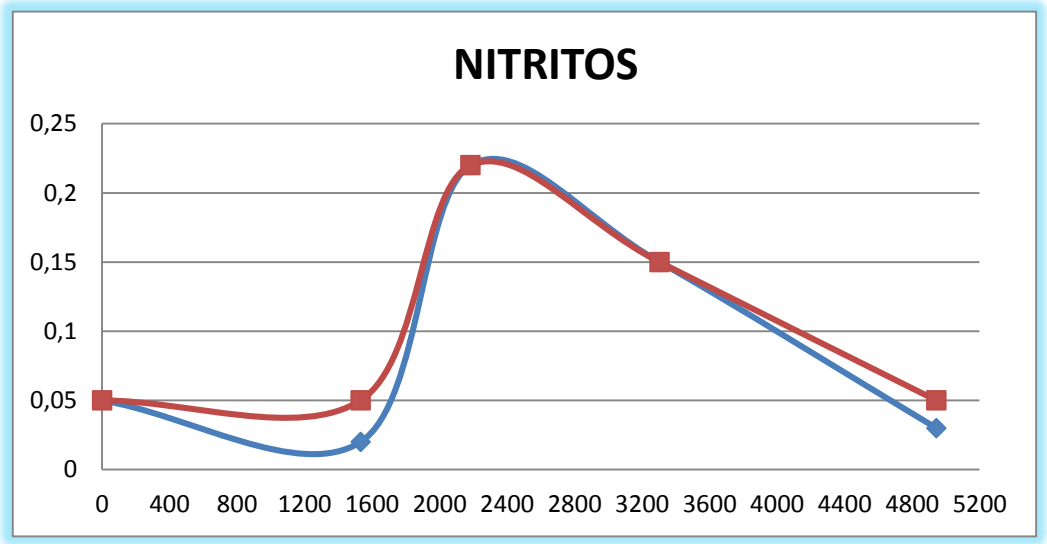
	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

FOSFATOS

La concentración de fosfatos en la mayor parte de la quebrada es baja, a excepción del punto después de las descargas del colector magdalena del municipio Sandoná que aunque es superior al límite permisible, es un punto en el cual se debe controlar la contaminación para evitar así que se presente vida acuática no deseada

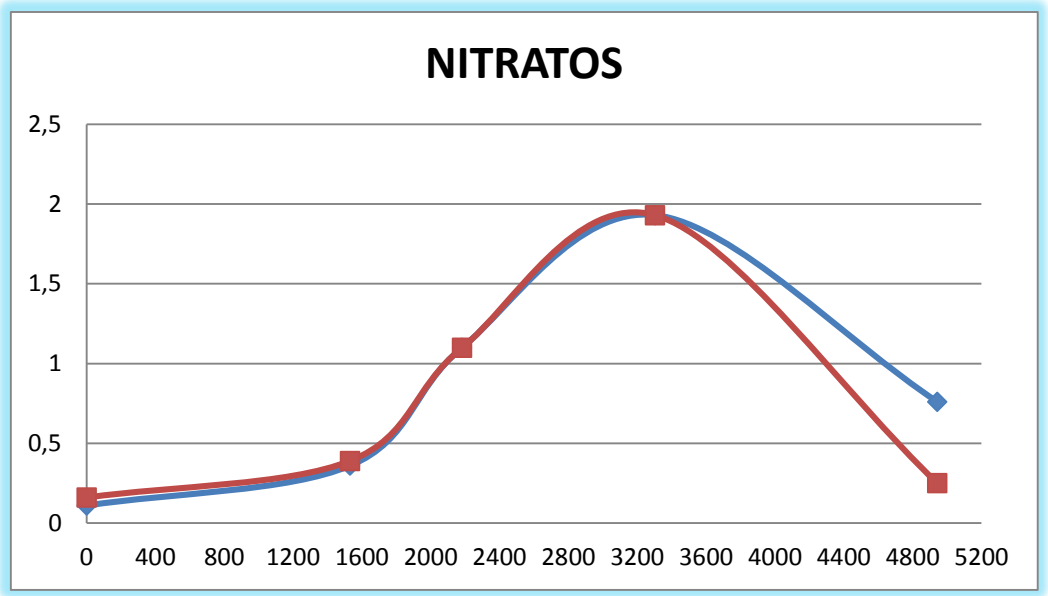
Grafica 62. NITRITOS



	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 63. NITRATOS



	A	***B***	***C***	***D***	***E***

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

NITRITOS Y NITRATOS

Con respecto a los nitritos y nitratos estos permiten una valoración de la calidad del agua y proporciona información sobre problemas medioambientales como la eutrofización o carencia de oxígeno en el agua. La norma marca 25 mg/L como valor de calidad para los nitratos.

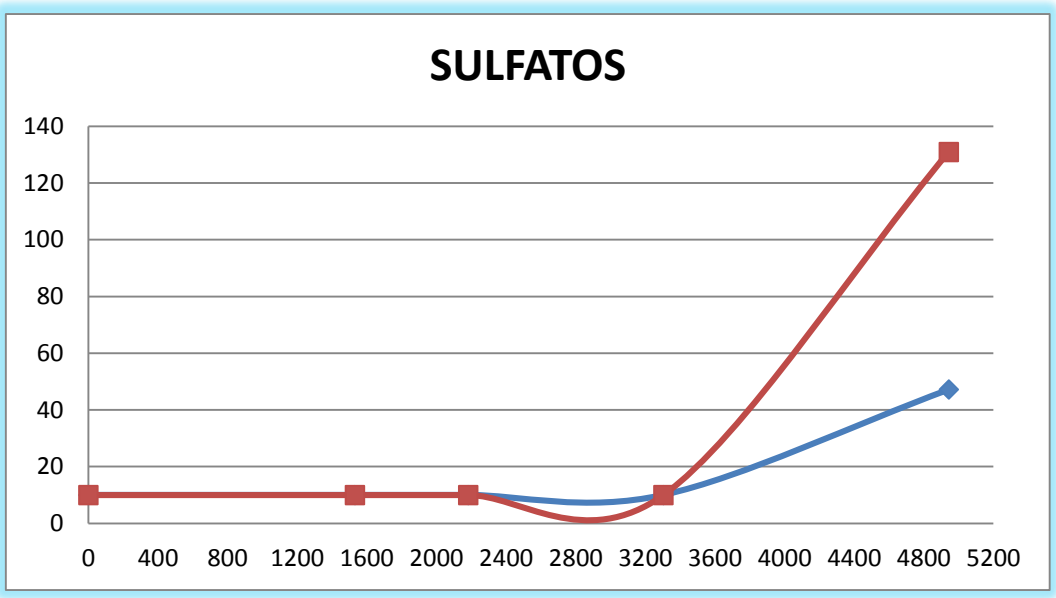
Por otra parte, constituyen parte de los nutrientes esenciales para muchos organismos autótrofos o fotosintéticos y en este sentido, su presencia en el agua, puede ocasionar fenómenos de eutrificación en ríos y lagos. La eutrificación es el crecimiento desmedido de algunas especies vegetales que cubren con un manto vegetal la superficie del agua, impidiendo de esta forma su oxigenación natural.

La presencia de estos en una fuente hídrica se da de forma natural y se ve incrementada por factores relacionados con actividades agrícolas (fertilizantes, herbicidas y plaguicidas que contengan nitrógeno), pecuarias (excretas de animales) y urbanas (vertimientos de aguas residuales). Estos tres factores se presentan a lo largo de la fuente, en los puntos A y B se deben principalmente a actividades de origen agrícola y pecuario y en los demás puntos a vertimientos urbanos. Los niveles en los que se presenta denotan una contaminación significante, valores mayores a 1 mg/l, por lo que las acciones de control deben apuntar a minimizar las causas de su presencia dentro de la fuente.

El comportamiento de estos elementos a lo largo de la fuente en los dos monitoreos da a entender que existen reacciones que transforman los nitratos en otros compuestos, estas reacciones se presentan en las zonas de vertimientos entre las estaciones C y D mientras los

niveles más bajos se encuentran en la zona alta de la fuente en las estaciones A y B donde existe no hay presencia de afectación antrópica.

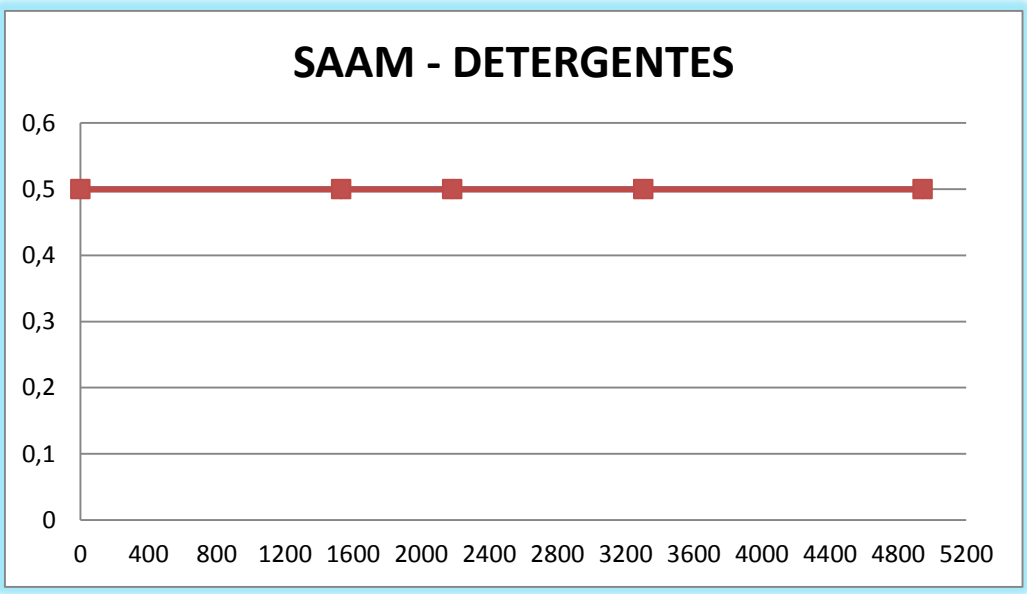
Grafica 64. SULFATOS



	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

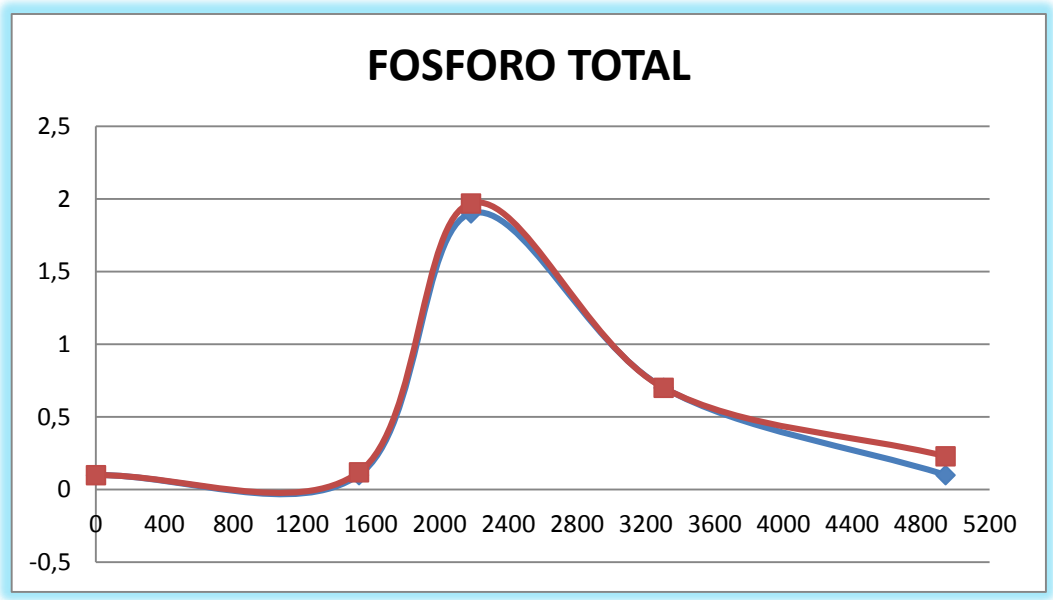
Grafica 65. DETERGENTES



	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 66. FOSFORO TOTAL



	A	B	C	D	E

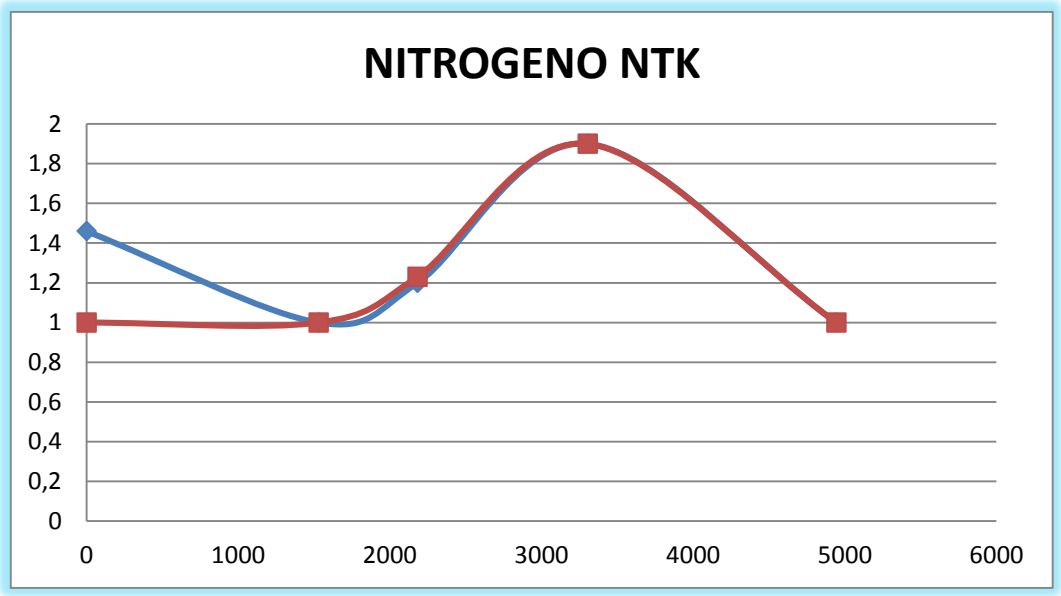
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

FOSFORO TOTAL

Con respecto al elemento fosforo, la presencia de este parámetro en un cuerpo de agua permite la formación de biomasa, la cual requiere un aumento de la demanda biológica de oxígeno para su oxidación aerobia, El fósforo, como el nitrógenos, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización. [28] En las gráficas anteriormente expuestas se observa que el comportamiento sobre la corriente fuente de estudio se ve alterada con un pico considerable en el punto de las descargas de aguas residuales domesticas provenientes del alcantarillado del municipio de Sandoná, situación que cambia aguas abajo debido al aporte de afluentes naturales que ayudan a que la corriente se recupere.

[28] FOSFORO TOTAL, Disponible en internet: http://www.monografias.com/trabajos29/organismos-cuenca/organismos-cuenca.shtml, Noviembre 2013.

Grafica 67. NITROGENO NTK



	A	B	C	D	E

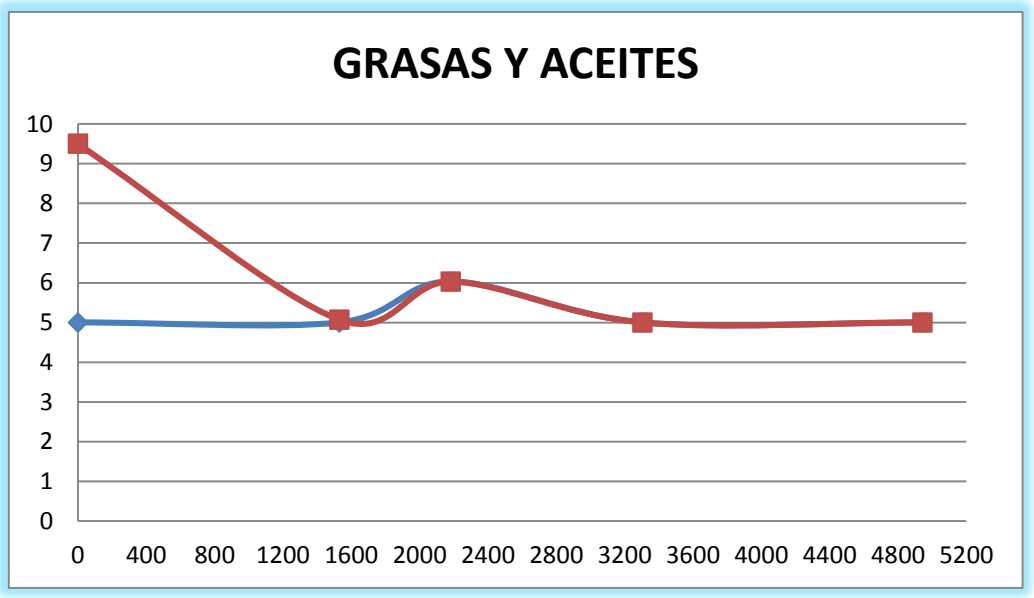
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

NITROGENO NTK

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

En la gráfica se presentan un pico de la concentración de Nitrógeno en la quebrada Magdalena, esta se presenta al final de todas las descargas del municipio de Sandoná, situación que es similar en las dos jornadas de muestreo debido posiblemente a un evento momentáneo ya que es coherente con la tendencia de los datos del segundo muestreo.

Grafica 68. GRASAS Y ACEITES



	A	B	C	D	E

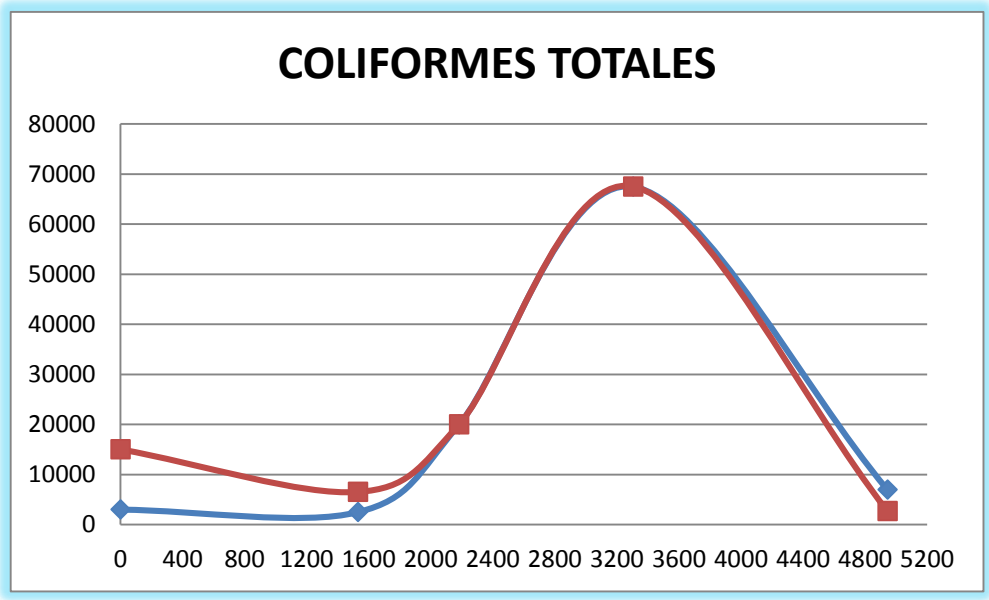
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

GRASAS Y ACEITES

Según los reportes de laboratorio en cuanto al parámetro grasas y aceite la gráfica nos indica que hay una variación en la parte del ingreso al casco urbano, debido al gran aporte de aguas residuales domesticas de parte del casco urbano del municipio de Sandoná que evidencia el pico más alto con una concentración de 6 ml/l lo que significa que tanto las grasas como los aceites se encuentran siempre presentes en las aguas residuales domésticas, debido al uso de manteca, grasas y aceites vegetales en cocinas. Otro factor que influye en el aumento de este parámetro es la presencia de estaciones de servicio debido al vertimiento sobre el cauce principal de aceites minerales derivados de petróleo, y son altamente indeseables, porque se adhieren a las tuberías, provocando su obstrucción.

Además las altas concentraciones en este parámetro provocan mal olor, forman espuma, inhiben la vida de los microorganismos, etc

Grafica 69. COLIFORMES TOTALES



	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

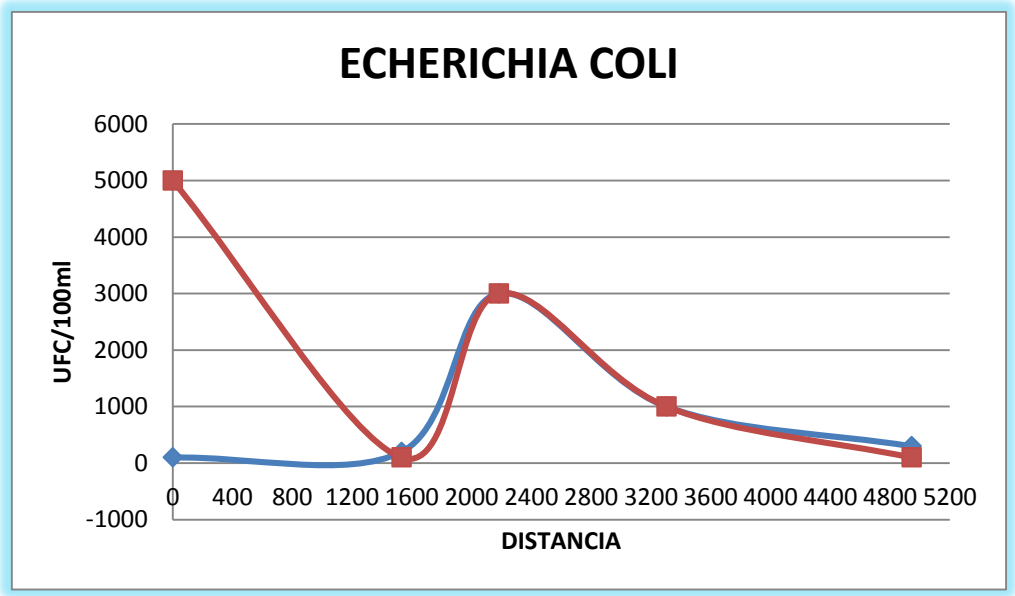
COLIFORMES TOTALES

Los Coliformes totales son un indicador claro de contaminación humana, el comportamiento de la fuente con referencia a este parámetro muestra un incremento en la medida que aumentan los vertimientos urbanos y una vez la fuente los asimila muestra una reducción hasta su parte final, esto quiere decir que existe una tasa de remoción pero que no es suficiente y presenta aun muchos riesgos para la salud humana y ambiental.

Este parámetro se convierte en parte fundamental para el establecimiento de usos potenciales de la fuente ya que su presencia limita las actividades productivas que puedan aprovechar el recurso, sobre todo actividades relacionadas con la agricultura y ganadería.

Existe una variación importante en las diferentes estaciones entre el muestreo uno y el dos por lo que es difícil establecer a ciencia cierta cuál de los dos se acerca a la realidad de la fuente sin embargo obtener unos datos de contaminación altos con respecto a este parámetro permite a futuro implementar soluciones técnicas que tengan en cuenta estos datos y se trabaje en consecuencia de ellos.

Grafica 70. ECHERICHIA COLI



	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

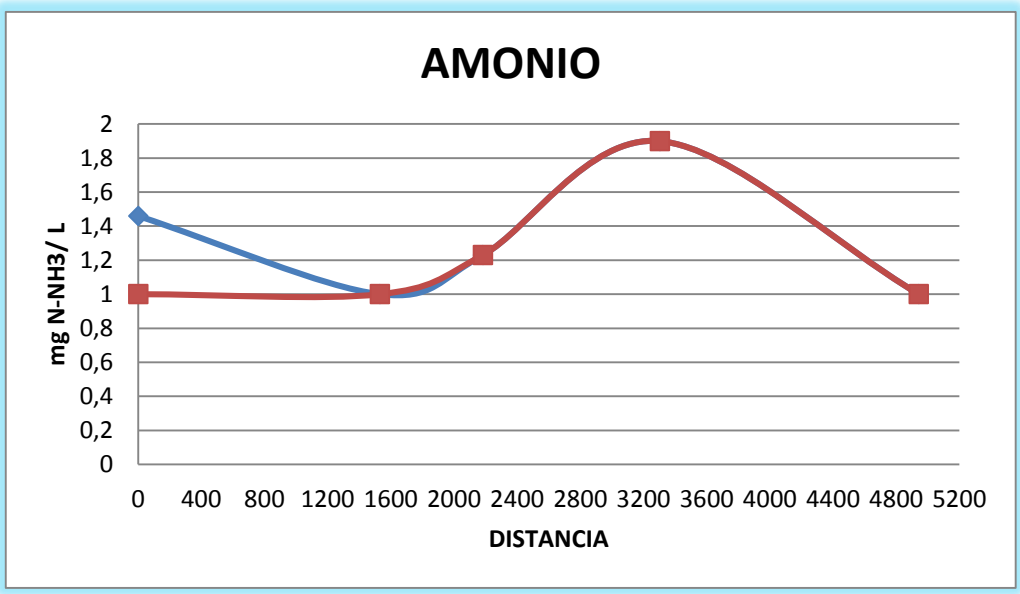
ECHERICHIA COLI

La bacteria en el agua representa un serio riesgo para la salud humana, ya que existen cinco cepas de E. coli patógenas que provocan brotes diarreicos severos en humanos y en animales. Entre ellas, se encuentra la variedad que produce la Colitis Hemorrágica y el Síndrome Urémico Hemolítico en humanos el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano.

La determinación de la presencia del grupo coliforme constituye el indicio más delicado y fidedigno de polución así como de la eficacia de la purificación y de la potabilidad del agua. Los resultados de laboratorio demuestran la contaminación por bacterias fecales señalando como en todos los anteriores parámetros el sector de la descarga de aguas residuales domesticas del municipio de Sandoná en el sector del box y del emisario villa del Rosario, donde se presentan aguas inapropiadas para el consumo humano arriesgando a la población a graves enfermedades. El valor admisible para agua potable es de <100 unidades formadoras de colonias (UFC).[29]

[29] ECHERICHIA COLI, Disponible en internet: http://www.unsj.edu.ar/revista/revista42/proyecto_agua.php, Noviembre 2013

Grafica 71. AMONIO



	A	B	C	D	E

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

AMONIO

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

Según los reportes de laboratorio y la tabla de pureza del agua observamos que se encuentran entre 1 y 2 mg/L lo cual quiere decir que en la parte alta de la quebrada Magdalena el agua tiene un grado de contaminación mínimo debido a que no hay asentamiento de usuarios pero que al mismo tiempo no sería apta para su consumo, por otro lado se identifica que en la zona urbana los datos se elevan considerablemente en el sector del colector magdalena debido a que en este punto existe la descarga de aguas residuales domesticas de parte del sector del casco urbano, cabe resaltar que el caudal es bajo y por ende no puede asimilar con rapidez este volumen de carga contaminante, por ende el agua en la zona baja no es apta para consumo humano.

13. INDICE DE CALIDAD QUEBRADA MAGDALENA (ICA)

13.1 INDICE DE CALIDAD (ICA)

Al igual que en la quebrada belén se evaluó la calidad de la quebrada Magdalena utilizando el método de índice de calidad del agua; este método es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de compararlo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no.[30]

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

- ✓ Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
- ✓ pH (en unidades de pH)
- ✓ Demanda Bioquímica de Oxigeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- ✓ Nitratos (NO3 en mg/L)
- ✓ Fosfatos (PO4 en mg/L)
- ✓ Cambio de la Temperatura (en ºC)
- ✓ Turbidez (en FAU)
- ✓ Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- ✓ Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

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

Cuadro 79. CLASIFICACION DEL "ICA"

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

[30]INDICE DE CALIDAD DEL AGUA, Servicio Nacional de Estudios Territoriales, San Salvador, El Salvador, Centro América

13.2 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA QUEBRADA MAGDALENA - PUNTO INICIAL

El sitio de muestreo, condiciones atmosféricas, el uso del suelo y la localización geográfica del punto en la Quebrada en estudio, fueron unos de los aspectos a tener en cuenta para determinar los índices de calidad del agua.

Con respecto al punto inicial el índice nos arroja que la calidad del agua en la parte alta es de buen estado con un valor de **83,41** esto es primero porque en esta zona existen afectación directa de algunos usuarios que puedan afectar el cauce principal, también porque hay un porcentaje mínimo de actividad pecuaria, con base en lo anterior se concluye que la quebrada Magdalena no está dentro del rango de un in dice de calidad de excelente estado. Además el aumento en los diferentes parámetros y otras variables son uno de los factores que influyen mucho a que la calidad en este en el punto no sea ideal debido a que en esta zona se presentan algunas zonas fracturadas que hacen que la quebrada tenga este tipo de condiciones. Hay que tener en cuenta que el caudal es aproximadamente 14,17 lps el cual ayuda para poder asimilar este tipo de concentraciones.

PARTE ALTA QUEBRADA MAGDALENA				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,6	95	0,12	1,727
SOLIDOS DISUELTOS	15	88	0,08	1,431
FOSFORO TOTAL	0,1	99	0,1	1,583
NITROGENO	1	99	0,1	1,583
OXIGENO DISUELTO	7,19	97	0,17	2,176
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2	98	0,1	1,582
COLIFORMES FECALES	100	50	0,15	1,798
TURBIEDAD	1,4	99	0,08	1,444
TEMPERATURA	15	60	0,1	1,506
			1	
			ICA	**83,41**

13.3 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA PUENTE RANCHO VIEJO

Con respecto al segundo punto identificado como puente rancho viejo el cual se lo caracterizo con el fin de determinar en qué condiciones la Quebrada Magdalena entra a tener contacto con los vertimientos domésticos e industriales de la parte norte del casco urbano del municipio de Sandoná en este punto tenemos un índice de calidad igual a **68,62** que según el código de colores que se manejan es de regular estado, esto se debe a que a pesar de que no existe afectación considerable por actividad pecuaria o agrícola, hay afectación por descargas de aguas residuales domesticas provenientes de algunas viviendas que no cuentan con servicio de alcantarillado, por otro lado existen algunos establos los cuales aportan carga contaminante sobre la corriente principal, con lo cual se sustenta que la calidad del agua sea regular.

PUENTE RANCHO VIEJO				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,41	74	0,12	1,676
SOLIDOS DISUELTOS	48,6	86	0,08	1,428
FOSFORO TOTAL	0,1	80	0,1	1,550
NITROGENO	1	98	0,1	1,582
OXIGENO DISUELTO	6,94	90	0,17	2,149
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3,8	77	0,1	1,544
COLIFORMES FECALES	200	45	0,15	1,770
TURBIEDAD	2	98	0,08	1,443
TEMPERATURA	16	25	0,1	1,380
			1	
			ICA	**68,62**

13.4 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA SECTOR VILLA CAFELINA

Con respecto al tercer punto de muestreo identificado como sector villa cafelina, este punto se lo caracterizo con el fin de determinar las condiciones fisicoquímicas de la Quebrada Magdalena después de tener contacto con el vertimiento de aguas residuales domesticas identificado en campo como colector final magdalena, en este punto tenemos un índice de calidad de agua igual a **56,29** que según el código de colores que se maneja la calidad del agua es regular, otro de los factores que influyen en este resultado es que no existe ningún tratamiento previo antes de la descarga, lo que origina que la calidad este en estas condiciones además del caudal y la topografía del terreno que hace que se recupere y asimile aguas abajo.

VILLA CAFELINA				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,41	87	0,12	1,709
SOLIDOS DISUELTOS	25	85,5	0,08	1,427
FOSFORO TOTAL	1,97	92	0,1	1,572
NITROGENO	1,23	93	0,1	1,573
OXIGENO DISUELTO	5,21	54	0,17	1,970
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	6,17	60	0,1	1,506
COLIFORMES FECALES	3000	20	0,15	1,567
TURBIEDAD	0,7	98	0,08	1,443
TEMPERATURA	17	27	0,1	1,390
			1	
			ICA	**56,29**

13.5 INDICE DE CALIDAD PUENTE SAN FRANCISCO

Con respecto al cuarto punto de muestreo identificado como la quebrada Magdalena después de todas las descargas urbanas y rurales, este punto se lo caracterizó con el fin de determinar las condiciones fisicoquímicas de la Quebrada Magdalena después de todas las descargas domesticas del alcantarillado del casco urbano del municipio de Sandoná, en este punto

tenemos un índice de calidad de agua igual a **70,17** que según el código de colores que se manejan la calidad del agua es regular, uno de los factores para fundamentar este valor es que es en esta zona la quebrada deja de recibir aportes de vertimientos de aguas residuales de origen doméstico, otro factor puede ser las condiciones topográficas ya que existen en la zona caídas de más de 4 metros que influyen mucho en la asimilación y posterior recuperación de la quebrada fuente de estudio.

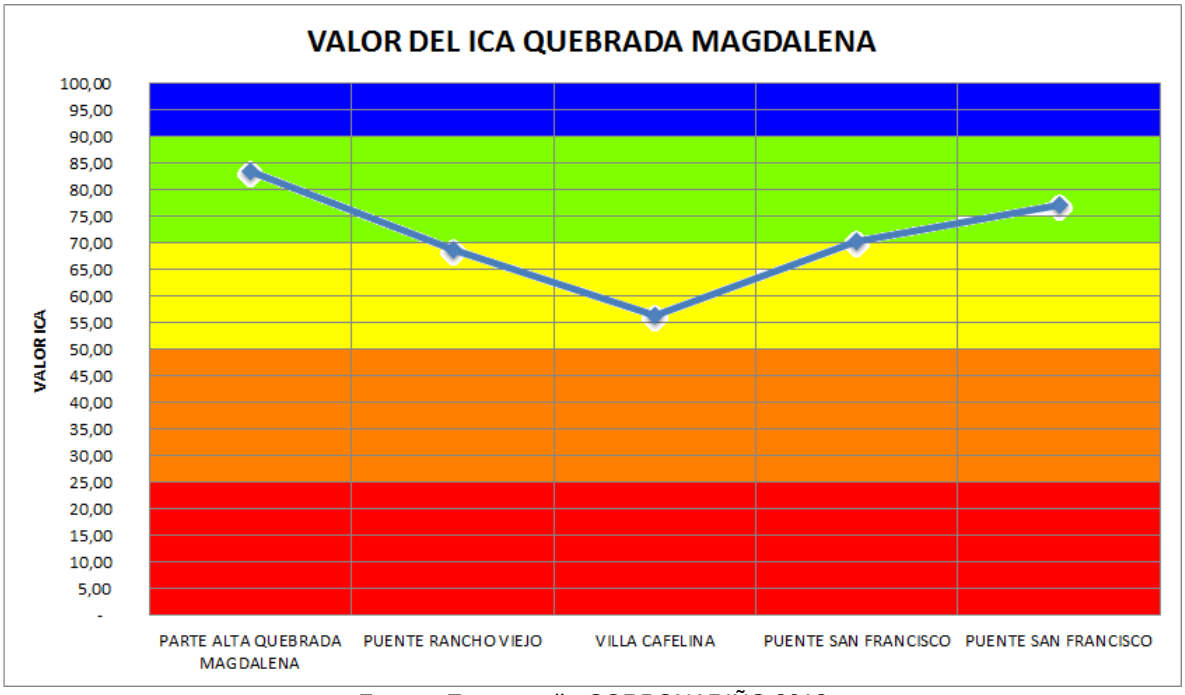
PUENTE SAN FRANCISCO				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,44	92	0,12	1,720
SOLIDOS DISUELTOS	31,6	87	0,08	1,429
FOSFORO TOTAL	0,7	72	0,1	1,534
NITROGENO	1,9	92	0,1	1,572
OXIGENO DISUELTO	6,9	92	0,17	2,157
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3	85	0,1	1,559
COLIFORMES FECALES	1000	25	0,15	1,621
TURBIEDAD	2,4	95	0,08	1,440
TEMPERATURA	18,8	61	0,1	1,508
			1	
	90,83		**ICA**	**70,17**

13.6 INDICE DE CALIDAD DEL AGUA QUEBRADA MAGDALENA ANTES CONFLUENCIA RÍO GUAITARA

Con respecto al quinto punto de muestreo identificado como antes de la confluencia entre la quebrada Magdalena y el rio Guaitara, este punto se lo caracterizo con el fin de determinar las condiciones fisicoquímicas de la Quebrada Magdalena después de la confluencia de tosas las descargas del casco urbano y de algunos afluentes naturales, en este punto tenemos un índice de calidad de agua igual a **76,97** que según el código de colores que se manejan para los ICA la calidad del agua es Buena, en este punto cabe resaltar que dicha quebrada llega con un caudal de 54 LPS debido a que en el trayecto aguas abajo sobre el cauce principal hay influencia de afluentes naturales que ayudan a que haya una gran asimilación en cuanto a condiciones del recurso hídrico.

QUEBRADA MAGDALENA ANTES CONFLUENCIA RÍO GUAITARA				
Parametro	**V. Medido**	**Subindice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,45	91	0,12	1,718
SOLIDOS DISUELTOS	121	84	0,08	1,425
FOSFORO TOTAL	0,2	98	0,1	1,582
NITROGENO	1	99	0,1	1,583
OXIGENO DISUELTO	98,11	100	0,17	2,188
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3	99	0,1	1,583
COLIFORMES FECALES	100	55	0,15	1,824
TURBIEDAD	0,4	95	0,08	1,440
TEMPERATURA	17	25	0,1	1,380
			1	
			ICA	**76,97**

Grafica 72. COMPORTAMIENTO DE ICA SOBRE CAUCE PRINCIPAL QUEBRADA MAGDALENA



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Modelo de Simulación Qual2KW:

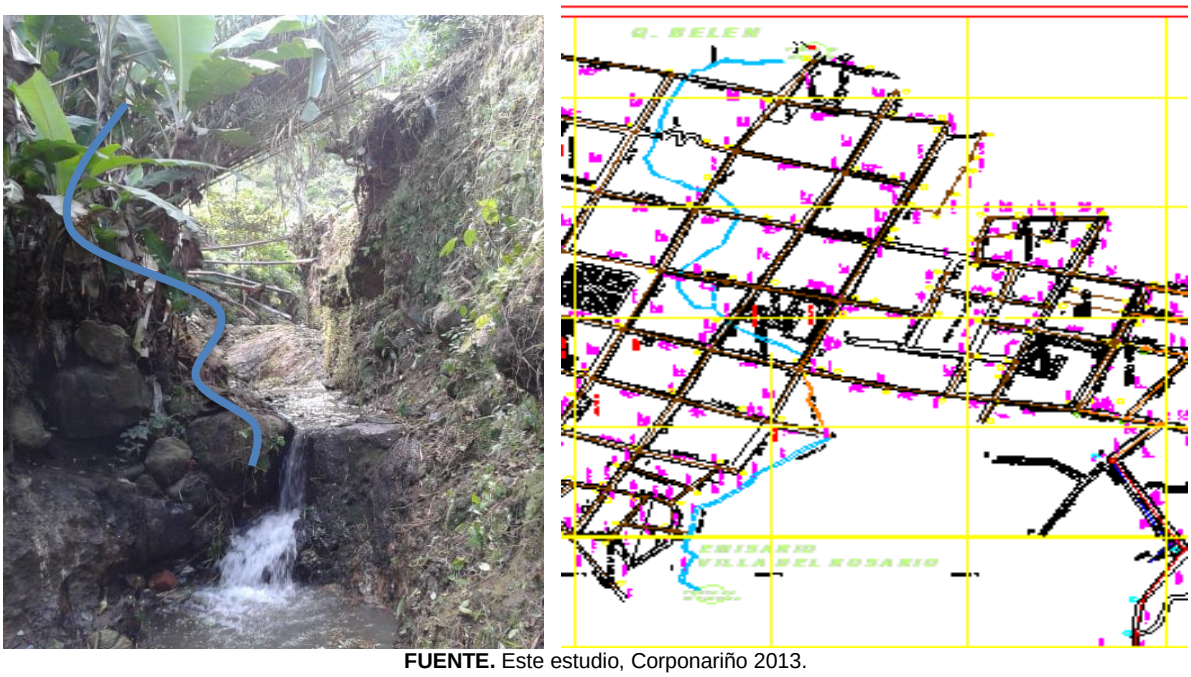
Este programa ejecuta un balance de masas donde considera el transporte del vertimiento, la dispersión longitudinal y el movimiento de masa a lo largo del cauce principal, está estructurado como un programa computacional desarrollado en una interface de Microsoft Excel, el cual es programado en lenguaje Visual Basic. Excel es usado como la interface gráfica del usuario en la cual se alimentan los datos de entrada, se corre el modelo y se puede observar los resultados del mismo.

Con el fin de modelar la calidad del agua de la Quebrada Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná, se realizó el análisis de transporte de contaminantes teniendo en cuenta el balance que ha capacidad de asimilación de un vertimiento puntual y la calidad del agua del mismo, y que para este caso se acondicionaron y ajustaron bajo parámetros específicos de esta fuente hídrica, rigiéndose por los requerimientos del Decreto 3930 de 2010 (cuyos límites todavía están regidos por el Decreto 1594 de 1984) y la Guía Ambiental para la Formulación de Planes de Tratamiento de Efluentes Industriales, desarrolladas por el Ministerio del medio Ambiente.
Sin embargo durante el proceso se hizo necesario la realización de dos jornadas de muestreo con el fin de evaluar el comportamiento fisicoquímico de la fuente receptora de vertimientos

MORFOLOGIA CORRIENTE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA BELÉN

El cauce principal de la Quebrada Belén por su geometría se define como meandrico dado las condiciones físicas entre sus zonas son de forma ondula como se muestra a continuación:

Figura 42. MORFOLOGIA QUEBRADA BELÉN



FUENTE. Este estudio, Corponariño 2013.

Figura 43. MORFOLOGIA QUEBRADA MAGDALENA



FUENTE. Este estudio, Corponariño 2013.

HIDRAULICA DE LA CORRIENTE

Sobre las corrientes principales quebrada Belén y Magdalena se realizó una prueba de trazadores en cada fuente: para la primera corriente que corresponde a la Quebrada Belén la prueba de trazadores se la realizó sobre el box culvert del municipio de Sandoná, se escogió este punto en compañía del profesional especialista en modelación de recurso hídrico debido a que se quería conocer la capacidad de dilución que tiene la quebrada fuente de estudio al recibir las aguas residuales de origen doméstico y por donde pasa la quebrada en mención, la otra prueba de trazadores se la realizó en el sector del puente rancho viejo debido a las condiciones topográficas ya que en la parte baja por logística fue muy difícil. Además sobre estos mismos puntos se realizó un perfil transversal del tramo en el cual se llevó a cabo las pruebas de trazadores.

MODELO DE CALIDAD DE AGUAS

La preservación de los sistemas hídricos y de la calidad de sus aguas es una constante preocupación para los investigadores que buscan mitigar las consecuencias de la acción humana sobre el medio ambiente. La multiplicidad de usos de los recursos hídricos, asociada a una característica de recurso natural renovable y también finito, define un escenario que refleja una gran complejidad de relaciones para su preservación.

La política nacional de conservación de los recursos naturales establecida en Colombia es una importante herramienta legal para la gestión en la conservación de los cursos de agua y como apoyo a este propósito surgen los modelos matemáticos o programas computacionales, los cuales son utilizados como soporte en la decisión entre alternativas de gestión o uso, o como agentes facilitadores en este proceso.

Los modelos matemáticos son técnicas que permiten representar alternativas propuestas y simular condiciones reales que podrían ocurrir dentro de una franja de incertezas, inherente al conocimiento técnico-científico. Estos modelos se proponen explicar las causas y efectos de los procesos en el medio ambiente, diferenciar las fuentes antrópicas de las fuentes naturales de contaminantes, evaluar la eficiencia de los programas de gestión ambiental, determinar un tiempo o una distancia de recuperación de un cuerpo de agua con el objeto de implementar un programa de reducción de contaminantes, entre otras.

Un modelo matemático de calidad de agua debe ser visto como una herramienta valiosa para evaluar las alternativas propuestas por los planificadores y cuestionadas por la población. La evaluación de la calidad de agua en sistemas complejos, involucra el conocimiento de todos los procesos y ecosistemas de los cuales dependen, lo cual es fundamental para que los resultados de los modelos sean representativos y puedan ser evaluados de forma adecuada.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL MODELO DE CALIDAD DE AGUA

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

Para el desarrollo de este proyecto el modelo seleccionado fue el "River and Stream Water Quality Model- Qual2Kw" versión 5.1, desarrollado por la división de investigación en ecosistemas de La Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos EPA y Tufts university, selección que fue realizada considerando aspectos como:

Definición del Problema a Estudiar.

Características Generales del modelo de simulación: tipos de procesos, tipos de métodos de solución, tipo de cuerpo de agua, dimensión, Estado, tipo de transporte y tipo de cuenca, principalmente.

Capacidad Técnica y Económica del equipo desarrollador: Entrenamiento necesario, manuales de usuario disponibles, facilidad de modificación del código fuente, antecedentes de aplicación en regiones similares y costo, entre otros.

En definitiva el modelo debe estar en la capacidad de:

Simular los parámetros básicos de calidad de agua como oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, ciclo del nitrógeno y del fósforo, principalmente, además de tener en cuenta la reducción de la concentración de contaminantes por el efecto de entradas de flujo al cauce principal.

Ser flexible, es decir, poder adaptarse a las condiciones de diferentes corrientes, puesto que sería algo no viable económico y técnicamente utilizar un modelo de simulación diferente para cada corriente.

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

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

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

Ser congruente con la información de entrada disponible y tener la capacidad de aprovechar la información actual e histórica de tipo climatológica, hidrológica y de calidad de aguas31.
CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MODELO

Dentro de las principales características del modelo Qual2K se encuentran:

- Modelación unidimensional (en dirección del flujo de la corriente).
- El cauce o canal es considerado vertical y horizontalmente bien mezclado.

[31] LOZANO G.,ZAPATA, M.A. y PEÑA, L.E (2003). Selección del Modelo de Simulación de Calidad de Agua en el Proyecto "Modelación de Corrientes hídricas Superficiales en el Departamento del Quindío". CIDERA Grupo de Investigación, desarrollo y estudio del recurso hídrico y el ambiente, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

- Qual2Kw Funciona bajo condiciones hidráulicas en estado estacionario y el flujo es simulado bajo condiciones estacionarias no uniformes.

- Qual2Kw simula sistemas hídricos de tipo dendrítico, es decir; aquellos donde la simulación se extiende no solo a la corriente principal, sino también a corrientes tributarias.

- El modelo simula los siguientes parámetros: Conductividad, Sólidos Suspendidos Inorgánicos, Oxígeno Disuelto, DBO rápida, DBO lenta, Nitrógeno Orgánico Disuelto, Nitrógeno Amoniacal, Nitratos, Fósforo Orgánico Disuelto, Fósforo Inorgánico, Fitoplancton (algas en el seno de la corriente), Detritus(Materia Orgánica Particulada), Patógenos, Alcalinidad, Carbono Orgánico Total, Algas de fondo, pH, Temperatura y Caudal.

- El modelo acepta entradas puntuales y no puntuales de cargas contaminantes y caudales.

- El programa ha sido desarrollado en ambiente Windows mediante, los cálculos de tipo numérico son programados en Fortran 90. Para la interfase gráfica se utiliza Excel y todas las operaciones con el usuario se efectúa bajo Microsoft Office macro language: Visual Basic For Applications.

- La corriente es representada como una sucesión de pequeños tramos o segmentos llamados elementos computacionales, a través de los cuales se efectúan los correspondientes balances de masa, flujo y calor, que finalmente se traducen en curvas que muestran la variación de los parámetros modelados a lo largo de la corriente. Dichos elementos computacionales pueden ser de tamaños distintos.

- Qual2Kw utiliza dos formas para representar el carbono orgánico, siendo éstas: DBO rápida (o materia orgánica degradable rápidamente) y DBO lenta (o materia orgánica degradable lentamente).

- Qual2Kw simula condiciones de anoxia reduciendo a cero las tasas de oxidación. Bajo estas condiciones la denitrificación es modelada como una reacción de primer orden lo cual llega a ser un proceso importante.

- Tiene en cuenta las interacciones entre los sedimentos y el agua. De esta forma el flujo de oxígeno disuelto y nutriente entre ambas fases es simulado como una función de factores tales como: la velocidad de sedimentación de las partículas orgánicas, las reacciones dentro de los sedimentos y la concentración de componentes en el agua.

- El modelo simula explícitamente la influencia de las algas de fondo.

- La extinción de la luz en la corriente es simulada como una función de la concentración de algas, detritus y material inorgánico.

- El pH del río es calculado con base en la cantidad de alcalinidad y de carbono inorgánico total disponible a través de la corriente.

- La remoción de patógenos es determinado como una función de la temperatura, la luz y la sedimentación[32]

Abstracciones Conceptuales Del Modelo

A continuación se describen los principales elementos conceptuales referidos a la representación de corrientes y a los procesos desarrollados en ellas.

- Configuración de Corrientes y Segmentación

Una corriente hídrica superficial mediante el modelo de calidad de aguas Qual2k es representada por una serie de tramos sucesivos denominados elementos computacionales, los cuales se caracterizan por comportarse como reactores completamente mezclados que están unidos unos a otros por medio de fenómenos asociados al transporte de solutos.

La unión de dichos elementos computacionales considerando similitud hidráulica entre ellos dan origen a la conformación de tramos, los cuales son segmentos de un orden de magnitud mayor al de los elementos computacionales y los cuales tiene como función diferenciar ciertos sectores de la corriente con el fin de identificar las diferencias que puede haber en cada uno de ellos.

- Balance De Flujo

El modelo Qual2Kw trabaja bajo régimen estacionario, o sea que el flujo entrante y saliente en cada uno de los elementos computacionales en análisis se mantiene constante a través del tiempo. El modelo conceptual de dicho balance es representado a continuación.

El tiempo de viaje por su parte es determinado con base en la sumatoria de los tiempos de residencia del flujo en cada uno de los elementos computacionales definidos a lo largo de la corriente, lo cual es representado mediante las siguientes ecuaciones:

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

Donde,

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

[32]CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

Figura 44. CONFIGURACIÓN DE CORRIENTES HÍDRICAS SUPERFICIALES.

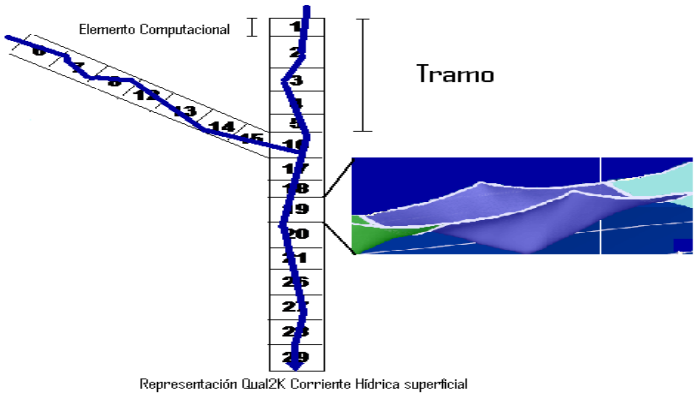
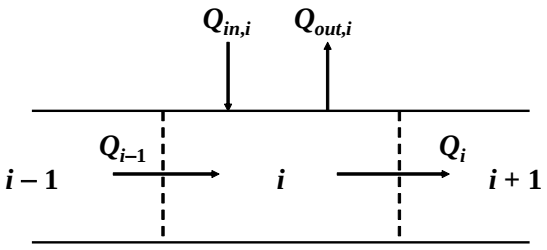


Figura 2. Esquema de Balance de Flujo



En donde,

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

Qi: Caudal de Salida del Elemento computacional; Qi-1: Caudal de Entrada del Elemento Computacional; Qin,i:Entrada de Caudal neto lateral por fuentes puntuales y difusas; Qout,i: Salida de Caudal neto lateral por Fuentes puntuales y difusas

- Características Hidráulicas

Las características hidráulicas del sistema están asociadas a como el Qual2K una vez realizado el balance de flujo hace para calcular el tirante y la velocidad en los elementos computacionales. Este modelo tiene tres formas posibles entre las cueles se encuentran: Vertederos, Curvas de relación y las ecuaciones de Manning, siendo estas dos últimas las utilizadas en el río Pasto para su definición. Utilizándose la primera de ellas para los cauces irregulares y la segunda para los tramos canalizados tal como la quebrada Belén dentro de la zona urbana. Las principales ecuaciones que rigen este comportamiento hidráulico son:

Curvas de Relación

$$U = aQ^b$$

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

Donde *a, b,* α *y* β son constantes empíricas, *H* es la profundidad media de la corriente y *U* la velocidad media de la misma.

Ecuaciones de Manning

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

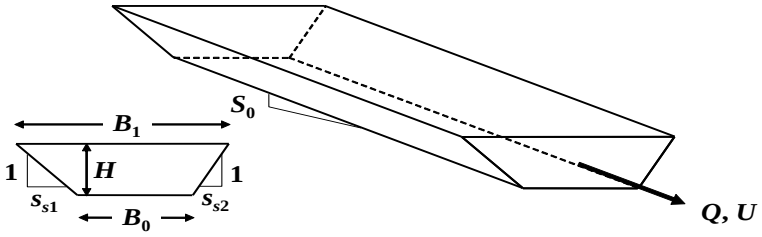
$$A_c = [B_0 + 0.5(s_{s1} + s_{s2})H]H$$

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

En donde,

Q: Caudal; Ac: Área Transversal; P: Perímetro Mojado; So: Pendiente Longitudinal, B1: Ancho Superficial; H: Tirante; Ss: Pendiente de talud. Tal como se muestra en la figura 45.

Figura 45. ESQUEMA DE VARIABLES DE LA ECUACIÓN DE MANNING.



Con respecto a la dispersión longitudinal entre elementos el modelo da la posibilidad de ingresar valores estimados previamente, en caso de que no sean incorporados dichos valores el Qual2Kw asume o lo calcula con base en la siguiente expresión:

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

La cual fue desarrollada por Fisher en 1979, en donde:

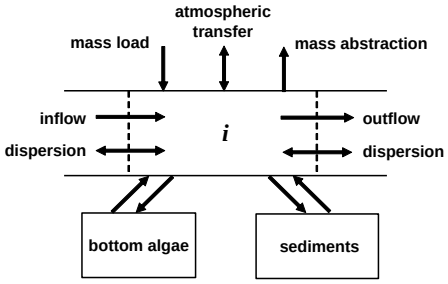
$E_{p,i}$ = Dispersión Longitudinal entre elementos; U_i = Velocidad (m/s); B_i = Ancho superficial (m); H_i = Tirante medio (m); U_i^* = Velocidad de Corte (m/s).

- Balance de Masa

El balance de Masa planteado por el Qual2K trabaja con la unidad fundamental denominada "elemento computacional", el modelo considera la siguiente ecuación general de balance para cada constituyente, el cual involucra los fenómenos de transporte (difusión, advección,

dispersión), consumo o generación de constituyentes por reacciones químicas o bioquímicas y la generación o pérdida de nutrientes por fuentes externas o internas (descargas puntuales, captaciones y sedimentación, entre otros.). El modelo conceptual planteado se refleja mediante la figura 46.

Figura 46. ESQUEMA DE BALANCE DE MASA.



Siendo,

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\partial(A_x D_L \partial C / \partial x)}{\partial_x} d_x - \frac{\partial(A_x uC)}{\partial x} d_x + \frac{(A_x d_x) dC}{dt} + Si$$

En donde,

M: masa; x: distancia; t: tiempo; C: concentración; Ax: área transversal; DL: coeficiente de dispersión; u: velocidad media; Si: fuentes o sumideros.

Considerando que la Masa es igual a la concentración por el volumen y que el modelo asume que la corriente posee un flujo en estado estacionario, entonces la ecuación (10) se convierte en:

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

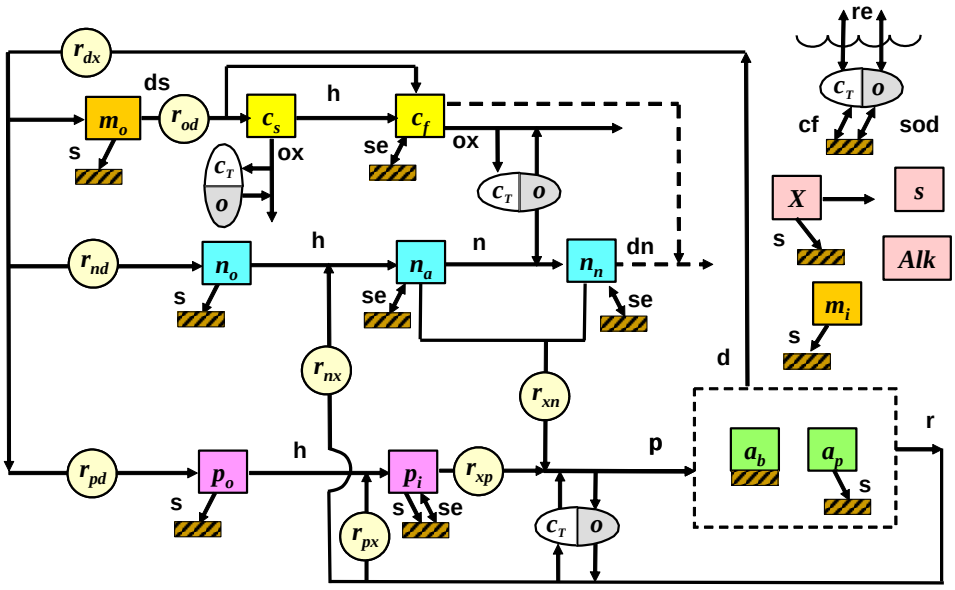
En donde,

El término de la izquierda representa el cambio de la concentración a través de la corriente y los términos de la derecha representan la dispersión, advección, la variación de la concentración por reacciones bioquímicas y el aporte o pérdida por fuentes o sumideros respectivamente.

La variabilidad de la concentración por reacciones bioquímicas y la entrada y salida de los diferentes constituyentes son representados mediante la figura 5, en el esquema se puede apreciar los diferentes procesos asociados a la materia Orgánica, el ciclo del nitrógeno y fósforo principalmente[33] .

[33]CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

Figura 47. PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE MASA Y MODELOS CINÉTICOS



En donde, entre los procesos cinéticos se encuentran:

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

ENTRADAS DEL MODELO

La simulación de las quebradas Belén y Magdalena exige la incorporación de información confiable al modelo, con el fin de que las diferentes salidas se aproximen con lo que se requiera representar.

Entre las principales entradas contempladas en el software, se encuentran: Condiciones aguas arribas del tramo o los tramos a simular, características físicas e hidráulicas de la corriente, constantes de reacción físicas y químicas, y datos correspondientes al aporte y abstracción de diferentes fuentes sobre la corriente principal, entre las cuales se contemplan las descargas tanto puntuales como difusas sobre dicha corriente.

Condiciones aguas arriba del tramo a simular.

Dentro de las condiciones aguas arriba del tramo o tramos a simular se contempla el caudal y las características físico-químicas del agua de las quebradas en el punto inicial de los tramos en consideración.

Características físicas e hidráulicas de la corriente.

Dentro de este ítem se contempla la incorporación de información relacionada con la determinación de tramos, longitud y cota de los diferentes elementos computacionales, caracterización hidráulica de cada elemento utilizando las curvas de relación "velocidad media Vs. Caudal" y "Profundidad media Vs. Caudal o las relaciones de Manning dependiendo el caso.

Constantes de reacción física y química

Como datos de entrada al modelo se incluye los valores correspondientes a las tasas de degradación o aparición de diferentes componentes, producto de las diferentes reacciones dadas en el proceso, lo cual es representado por medio de diferentes coeficientes tales como: reaireación, oxidación e hidrólisis de la materia orgánica, hidrólisis de Nitrógeno orgánico, oxidación de nitrógeno amoniacal, denitrificación, hidrólisis de Fósforo Orgánico, disolución de Detritus y decaimiento de patógenos principalmente.

Aporte y abstracción de fuentes.

Los diferentes aportes o abstracciones sobre la corriente a simular pueden ser puntuales o difusos. En los aportes y abstracciones puntuales se especifica principalmente el sitio exacto donde esto ocurre y las características físico-químicas de dichas entradas o salidas, tales como: bocatomas, quebradas o descoles de alcantarillado, entre otras.

Por otra parte las descargas o abstracciones difusas son las aportadas o abstraídas a lo largo de la corriente sin tener en cuenta un punto específico, esto puede ocurrir por que la entrada o salida se da naturalmente de esta forma o porque existe un gran cantidad de pequeñas descargas que no pueden caracterizarse una a una, siendo necesario representarlas como una fuente difusa a lo largo de un tramo en el río. Para este tipo de descargas como dato de entrada debe especificarse la longitud en la cual ocurre y las características físico-químicas de las mismas.

SALIDAS DEL MODELO

Una vez incorporada la información de entrada al modelo y realizado su respectivo procesamiento, el software reporta un registro de resultados, el cual se encuentra en forma gráfica y numérica. Para fines de visualización y comprensión de los fenómenos se utiliza con mayor frecuencia los reportes gráficos, los cuales especifican la concentración de los diferentes variables a lo largo de la corriente en cuestión.

Topología

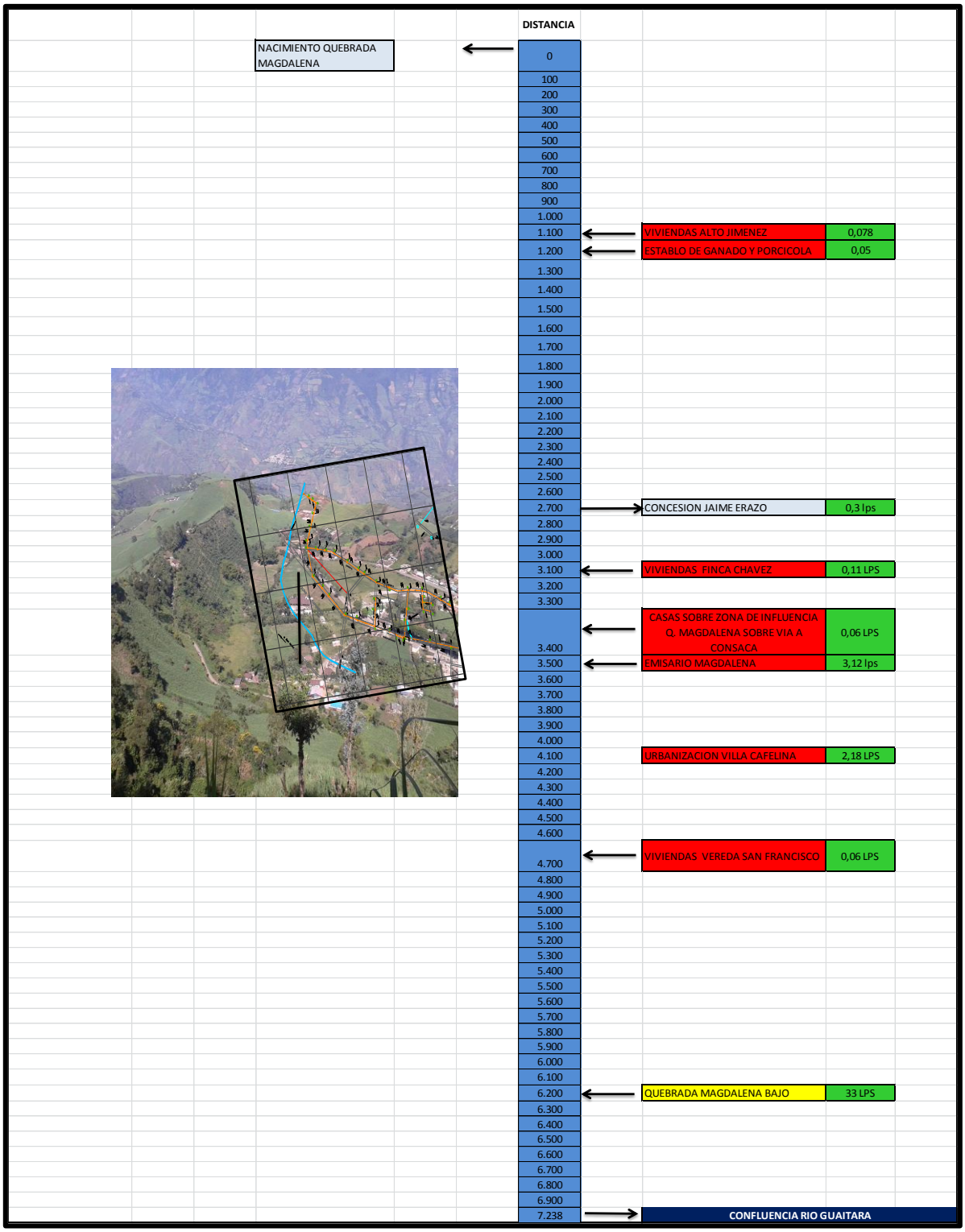
La configuración de una topología de modelación es fundamental para el proceso, puesto que ello permite de una forma simplificada representar las principales características de la corriente.

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

Las actividades previas a la configuración de las corrientes fueron:

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

Figura 48. TOPOLOGIA SIMPLIFICADA PERFILES DE CALIDAD QUEBRADA MAGDALENA



FUENTE. Este estudio, Corponariño 2013.

Características hidráulicas de la corriente

Cuando una corriente superficial es afectada por el ingreso de un afluente que tiene una concentración determinada de un contaminante, esta concentración empieza a dispersarse en la corriente, siguiendo un modelo que depende de las características de los fenómenos de advección y dispersión que manifiesten los sistemas de mezcla completa como los ríos, estuarios, embalses y zonas costeras.

El estudio de la distribución de un contaminante, aguas abajo de una descarga, se denomina estudio o prueba de trazadores y puede ser usado para determinar características claves en una corriente tales como la velocidad, el coeficiente de dispersión y la velocidad de decaimiento del contaminante. En este proyecto, el estudio empezó con la inyección instantánea de una sustancia química, que se denomina trazador, en un punto determinado de la corriente. A continuación, se hacen mediciones periódicas de la concentración del trazador en dos puntos aguas abajo del punto de inyección. Esta concentración manifestó cambios los cuales determinan la variación en la dispersión del contaminante.

Para la buena realización de la prueba se aseguró que el trazador seleccionado sea conservativo, es decir que no reaccione con otro componente de la corriente y que su concentración pueda ser medida de manera fácil y confiable. Además fue importante seleccionar puntos de medición que garanticen una longitud mínima para lograr mezcla completa y que no existan efluentes ni afluentes entre los puntos de medición y el punto de inyección en lo posible[34]

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

Para efectos del proyecto, es importante conocer la velocidad con que se desplaza la corriente de agua superficial para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas[35]:

Donde:

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

$U = velocidad\ de\ la\ corriente$

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

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

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

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

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

Dónde:

$C = concentración\ del\ trazador$

$t = tiempo\ de\ medición\ de\ C$

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

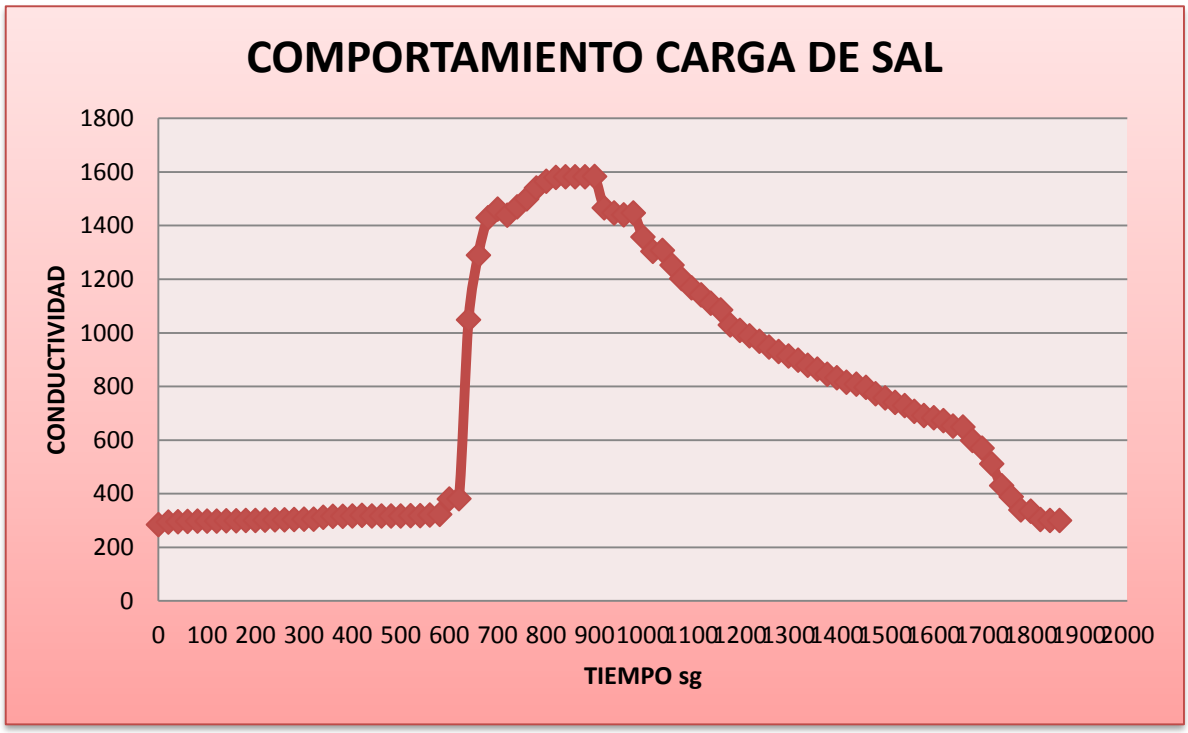
El trazador seleccionado fue Cloruro de Sodio, por sus propiedades conservativas, bajo costo y facilidad de medición a través de la conductividad, para lo cual inicialmente se estableció una curva de relación de conductividad vs concentración de sal, con el fin de inferir correctamente la una de la otra.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

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

- **Velocidad de la corriente**

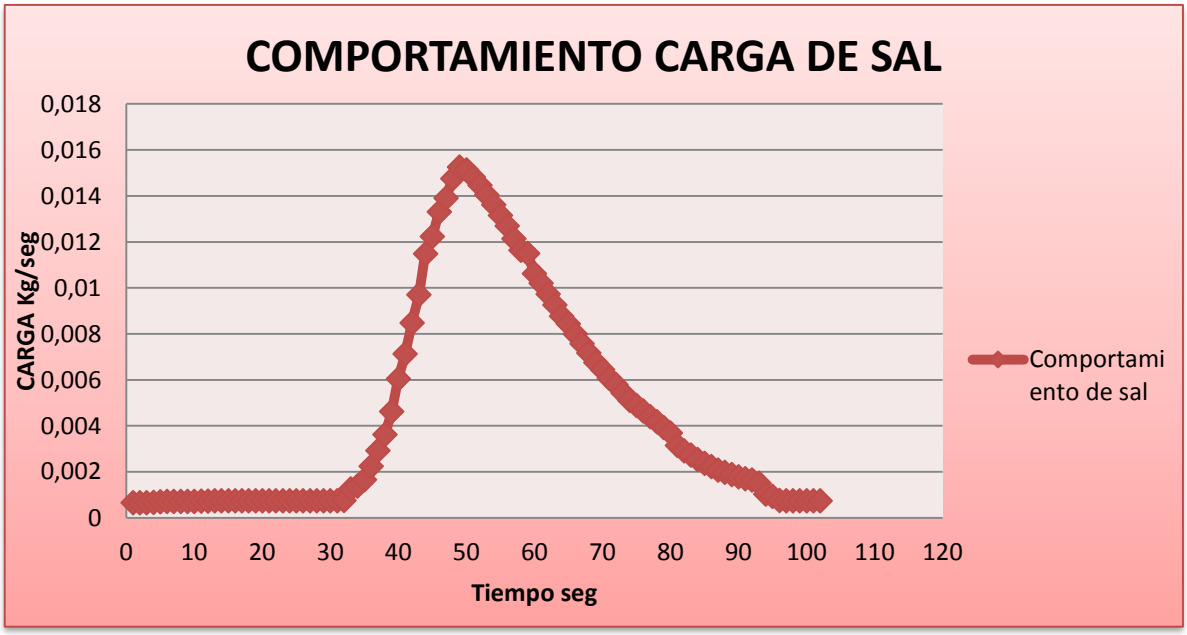
En las siguientes figuras se presenta el análisis para la determinación de la velocidad de la corriente, las velocidades resultantes se presentan en gráfica.

Grafica 73. RESULTADO PRUEBA DE TRAZADORES PARTE QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 74. RESULTADO PRUEBA DE TRAZADORES PARTE QUEBRADA MAGDALENA



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Constantes de Reacción

Los valores de las constantes de reacción fueron determinados mediante el proceso de ensayo y Error. En general el procedimiento consistió en hallar primero el valor de las constantes de reaireación y de degradación Carbonácea mediante comparación de las curvas establecidas por el modelo y los valores establecidos con los puntos de calibración. Posteriormente se determinó el valor de las constantes relacionadas con los diferentes estados del nitrógeno, lo cual involucra el paso del Nitrógeno Orgánico a Nitrógeno Amoniacal, este a su vez a Nitritos y Nitratos, entre otras. Los valores encontrados fueron:

Modelo de Reaireación: Pool& Riffle
Constante de Hidrolisis de la DBO lenta: 1 d-1
Constante de Oxidación de la DBO lenta: 0 d-1
Constante de Oxidación de la DBO rápida: 2 d-1
Constante de Hidrólisis de Nitrógeno Orgánico a NH3: 1 d-1
Constante de Nitrificaciónl: 0.3 d-1
Constante de Denitrificación: 0.1 d-1
Constante de Hidrólisis de Fósforo Orgánico: 0,03 d-1
Constante de Disolución de Detritus: 3.5 d-1
Constante de Decaimiento de patógenos: 1.5 d-1

Resultados de Calibración

A continuación en las siguientes figuras se presentan los principales resultados del proceso de calibración del modelo en el escenario actual. Las variables presentadas son: Caudal (m3/s),

pH, temperatura, conductividad, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, materia orgánica de rápida degradación, materia orgánica de lenta degradación, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitratos, fosforo orgánico y coliformes totales.

- **Relaciones hidráulicas en los elementos computacionales**

Como anteriormente se mencionó, el modelo unidimensional Qual2kw representa una corriente hídrica superficial como una serie de elementos computacionales, los cuales transfieren información relacionada con el flujo en forma consecutiva, lo cual es descrito por variables tales como la velocidad y el tirante, entre otros.

Para efectos de la implementación del modelo de calidad de agua en la corriente, las características o relaciones hidráulicas que definen dicho comportamiento son las curvas de relación, ya que el análisis a través de la corriente se lo hace sobre secciones irregulares y por medio de la selección de sitios representativos para posteriormente extrapolar estas condiciones a lo largo de las quebradas.

Dentro de las curvas de relación los parámetros a estimar corresponden a los coeficientes y exponentes de las relaciones profundidad media Vs. Caudal y de velocidad media Vs. Caudal, tal como se muestra en la ecuación 4 y ecuación 5 del presente informe. Los valores estimados para los diferentes sitios estudiados son mostrados en la siguiente tabla.

Cuadro 80. Coeficientes Hidráulicos Quebrada Belén

Sitio	H-Q		V-Q	
	A	**β**	**a**	**B**
Rancho Viejo	0.236	0.3179	1.2342	0.3622
Box Coulvert	0.2695	0.3581	2.993	0.626

Calidad de agua de Afluentes

A continuación se presentan la información concerniente a la calidad de agua de los principales afluentes o tributarios de la corriente objeto de la simulación.

Cuadro 81. Calidad de agua afluentes quebrada Belén

	Caudal	Temp	pH	Conduct.	S. Totales	S. Disueltos	S. Suspend.	S. Suspend. Volátiles	Alcal Total	Nitratos	Amonio	P Total	NTK	OD	DBO	DQO	Coli Total	E- Coli
Afluentes	LPS	°C	unid	us/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg CaCO3/l	mg N-NO3/l	mg N-NH4/l	mg PO4/l	mg N/l	mg O2/l	mg O2/l	mg O2/l	UFC/100ml	UFC/100ml
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO BELEN	0.230	15	7.3	80	270	50	20	250	110	0.2	0.0	50.0	60	2	250	400	122000	7000
VERTIMIENTO MARRANERA	0.05	16	7.3	80	330	70	65	265	284	4.02	0	50.0	60	2.0	250	400	122000	15000
VERTIMIENTO CENTRO CASCO URBANO BOX	2.310	16	7.3	80	76.7	50	13.3	63.3	84	0.08	0	50.0	60	1.0	250	400	122000	9000
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO POTRERILLO	0.090	16	7.3	80	270	50	20	250	110	0.2	0.0	50.0	60	2.0	250	400	122000	9000
VERTIMIENTO CENTRAL DE SACRIFICIO	0.7	18	7.3	80		60								2	800	1600	200000	10000
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	6.76	16	7.3	80	270	50	20	250	110	0.2	0.0	16.1	11.6	1	250	400	122000	7000
VERTIMIENTO HOTEL VILLA DEL ROSARIO	0.059	16	7.3	80	270	50	20	250	110	0.2	0.0	16.1	11.6	1	250	400	122000	7000
VERTIMIENTO QUEBRADA BELEN AGUAS ABAJO	3	17	7.5	70	10	15	10	10	44.4	0.41	0	0.5	1	7.5	2	20	200	100
VERTIMIENTO QUEBRADA SARANCOCHO	17	18	7.2	80	14.5	60	8.5	6	76.4	2.18	0	2.19	1	4.98	24.61	40	4000	2000

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

Para la calibración del modelo se utilizó información de calidad de agua de diferentes puntos distribuidos a lo largo de la corriente, ver la siguiente tabla.

Cuadro 82. Calidad de agua en diferentes puntos de la quebrada Belén

	Caudal	Temp	pH	Conduct.	S. Totales	S. Disueltos	S. Suspend.	S. Suspend. Volátiles	Alcal Total	Nitratos	Amonio	P Total	NTK	OD	DBO	DQO	Coli Total	E- Coli
Sobre rio	LPS	°C	unid	us/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg CaCO3/l	mg N-NO3/l	mg N-NH4/l	mg PO4/l	mg N/l	mg O2/l	mg O2/l	mg O2/l	UFC/100ml	UFC/100ml
INICIO QUEBRADA BELEN	5.42	15	7.6	78.6	112	15	10	10	22	0.2	0	0.1	1	7.35	3.8	20	5000	100
ANTES CASCO URBANO	6.28	15.5	7.41	143	160	48.6	10	5.5	36.4	0.89	0	0.46	1	6.69	6.78	22.15	122000	7000
BOX SOBRE RIO	28.45	16.2	7.4	375	367	53	74	62	94	0.2	0	5.28	12	3.92	105.41	208.13	270000	162000
DESPUES EMISARIO VILLA DEL ROSARIO	37.71	16.4	7.44	392	340	31.6	30	28	104	0.2	0	3.85	10.9	1.91	79.05	155.26	338000	270000
DESPUES QUEBRADA SARANCOCHO	57.71	15.7	7.45	451	272	121	12	10	124	0.45	0	3.93	9.69	4.98	24.61	60.92	405000	280000

Constantes de Reacción

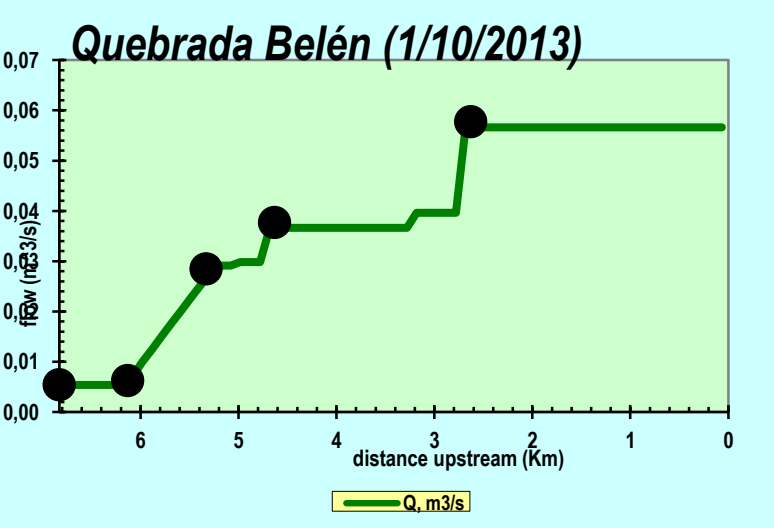
Los valores de las constantes de reacción fueron determinados mediante el proceso de ensayo y Error. En general el procedimiento consistió en hallar primero el valor de las constantes de reaireación y de degradación Carbonácea mediante comparación de las curvas establecidas por el modelo y los valores establecidos con los puntos de calibración. Posteriormente se determinó el valor de las constantes relacionadas con los diferentes estados del nitrógeno, lo cual involucra el paso del Nitrógeno Orgánico a Nitrógeno Amoniacal, este a su vez a Nitritos y Nitratos, entre otras. Los valores encontrados fueron:

Reaireación: 10-100 d-1
Constante de Hidrolisis de la DBO lenta: 1 d-1
Constante de Oxidación de la DBO lenta: 0.5 d-1
Constante de Oxidación de la DBO rápida: 3.5 d-1
Constante de Hidrólisis de Nitrógeno Orgánico a NH3: 0.1 d-1
Constante de Nitrificación: 1 d-1
Constante de Denitrificación: 2 d-1
Constante de Hidrólisis de Fósforo Orgánico: 2 d-1
Constante de Disolución de Detritus: 2 d-1
Constante de Decaimiento de patógenos: 1 d-1

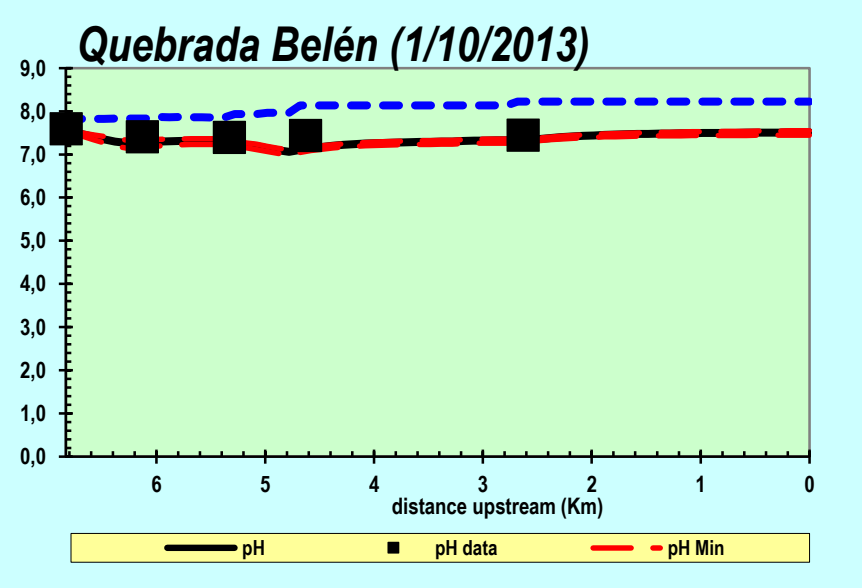
Resultados de Calibración

A continuación en las siguientes figuras se presentan los principales resultados del proceso de calibración del modelo. Las variables presentadas son: Caudal (m3/s), pH, temperatura, conductividad, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, materia orgánica de rápida degradación, materia orgánica de lenta degradación, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitratos, fosforo orgánico y coliformes totales.

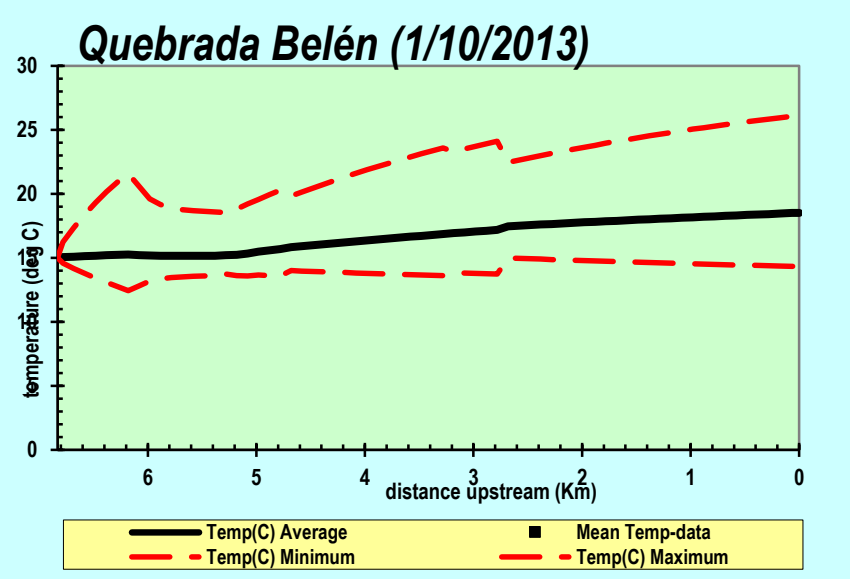
Grafica 75. . Resultado de Calibración de Caudal quebrada Belén- modelo Qual2kw



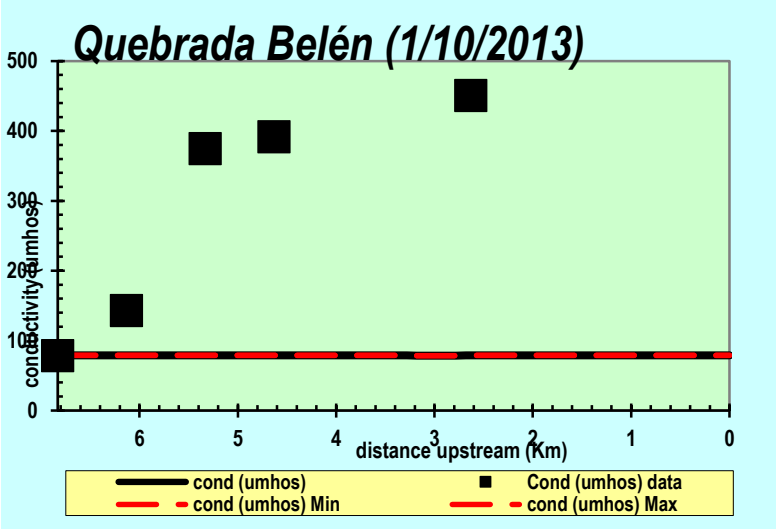
Grafica 76. Resultado de Calibración de pH quebrada Belén- modelo Qual2kw.



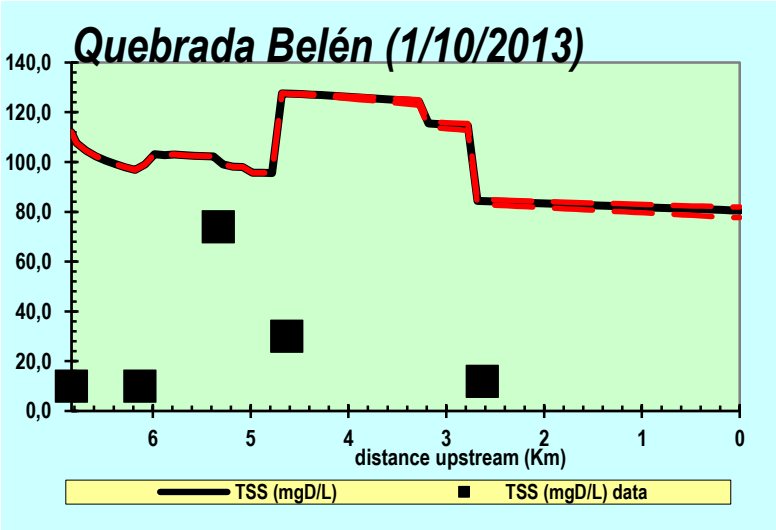
Grafica 77. Resultado de Calibración de Temperatura quebrada Belén- modelo Qual2kw.



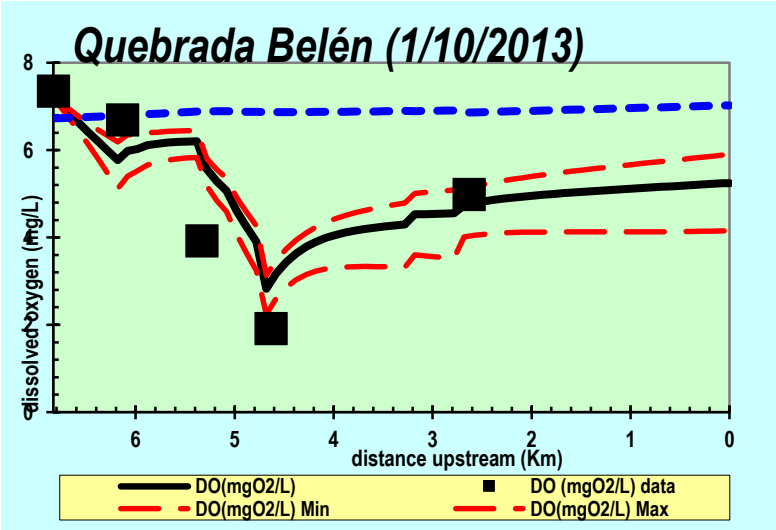
Grafica 78. Resultado de Calibración de Conductividad quebrada Belén- modelo Qual2kw.



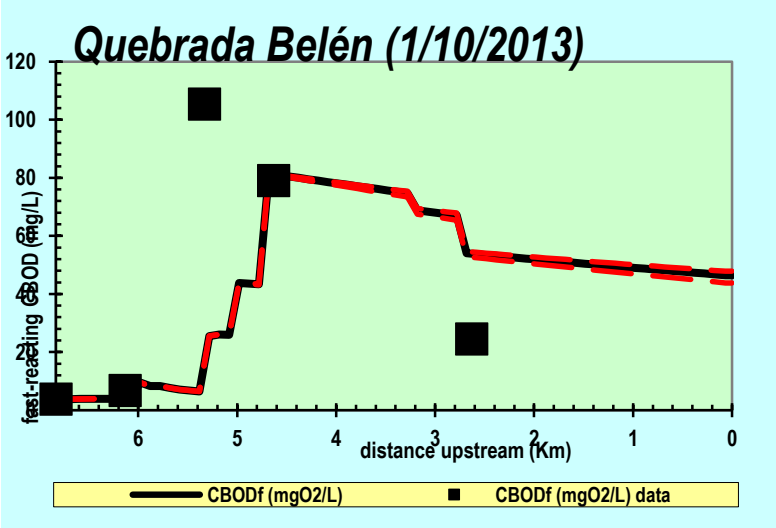
Grafica 79. Resultado de Calibración de SST quebrada Belén- modelo Qual2kw.



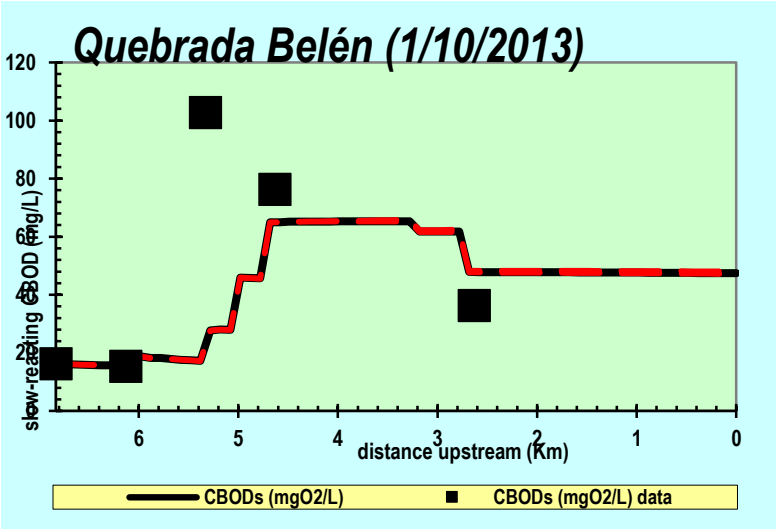
Grafica 80. Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto quebrada Belén- modelo Qual2kw.



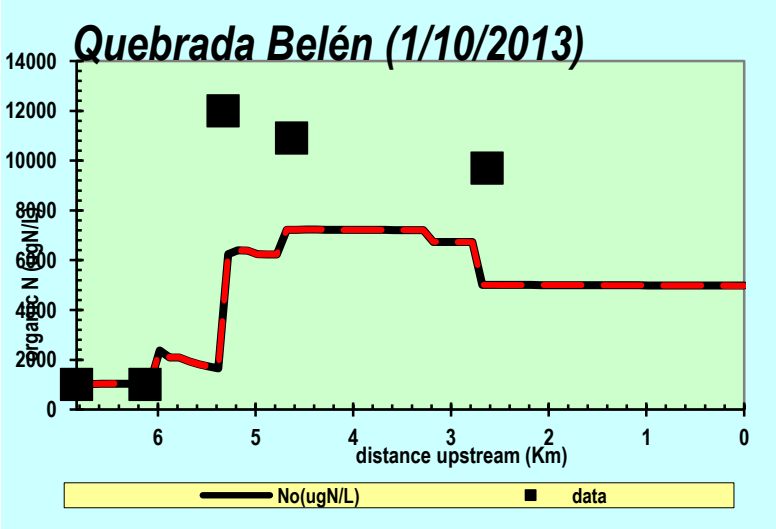
Grafica 81. Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación quebrada Belén- modelo Qual2kw.



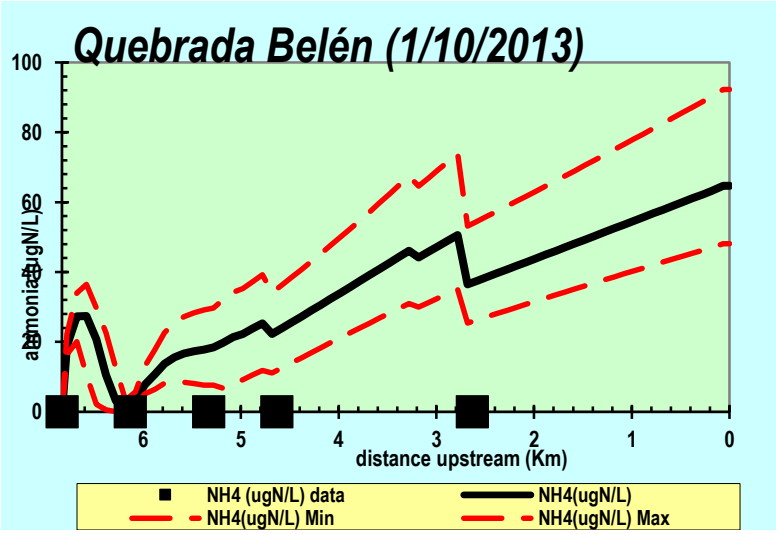
Grafica 82. Resultado de Calibración de la materia orgánica de lenta degradación quebrada Belén- modelo Qual2kw.



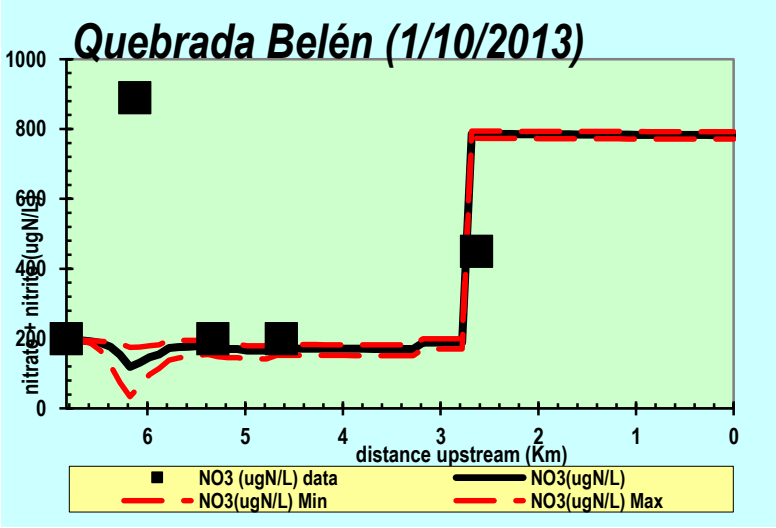
Grafica 83. Resultado de Calibración de Nitrógeno Orgánico quebrada Belén- modelo Qual2kw.



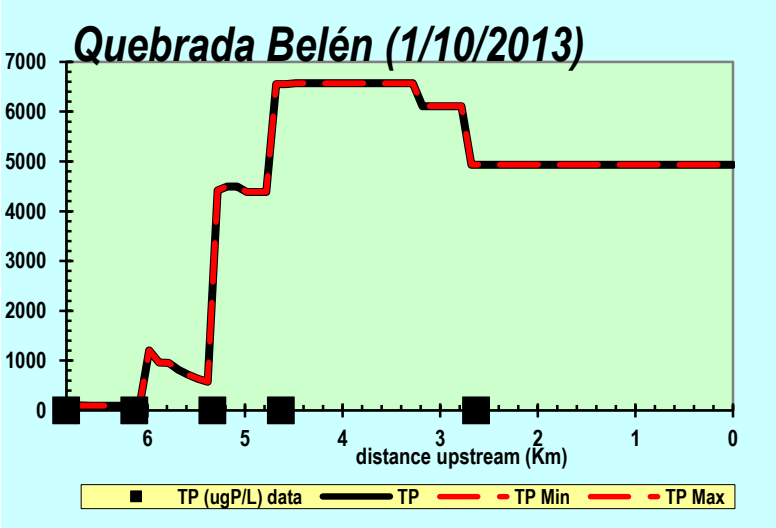
Grafica 84. Resultado de Calibración de Nitrógeno Amoniacal quebrada Belén- modelo Qual2kw.



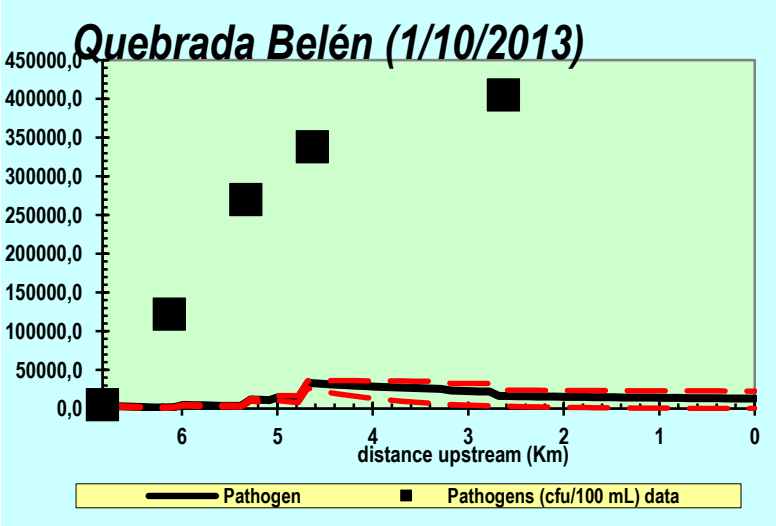
Grafica 85. Resultado de Calibración de Nitratos quebrada Belén - modelo Qual2kw.



Grafica 86. Resultado de Calibración de Fósforo Total quebrada Belén- modelo Qual2kw



Grafica 87. Resultado de Calibración de Coliformes Totales quebrada Belén- modelo Qual2kw



MODELO QUAL2KW QUEBRADA MAGDALENA

Topología

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

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

Las actividades previas a la configuración de las corrientes fueron:

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

Relaciones hidráulicas en los elementos computacionales

Como anteriormente se mencionó, el modelo unidimensional Qual2kw representa una corriente hídrica superficial como una serie de elementos computacionales, los cuales transfieren información relacionada con el flujo en forma consecutiva, lo cual es descrito por variables tales como la velocidad y el tirante, entre otros.

Para efectos de la implementación del modelo de calidad de agua en la corriente, las características o relaciones hidráulicas que definen dicho comportamiento son las curvas de relación, ya que el análisis a través de la corriente se lo hace sobre secciones irregulares y por medio de la selección de sitios representativos para posteriormente extrapolar estas condiciones a lo largo de todo el río.

Dentro de las curvas de relación los parámetros a estimar corresponden a los coeficientes y exponentes de las relaciones profundidad media Vs. Caudal y de velocidad media Vs. Caudal, tal como se muestra en la ecuación 4 y ecuación 5 del presente informe. Los valores estimados para los diferentes sitios estudiados son mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 6. Coeficientes Hidráulicos quebrada Magdalena

Sitio	H-Q		V-Q	
	A	β	a	B
Rancho Viejo	0.236	0.3179	1.2342	0.3622

Constantes de Reacción

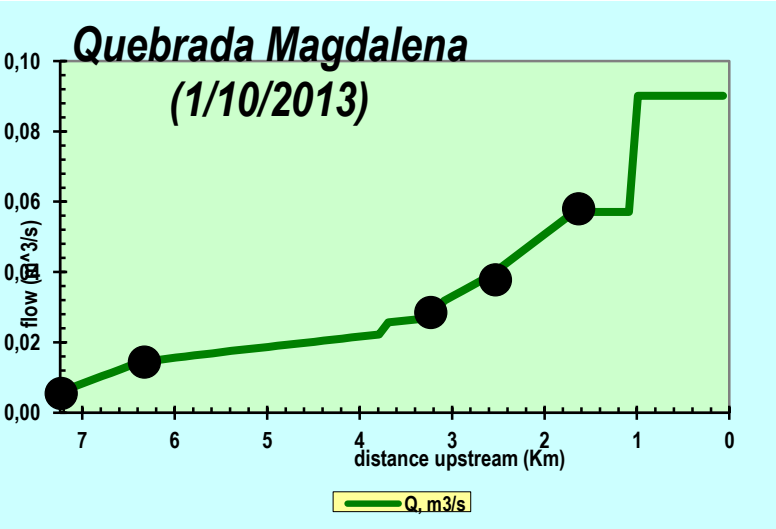
Los valores de las constantes de reacción fueron determinados mediante el proceso de ensayo y Error. En general el procedimiento consistió en hallar primero el valor de las constantes de reaireación y de degradación Carbonácea mediante comparación de las curvas establecidas por el modelo y los valores establecidos con los puntos de calibración. Posteriormente se determinó el valor de las constantes relacionadas con los diferentes estados del nitrógeno, lo cual involucra el paso del Nitrógeno Orgánico a Nitrógeno Amoniacal, este a su vez a Nitritos y Nitratos, entre otras. Los valores encontrados fueron:

Reaireación: 100 d-1
Constante de Hidrolisis de la DBO lenta: 1 d-1
Constante de Oxidación de la DBO lenta: 0.5 d-1
Constante de Oxidación de la DBO rápida: 3 d-1
Constante de Hidrólisis de Nitrógeno Orgánico a NH3: 0.4 d-1
Constante de Nitrificación: 1 d-1
Constante de Denitrificación: 1 d-1
Constante de Hidrólisis de Fósforo Orgánico: 1 d-1
Constante de Disolución de Detritus: 2 d-1
Constante de Decaimiento de patógenos: 1 d-1

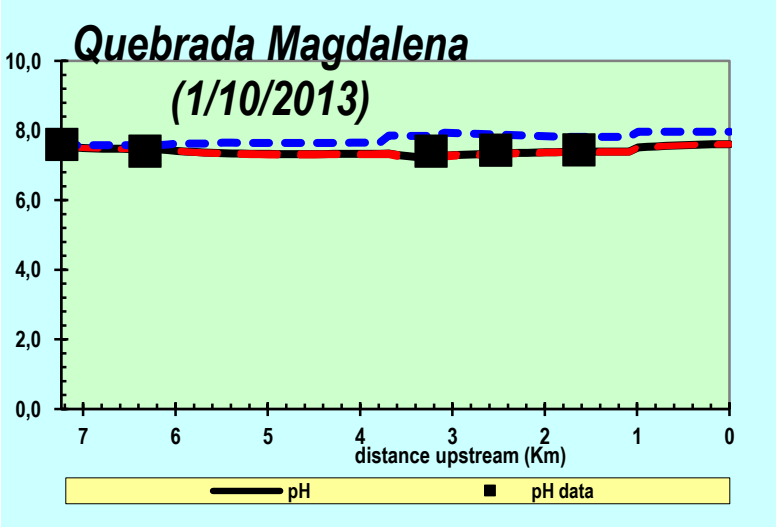
Resultados de Calibración

A continuación en las siguientes figuras se presentan los principales resultados del proceso de calibración del modelo. Las variables presentadas son: Caudal (m3/s), pH, temperatura, conductividad, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, materia orgánica de rápida degradación, materia orgánica de lenta degradación, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitratos, fosforo orgánico y coliformes totales.

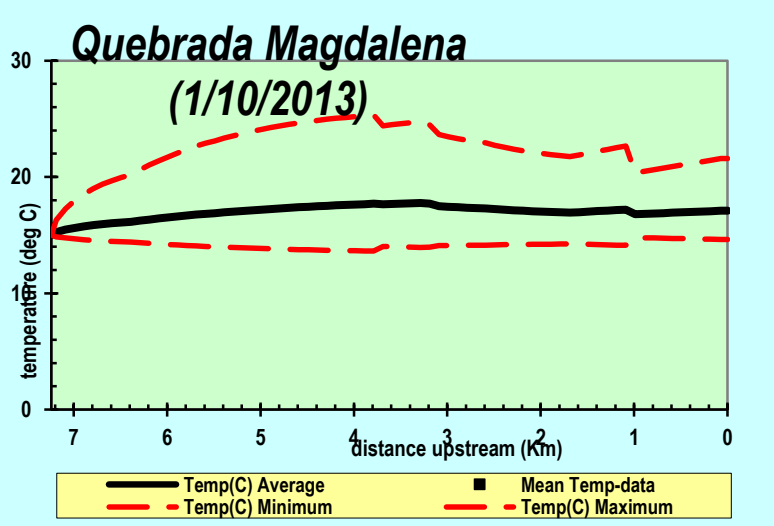
Grafica 88. Resultado de Calibración de Caudal quebrada Magdalena- modelo Qual2kw.



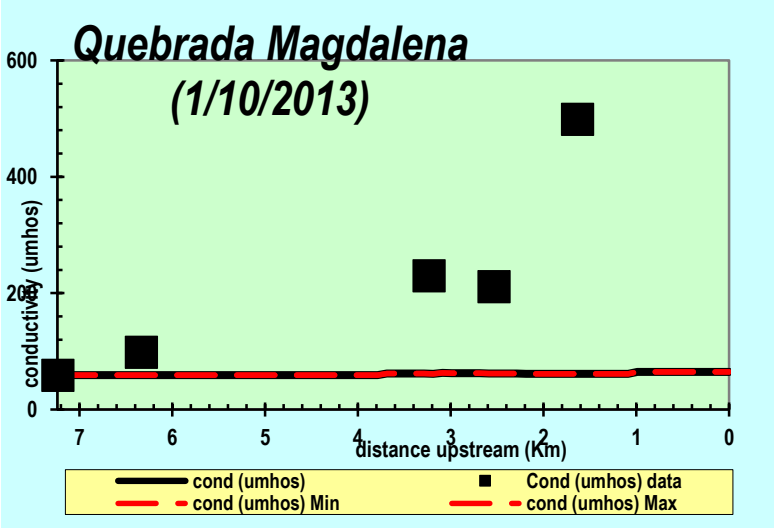
Grafica 89. Resultado de Calibración de pH quebrada Magdalena- modelo Qual2kw.



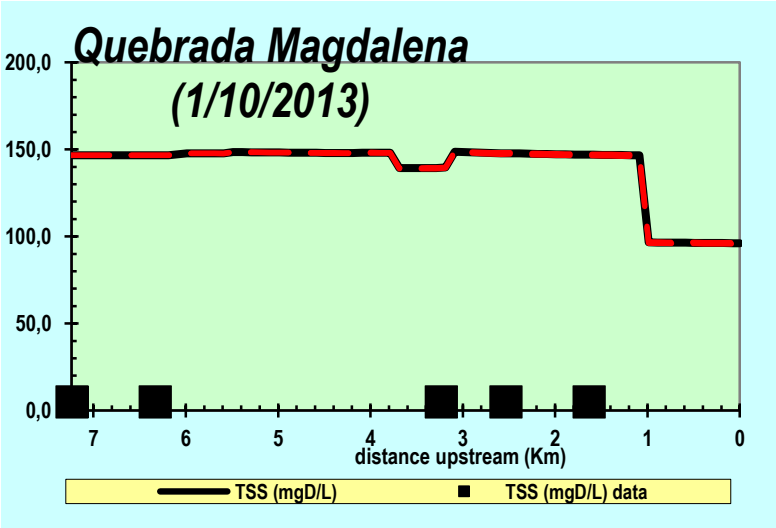
Grafica 90. Resultado de Calibración de Temperatura quebrada Magdalena- modelo Qual2kw.



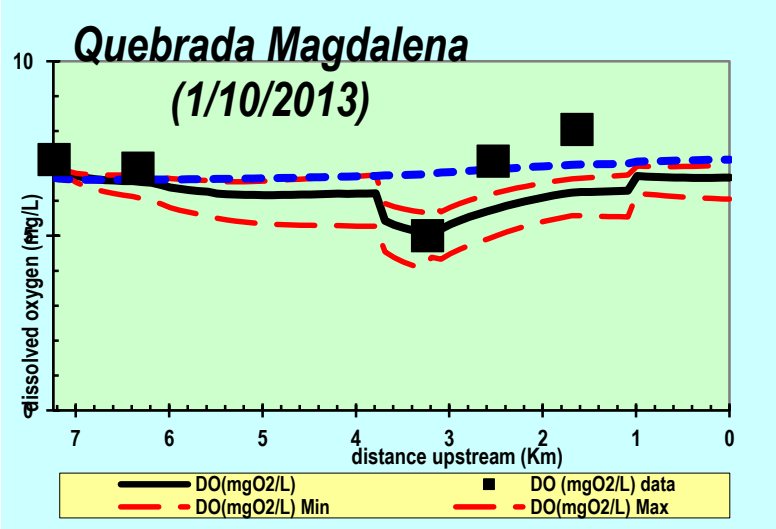
Grafica 91. Resultado de Calibración de Conductividad quebrada Magdalena- modelo Qual2kw.



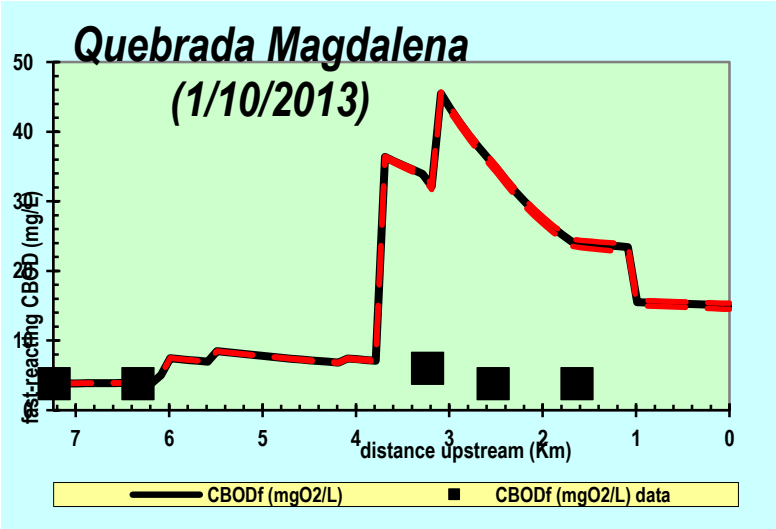
Grafica 92. Resultado de Calibración de SST quebrada Magdalena- modelo Qual2kw



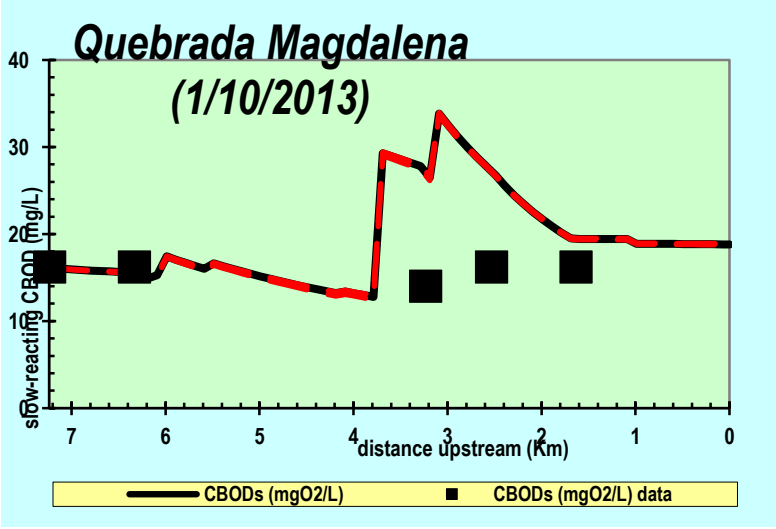
Grafica 93. Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto quebrada Magdalena- modelo Qual2kw.



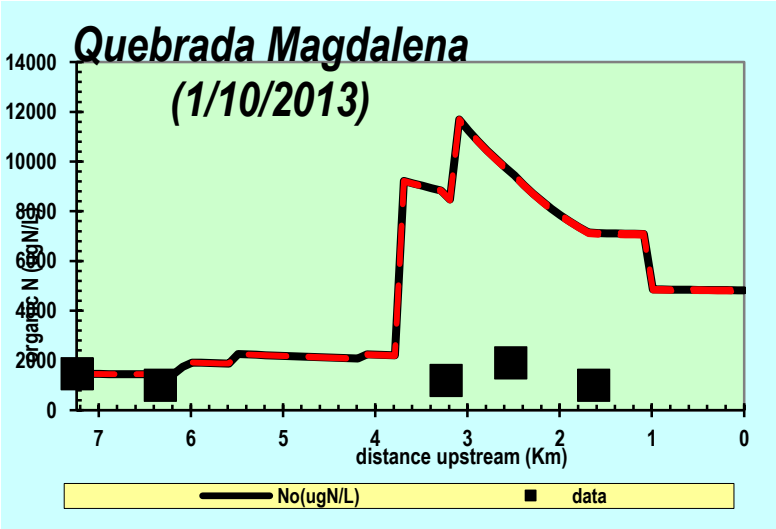
Grafica 94. Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación quebrada Magdalena- modelo Qual2kw.



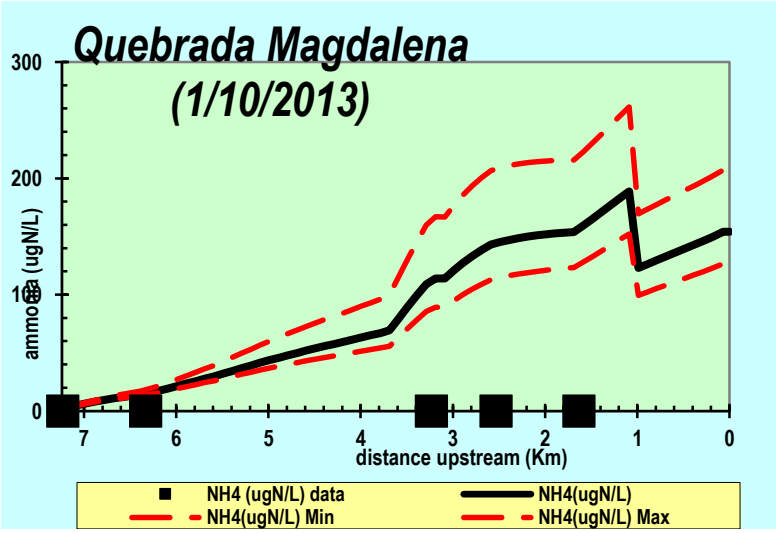
Grafica 95. Resultado de Calibración de la materia orgánica de lenta degradación quebrada Magdalena- modelo Qual2kw.



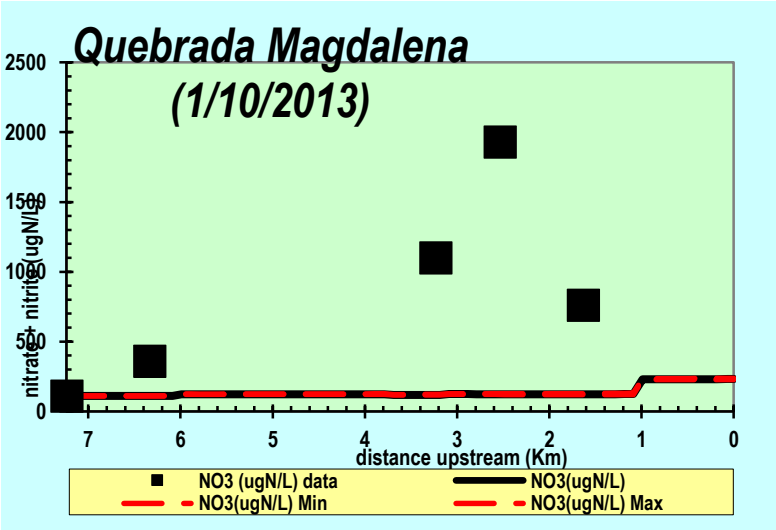
Grafica 96. Resultado de Calibración de Nitrógeno Orgánico quebrada Magdalena- modelo Qual2kw.



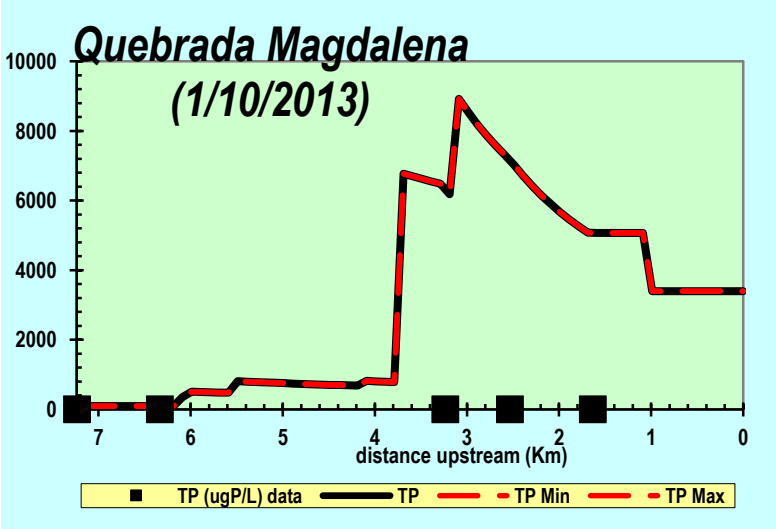
Grafica 97. Resultado de Calibración de Nitrógeno Amoniacal quebrada Magdalena- modelo Qual2kw.



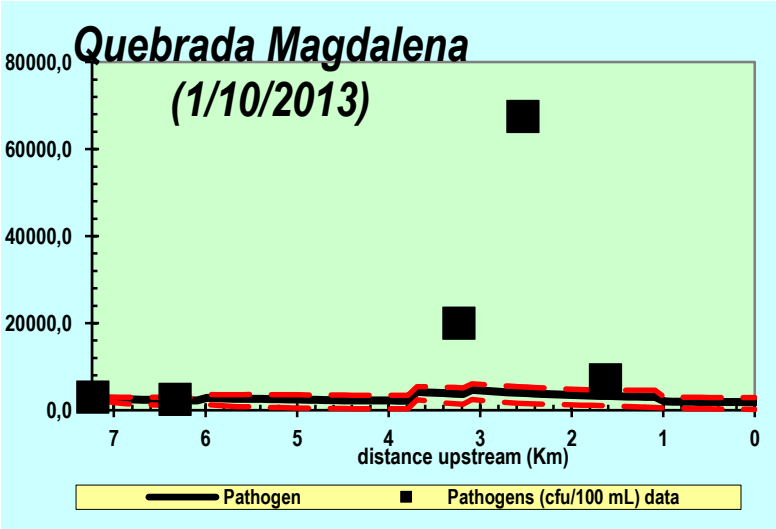
Grafica 98. Resultado de Calibración de Nitratos quebrada Magdalena- modelo Qual2kw.



Grafica 99. Resultado de Calibración de Fósforo Total quebrada Magdalena- modelo Qual2kw



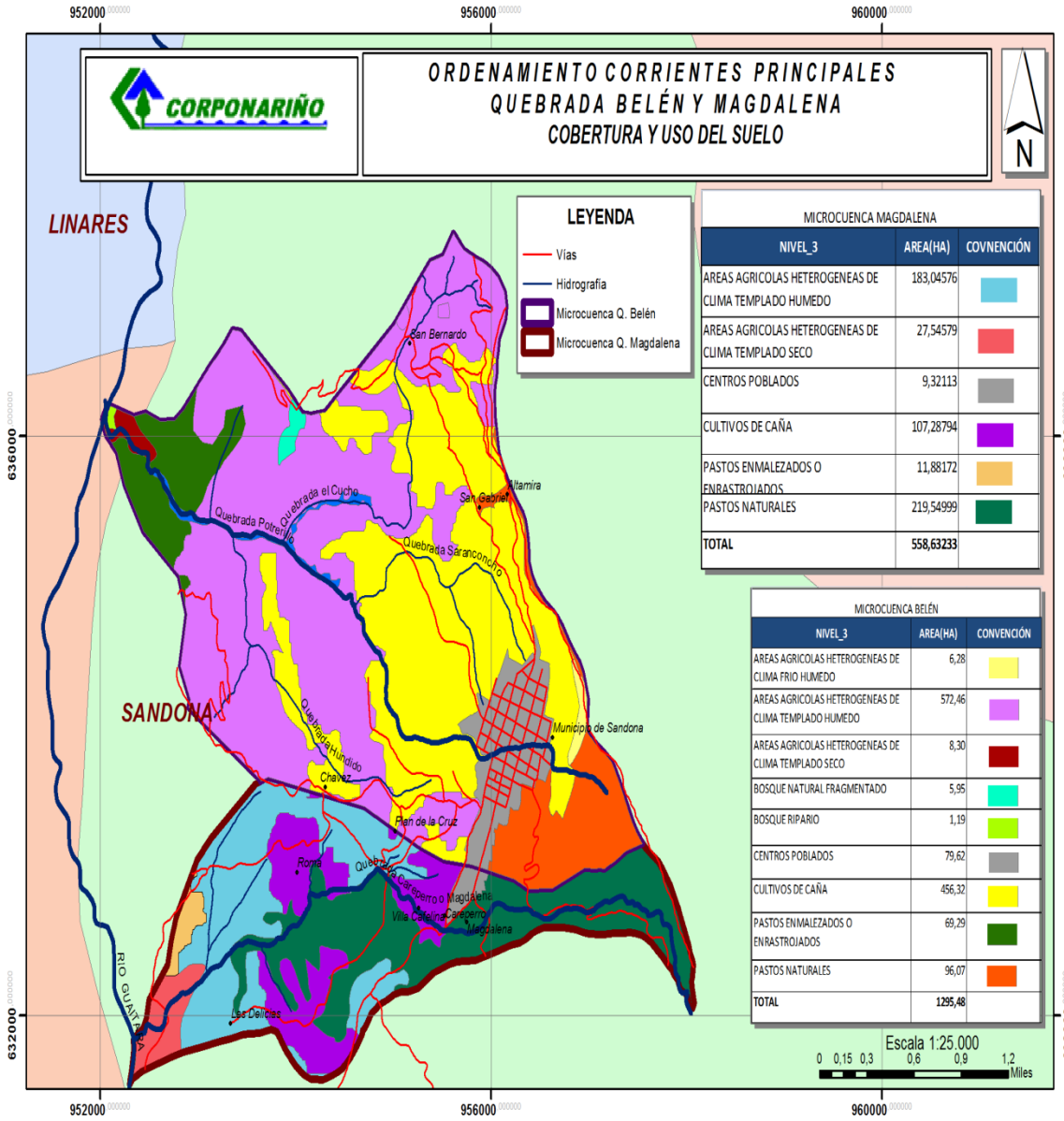
Grafica 100. Resultado de Calibración de Coliformes Totales quebrada Magdalena- modelo Qual2kw.



13.7 USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA BELÉN Y MAGDALENA

De acuerdo a la clasificación estipulada en el Artículo 9 del Decreto 3930 de 2010, los usos actuales y potenciales identificados en el cauce principal de la quebrada Belén se describen a continuación:

Mapa 8. USOS ACTUALES Y POTENCIALES QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

ZONA ALTA:

Correspondiente al punto de nacimiento en la Quebrada Belén, hasta la entrada al casco urbano donde el uso seria netamente para uso agropecuario, cabe aclarar que debido al bajo caudal que presenta esta quebrada se hace necesario la restricción por parte de la

autoridad competente tendiente a dar prioridad a la conservación y recuperación de esta fuente.

Otro de los aspectos que se tienen en cuenta para el caso de la quebrada Belén a partir de la información del recorrido de campo por sus diferentes sectores de influencia se logró identificar que por tratarse de una ubicación donde existe un desabastecimiento de la fuente se dificulta a los habitantes realizar la extracción del recurso para los diferentes usos, con respecto a las condiciones del agua en esta no presenta mayores alteraciones debido a que no existen asentamientos humanos por ende no hay ningún tipo de afectación, sin embargo las necesidades de la zona y del municipio se centralizan en los usos actuales de sus diferentes fuentes hídricas de las cuales se realiza un uso para la agricultura, principalmente cultivo de caña.

USO PARA SECTOR AGROPECUARIO	
	❖ El agua es utilizada para cultivos y ganaderia ❖ Debido a que no existe afectación por asentamientos urbanos dentro de la ronda hídrica el agua es apta para este fin.

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Los usos potenciales en la zona alta son clasificados exclusivamente para el sector agropecuario debido a las características que tiene la corriente principal.

ZONA MEDIA:

Correspondiente durante todo el transcurso del casco urbano del municipio de Sandoná hasta el punto aguas debajo del colector villa del Rosario, donde se finaliza la parte urbana.

USO ESTETICO URBANO

	❖ Durante la identificación de usos del suelo se determinó que en la zona media de las quebradas fuentes de estudio el uso es netamente urbano debido a que las altas concentraciones de aguas residuales domesticas que se descargan constantemente a la fuente.

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Los usos potenciales para la zona media que corresponde a toda la parte del casco urbano del municipio de Sandoná son principalmente para uso estético urbano. Debido a que en esta zona se encuentran ubicados los vertimientos domésticos que impiden que este recurso tenga otros fines debido a las condiciones fisicoquímicas con las que se presentan.

ZONA BAJA:

Correspondiente la zona donde terminan los vertimientos puntuales del municipio de Sandoná hasta la desembocadura con el rio Guaitara.

Como se pudo observar en la topología y se describió en el Perfil de Calidad, la quebrada Belén y Magdalena en su zona baja es receptora de escurrimientos naturales, por lo tanto la calidad del agua en estas condiciones es apta para diferentes usos estipulados por la normatividad vigente.

Los usos potenciales en la zona baja son exclusivamente para uso agrícola y pecuario debido a que la topografía del municipio en la parte baja ayuda a que las quebradas fuente de estudio se recuperen y se podrían utilizar para diferentes usos, cabe aclarar que el municipio debe tomar medidas para recuperar las quebradas receptoras de dichos agentes contaminantes.

RIESGOS ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO

De acuerdo al diagnóstico del cauce principal de la quebrada Belén y Magdalena, los riesgos identificados corresponden a situaciones que se podrían presentar o acrecentar de manera que pongan en peligro la satisfacción de los usos actuales y potenciales caracterizados repercutiendo o incidiendo de manera directa sobre la calidad de vida de sus beneficiarios en las diferentes zonas como son alta, media y baja, como por ejemplo inundaciones, deslizamientos, desabastecimiento de agua entre otros.

Cuadro 83. RIESGOS ASOCIADOS A LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO

Tipo de Riesgo	Descripción del Riesgo	Actividades Generadoras del Riesgo	Población beneficiaria vulnerable	Intensidad del Riesgo
Riesgo por desabastecimiento de agua	Cantidad insuficiente de agua para satisfacción de las necesidades de todos los beneficiarios o usuarios existentes del recurso hídrico o potenciales.	- Cantidad de captaciones o derivaciones que superen la oferta hídrica y el caudal ecológico. - Uso Ineficiente y desperdicio del caudal de agua captado.	- Habitantes de la parte alta y todo el casco urbano del municipio de Sandoná	Alto
Riesgo por disminución del caudal natural de la corriente superficial	Acciones antrópicas o naturales que generen una disminución gradual del caudal principal de las Quebradas Belén y Magdalena en el transcurso del tiempo. Acciones Climáticas que generen disminución del caudal de manera temporal en ciertas épocas del año.	- Deforestación - Presión sobre el recurso hídrico por la captación de más del 90% de los afloramientos naturales o del cauce impidiendo que estas recuperen sus condiciones óptimas. - Temporada de verano y fenómenos climáticos como el del Niño que generan un déficit en la precipitación interanual.	- Habitantes de la parte alta y todo el casco urbano del municipio de Sandoná.	Alto
Riesgo por contaminación de la corriente superficial	Alteración de la calidad fisicoquímica y bacteriológica natural del agua de la Quebrada volviéndola no apta para la satisfacción de los usos estipulados.	- Vertimientos puntuales de origen doméstico, industrial y de servicios.	- Habitantes de la parte alta y todo el casco urbano del municipio de Sandoná	Alto
Riesgo por inundaciones o desbordamientos	Crecimientos de caudal de la Corriente superficial que afecten a poblaciones ubicadas sobre el cauce principal	- Invasión de la Ronda Hídrica de las Quebradas para construcción de viviendas u otro tipo de establecimientos.	- Habitantes de la parte alta y todo el casco urbano del municipio de Sandoná	Alto

PROSPECTIVA



14. PROSPECTIVA

La Fase de Prospectiva busca proyectar escenarios que definan la situación futura de las quebradas Belén y Magdalena, a partir de la información obtenida en la Fase de Diagnóstico. En esta fase se requiere identificar alternativas de solución integrales y vistas desde diferentes puntos de vista que luego de ser concertadas con la comunidad definan el escenario más adecuado para el restablecimiento de las relaciones entre los diferentes actores del recurso hídrico.

Para tal fin se aplicaron modelos de simulación de la calidad del agua para varios escenarios probables, los cuales tuvieron como propósito mejorar la condición natural factible para el recurso, además de la realización de talleres con la comunidad para identificar los principales usos potenciales que presentan las zonas de influencia de las corrientes fuente de estudio.

14.1 CONSTRUCCION DE ESCENARIOS

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

Generar a partir del relacionamiento de las hipótesis planteadas escenarios de proyección del futuro de la fuente hídrica. Esta fase se desarrolla a partir de conocer cuál es la realidad social, económica, institucional y ambiental de la corriente hídrica.

Con base en estos aspectos se construyen dos escenarios proyectados en el tiempo, uno sin que exista ningún tipo de acción tendiente a la recuperación de la fuente y otro escenario factible que represente la opinión consensual desde el punto de vista técnico, social y responda a las necesidades ambientales de la fuente en un periodo determinado. En su construcción deben atenderse aspectos tales como:

- Acciones requeridas para su logro
- Alternativas de solución
- Responsabilidades
- Costos y Fuentes de Financiación
- Secuencia de aplicación de las acciones propuestas.

La generación de escenarios prospectivos (Ideal, Factible) consiste en la división o fragmentación del Cauce principal de la corriente hídrica objeto de ordenamiento en tramos que se definen de acuerdo a los usos actuales y potenciales determinados en la etapa diagnostica, los cuales están regidos por unos criterios de calidad del recurso hídrico estipulados por la Normatividad Ambiental Vigente.

Una vez definidos los tramos, se corre el modelo de calidad simulando unas condiciones de tratamiento y remoción de cargas contaminantes sobre las entradas o descargas de aguas residuales, hasta niveles o porcentajes óptimos que permitan establecer y mantener la calidad del agua del cauce principal de las quebradas Belén y Magdalena, para la satisfacción de los usos identificados y determinados.

El escenario escogido es proyectado a un horizonte de desarrollo de diez años, con metas periódicas de calidad a ser cumplidas en los años 2016, 2019 y 2024 siendo el último año proyectado, el que reúne la materialización de todas las obras y actividades relacionadas con el tratamiento y eliminación de puntos de vertimiento.

Aparte de los escenarios prospectivos generados, se presenta también un escenario tendencial definido a partir de la situación actual de calidad y cantidad de las quebradas Belén y Magdalena, proyectado a un horizonte de 10 años demostrando el aumento gradual de la contaminación y afectación de la calidad de su Cauce Principal, al cual se podría llegar en caso de no implementarse el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

A continuación se presentan los resultados sociales y técnicos de esta fase

Se realizó el siguiente orden del día

1- Saludo de bienvenida a los asistentes
2- Información sobre Situación actual encontrada en el taller del Diagnostico social
3- Priorización de los problemas de contaminación y reforzar si falta otro aspecto
4- En un mapa ubicar la corriente en estudio en un antes, hoy y el mañana
5- Ubicar en los mapas lo más influyente en contaminación, y quienes son los causantes para identificar alternativa de descontaminación a un futuro.
6- Identificar el escenario tendencial, factible y finalmente el elegido
7- Finalización

ESCENARIOS

TENDENCIAL	FACTIBLE	IDEAL
Realizar unas campañas de educación para concientizar a las personas en la importancia del recurso hídrico, sin obtener un cambio en la quebrada de descontaminación.	La solución es realizar una planta de tratamiento para las aguas negras del casco urbano que son expulsadas directamente a la quebrada y así mejorar la calidad del agua, para uso pecuario y agrícola. Vigilancia y control a proyectos de riegos autorizados y los no autorizados.	**FUTUTO POSITIVO**: Que el recorrido de las fuentes este protegido por árboles y que corra más caudal ya que es el sitio paisajístico la cascada sin contaminación para bebederos de los animales y para riego, y que los proyectos que se realicen estén vigilados y controlados por las autoridades. **FUTURO NEGATIVO**: Que se incrementen los habitantes y la contaminación se aumente siendo un foco de enfermedades para los habitantes de la zona.

Las comunidades conocen de la importancia del plan de ordenamiento que se efectuara en la quebrada Belén y Magdalena por lo cual es compromiso de:

LA COMUNIDAD: realizar todo lo programado para la descontaminación de la quebrada en capacitaciones para mejorar sus conocimientos y aplicarlos para no ser agentes contaminadores.

LAS INSTITUCIONES: las instituciones educativas en cuanto a la formación de los niños y jóvenes para la protección del medio ambiente, las organizaciones existentes en tener una visión en cuanto al medio ambiente sano a pesar de ser diferentes sus líneas de trabajo

LOS GOBERNANTES: buscar los recursos para realizar los cambios que se deben tener en cuenta para la descontaminación, aplicar las sanciones cuando se viole la protección del recurso agua.

PLAN DE ORDENAMIENTO: debe ser la norma que se debe seguir en adelante ya que se busca es mejorar su calidad y cantidad del agua en la quebrada Belén y Magdalena para beneficio de toda la comunidad que requiere su uso para diferentes actividades y también se obtenga prioridad para proyectos que se realicen ante instituciones que le compete el tema de ambiente.

PRUDUCTO DE POSPECTIVA.

ANALISIS SOCIAL

Como base el Diagnostico Social Participativo encuentra problemas de contaminación que afectan la corriente en estudio, en la fase de prospectiva busca proyectar escenarios para definir la situación futura de esta, con los actores que conocen la situación del problema, a continuación se analizan cuáles son las necesidades e Intereses para identificar el escenarios factibles para la recuperación en cuanto a calidad y cantidad de la quebrada Belén y Magdalena.

Necesidades de la comunidad:

- Agua potable en buena calidad y cantidad
- Construcción del alcantarillado
- Agua para el uso exclusivo de agricultura
- Reforestación para protección de los nacimientos de agua y ronda hídrica
- Generar conciencia del cuidado del agua
- Gestión y mayor participación de las autoridades civiles, ambientales y policiacas para el cuidado de los recursos naturales
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales para viviendas
- Mayor control en las licencias y permisos ambientales
- Medidas de sanción a industrias y personas que contaminen el agua.

Intereses de la comunidad:

- Descontaminación desde el sitio de nacimiento de la quebrada
- Formular y ejecutar proyectos de saneamiento Básico
- Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Que las instituciones educativas le asigne una materia para protección del medio ambiente
- los proyectos que se desarrollen no afecten la comunidad que no se encuentra vinculada.

Acciones por parte de los actores involucrados:

Alcaldía Municipal*:*
- Planificación e implementación del Sistema de alcantarillado
- Inversión para la recuperación del recurso hídrico
- Construcción de acueductos para las veredas que no tiene agua
- Inversión en sistemas de tratamiento, pozos sépticos.

Autoridad Ambiental CORPONARIÑO:
- Implementar el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Belén y Magdalena.
- Contribuir al desarrollo sostenible de la región
- Adelantar gestiones para la descontaminación de la quebrada y mejoramiento del medio ambiente

Institución educativa Municipal*:*
- Elaborar y ejecutar el proyecto de educación ambiental PRAE, enfocado a la recuperación de la quebrada.
- Fomentar la educación ambiental a la comunidad educativa.

Comunidad:
- Organización de la Comunidad en cada sector para el cuidado y mantenimiento de la quebrada*.*
- Participación comunitaria.
- Gestión para el desarrollo de actividades de educación ambiental ante la secretaria de ambiente, CORPONARIÑO, Policía Ambiental, otros organismos
- Lograr mejor calidad de vida, mayores ingresos con menos impacto a la naturaleza.
- Efectuar campañas de limpieza de las corrientes existentes.
- Concientizar a través de líderes a la comunidad para que le den un buen uso al agua.

Actores Involucrados:
- Autoridades Gubernamentales
- CORPONARIÑÓ
- Institución Educativa Municipal
- Juntas de acción Comunales
- Juntas de Acueducto
- Nación

ESCENARIOS DE CALIDAD SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL

Teniendo en cuenta la continuación de la situación actual con el transcurrir de los años o la implementación de instrumentos de administración y control del recurso hídrico para la recuperación y mantenimiento de la calidad óptima del cauce principal de la quebrada Belén y Magdalena, los Escenarios de Calidad se dividen en Tendencial, Ideal y Factible.

Escenario Tendencial de Calidad

Corresponde a una proyección del escenario de calidad actual - 2014 del cauce principal de la quebrada Belén y Magdalena, considerando un aumento poblacional calculado para el año 2024.
En este escenario hay concentración de descargas domésticas y de alcantarillado que realizan los habitantes afectando la calidad del agua aumentado la contaminación a medida que los años pasan ya que se incrementa la población

Escenario Ideal de Calidad

Está encaminado a simular las condiciones de calidad óptimas que deben presentarse en cada uno de los tramos del cauce principal de la quebrada Belén y Magdalena, con el fin de cumplir con los criterios de calidad adoptados para cada uno de los usos del recurso hídrico definidos.

Escenario Factible de Calidad

El Escenario Ideal propuesto para el mejoramiento de la calidad del agua del cauce principal de la quebrada Belén y Magdalena está basado en la remoción de cargas contaminantes de aguas residuales vertidas que para su consecución o cumplimiento se requiere de la implementación, optimización y estabilización de sistemas o plantas de tratamiento que alcancen los porcentajes o niveles de remoción planteados.

Por lo tanto el Escenario Factible consiste en la simulación de condiciones de mejoramiento gradual de la calidad del agua proyectada a ejecutarse a tres, cinco y diez años, permitiendo así en el último año proyectado, alcanzar el Escenario Ideal propuesto.

DEFINICIÓN DE TRAMOS QUEBRADA BELÉN: Con la información obtenida y relacionando lo descrito en el capítulo IV, del decreto 3930 de 2010 con relación a los criterios de calidad para destinación del recurso, se determina que el cauce principal de las quebradas Belén se divide en tres tramos de la siguiente manera:

Cuadro 84. IDENTIFICACION DE TRAMOS

QUBRADA BELÉN	COORDENADAS		CARACTERISTICAS DEL TRAMO
	X	Y	
TRAMO BELÉN 1	957269,3	633519,2	Presencia de cultivos, pastos naturales y manejados, invasión de la ronda protectora, vertimientos individuales de viviendas
	956052,38	633807,99	
TRAMO BELÉN 2	956205,21	633800,40	Vertimientos urbanos del municipio de Sandoná, individuales y colectivos, invasión de la ronda hídrica, presencia residuos sólidos y uso de suelo urbano
	955693,78	633946,26	
TRAMO BELÉN 3	955693,78	633946,26	Vertimientos individuales, uso de suelo agrícola y pecuario, invasión de la ronda protectora, sector panelero.
	953164,9	635417,0	

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

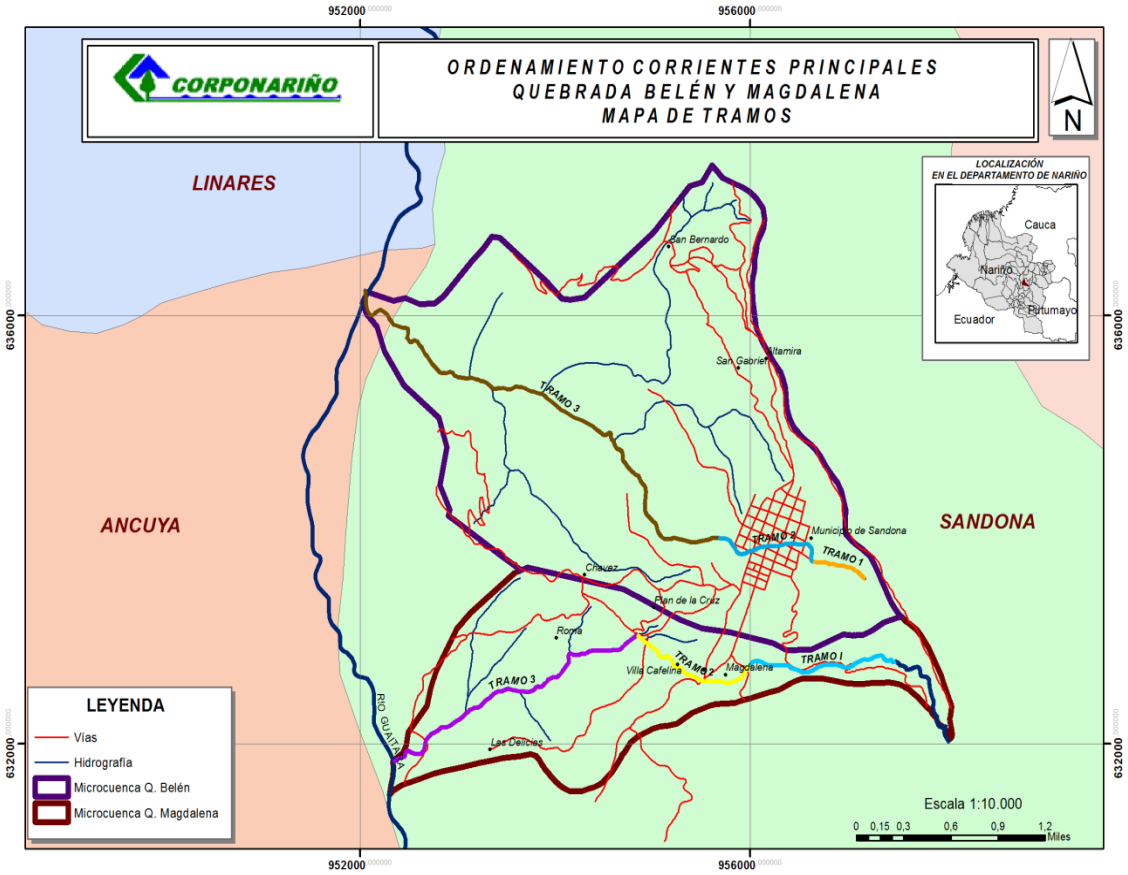
DEFINICIÓN DE TRAMOS QUEBRADA MAGDALENA: Con la información obtenida y relacionando lo descrito en el capítulo IV, del decreto 3930 de 2010 con relación a los criterios de calidad para destinación del recurso, se determina que el cauce principal de la quebrada Magdalena se divide en tres tramos de la siguiente manera:

Cuadro 85 IDENTIFICACION DE TRAMOS

QUEBRADA MAGDALENA	COORDENADAS		CARACTERISTICAS DEL TRAMO
	X	Y	
TRAMO MAG 1	958099,59	631744,30	Presencia de cultivos de caña, pastos manejados y naturales, invasión de la ronda hídrica, sistemas de abastecimiento en nacimientos cercanos a la fuente, zonas reforestadas y protegidas.
	955986,40	632713,05	
TRAMO MAG 2	955986,40	632713,05	Vertimientos urbanos, individuales, uso de suelo urbano y rural, invasión de ronda hídrica
	955480,26	632588,65	
TRAMO MAG 3	955480,26	632588,65	Vertimientos individuales, uso de suelo agrícola, invasión de la ronda hídrica, sector panelero.
	952422,64	632060,82	

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Mapa 9. I Tramo I Quebrada Belén



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Usos Potenciales

Criterios de Calidad

Los criterios de calidad acorde con lo estipulado en el artículo 19 del Decreto 3930 de 2010 se entienden como el conjunto de parámetros con sus respectivos valores que son utilizados para la asignación de usos al recurso y como base de decisión para el Ordenamiento del Recurso Hídrico y el establecimiento de los objetivos de calidad.

Actualmente se encuentran vigentes los criterios de calidad estipulados en el Decreto 1594 de 1984, hasta tanto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expida y defina los nuevos criterios de calidad para el uso de las aguas superficiales, subterráneas y marinas.

Considerando que algunos de los parámetros fisicoquímicos de gran importancia para la definición de la calidad del agua para la satisfacción de los usos asignados, actualmente no son contemplados por la Normatividad Ambiental Vigente, se ha diseñado para el presente Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico un cuadro basado en criterios de calidad obtenidos algunos de la Norma Nacional y otros adaptados de Normas Ambientales de aplicación Internacional, utilizando fundamentos técnicos encaminados a satisfacer los usos definidos.

En la siguiente tabla se presenta a partir del análisis del trabajo de campo cual es el uso del suelo sobre el área de influencia a lo largo de las dos fuentes fuente de estudio, se identificaron los usos de cada predio reconociendo sus características principales y consolidándolas de acuerdo al tramo de cada fuente.

Esto permite tener una claridad de hacia dónde se puede avanzar para la recuperación o mantenimiento de unas características naturales tales que permitan relacionar todos los componentes sociales, económicos, técnicos y ambientales en un escenario ambientalmente sostenible y socioeconómicamente aceptado.

Cuadro 86. USOS ACTUALES Y POTENCIALES

FUENTE	TRAMO	USO ACTUAL	IMPACTOS AMBIENTALES	USO POTENCIAL	ASPECTOS AMBIENTALES Y SOCIALES
QUEBRADA BELÉN	BELÉN 1	AGRICOLA Y PECUARIO	Ausencia de franja protectora Invasión de la fuente por ampliación de la frontera agrícola y pecuaria Presencia de vtos de viviendas	AGRCOLA, PECUARIO	Vivienda saludable Manejo agrícola adecuado Protección y manejo franja natural
	BELÉN 2	RECEPTORA VTOS	Vtos municipales Invasión de ronda hídrica Residuos solidos	ESTETICO - URBANO	Unificación vtos Corredor ambiental Ampliación Cobertura alcantarillado Interceptor todo sector urbano

	BELÉN 3	AGRICOLA Y PECUARIO	Invasión de ronda hídrica Invasión de la fuente por ampliación de la frontera agrícola y pecuaria Presencia del sector panelero	AGRICOLA, PECUARIO E INDUSTRIAL	Manejo agrícola adecuado Protección y manejo franja natural
QUEBRADA MAGDALENA	**MAG 1**	AGRICOLA Y PECUARIO	Ausencia de franja protectora Invasión de la fuente por el sector agropecuario Presencia de vtos de viviendas unifamiliares	AGRCOLA, PECUARIO	Vivienda saludable Manejo agrícola adecuado Protección y establecimiento franja natural
	MAG 2	RECEPTORA VTOS	Invasión de la fuente por ampliación de la frontera agrícola y pecuaria Vtos municipales Residuos solidos	AGRCOLA, PECUARIO Y PAISAJISTICO	Unificación vtos Corredor ambiental Ampliación Cobertura alcantarillado Manejo agrícola adecuado
	MAG 3	AGRICOLA Y PECUARIO	Invasión de ronda hídrica Invasión de la fuente por ampliación de la frontera agrícola y pecuaria Presencia del sector panelero	AGRICOLA, PECUARIO E INDUSTRIAL	Manejo agrícola adecuado Protección y manejo franja natural

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

A continuación se presenta los criterios de calidad para cada uso:

Cuadro 87. Criterios De Calidad Adaptados y Complementados Con Base En El Decreto 1594 de 1984 y Normas Internacionales Para Los Usos Planteados

USOS	CRITERIOS DE CALIDAD
Pecuario	➢ pH entre 5 y 9 ➢ OD > 3 mg/L ➢ DBO5 < 15 mg/L ➢ Nitratos + Nitritos < 100 mg/l. ➢ Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. ➢ Coliformes fecales ≤ 1000 microorg. /100 ml. ➢ Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 41
	➢ Criterios restrictivos aplicados a riego de frutas que se consuman sin quitar la cascara y a hortalizas de tallo corto. ➢ Olores Ofensivos y sustancias

Agrícola (Riego)	flotantes ausentes. ➢ pH entre 4,5 y 9 ➢ OD > 6 mg/L ➢ DBO5 < 3mg/L ➢ SST < 5 mg/l. ➢ Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. ➢ Coliformes fecales ≤ 1000 microorg. /100 ml. ➢ Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 40

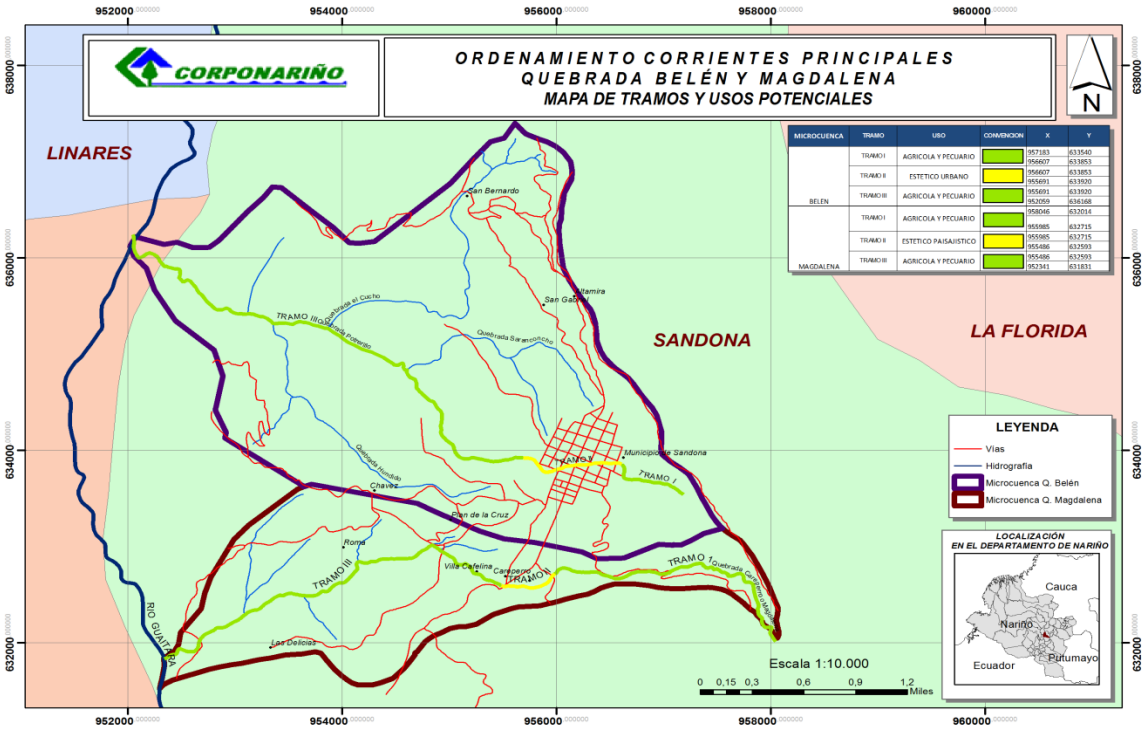
Fuente: Decreto 1594 del 84 y Dec 3930 del 2010.

Cuadro 88. Criterios de Calidad Uso Estético Urbano

USOS	CRITERIOS DE CALIDAD
Estético Urbano	➢ Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana. ➢ Ausencia de grasas y aceites que formen película visible. ➢ Ausencia de sustancias que produzcan olor. ➢ Eliminación de depósitos de lodos orgánicos ➢ Reducción de la carga orgánica ➢ Mejorar levemente los niveles de Oxígeno Disuelto de la fuente en el tramo o sector específico ➢ OD > 5 mg/L ➢ DBO5 < 15 mg/L ➢ SST < 40 mg/l. ➢ Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. ➢ Coliformes fecales ≤ 2000 microorg. /100 ml. ➢ Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 ➢ pH entre 5 y 9

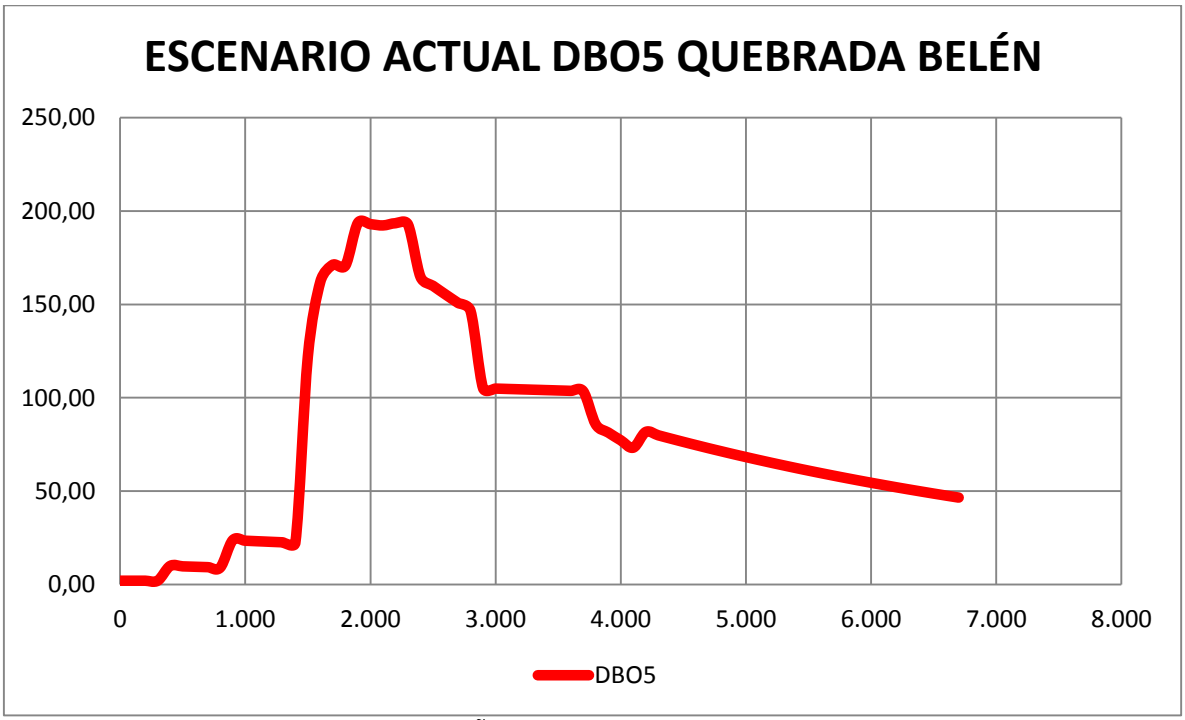
Fuente: Decreto 1594 del 1984.

Mapa 10. I TRAMO DE TRAMOS Y USOS POTENCIALES



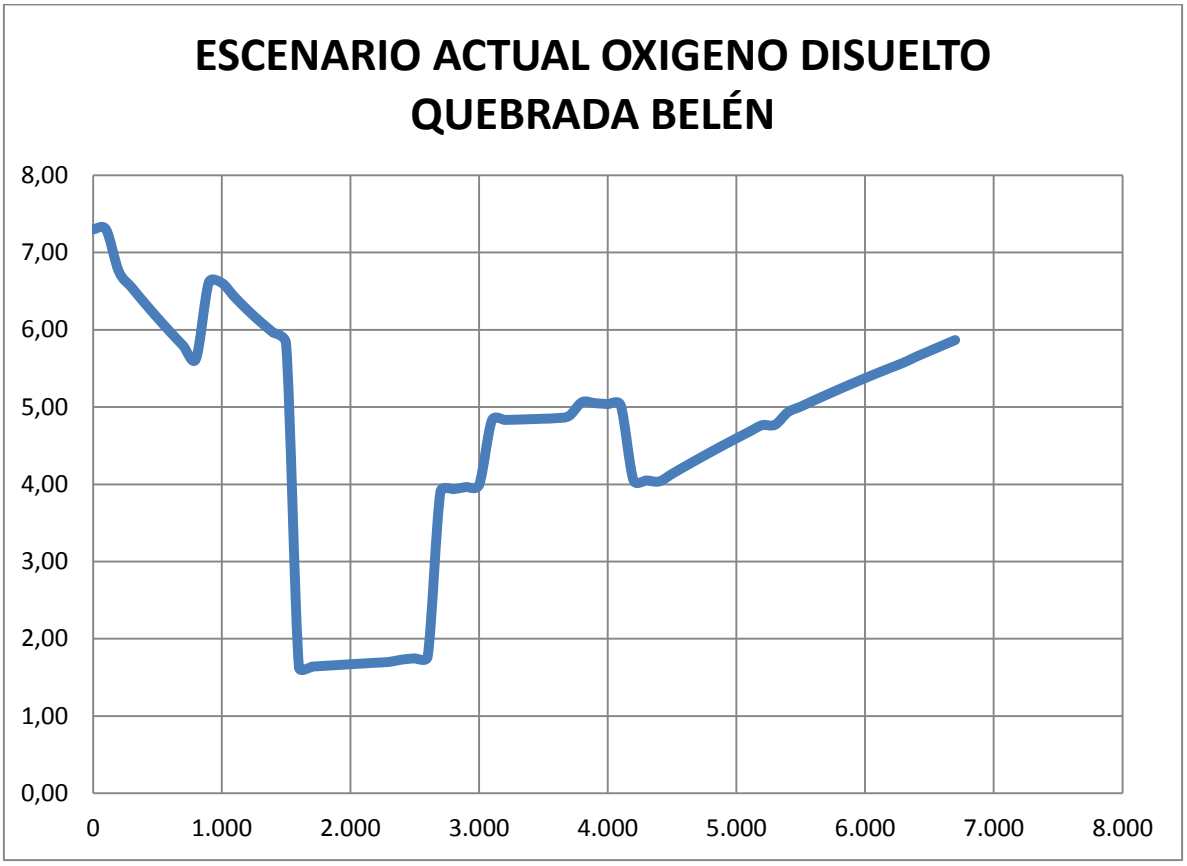
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 101. ESCENARIO ACTUAL QUEBRADA BELÉN



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 102. Escenario actual oxígeno disuelto Quebrada Belén



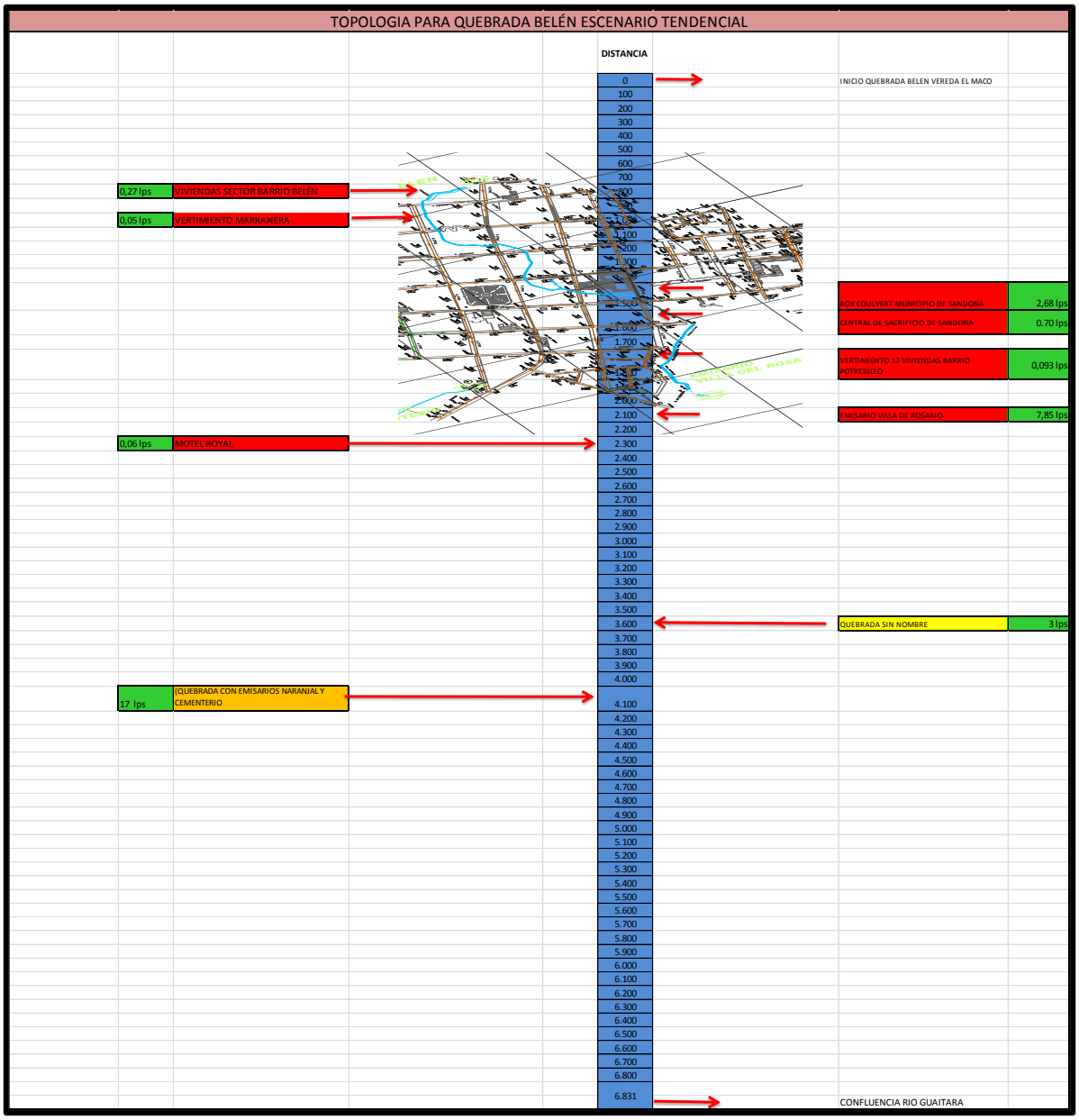
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

ESCENARIO TENDENCIAL QUEBRADA BELÉN

A partir de la información interpretada en el escenario actual, en el cual se relaciona el comportamiento del cauce principal de la quebrada Belén con sus diferentes entradas y salidas se ha proyectado un escenario tendencial, el cual relaciona un crecimiento de la población en el municipio de Sandoná a 10 años, incrementando las cargas contaminantes sobre la corriente principal de la Quebrada y sus afluentes.

Este escenario nos muestra una radiografía de las condiciones en la cual encontraríamos la quebrada Belén de no realizarse a largo plazo ningún tipo de tratamiento sobre los vertimientos puntuales sobre la fuente, cabe aclarar que si continua este tipo de afectación por vertimientos puntuales se acentúa una pérdida de oxígeno en los puntos sobre los cuales se identifica las entradas de los afluentes con una carga contaminante mayor, lo que ocasionaría perdida en la vida acuática y reducción de condiciones óptimas para uso agrícola del recurso en el cauce principal.

Figura 49. Topología escenario tendencial Quebrada Belén



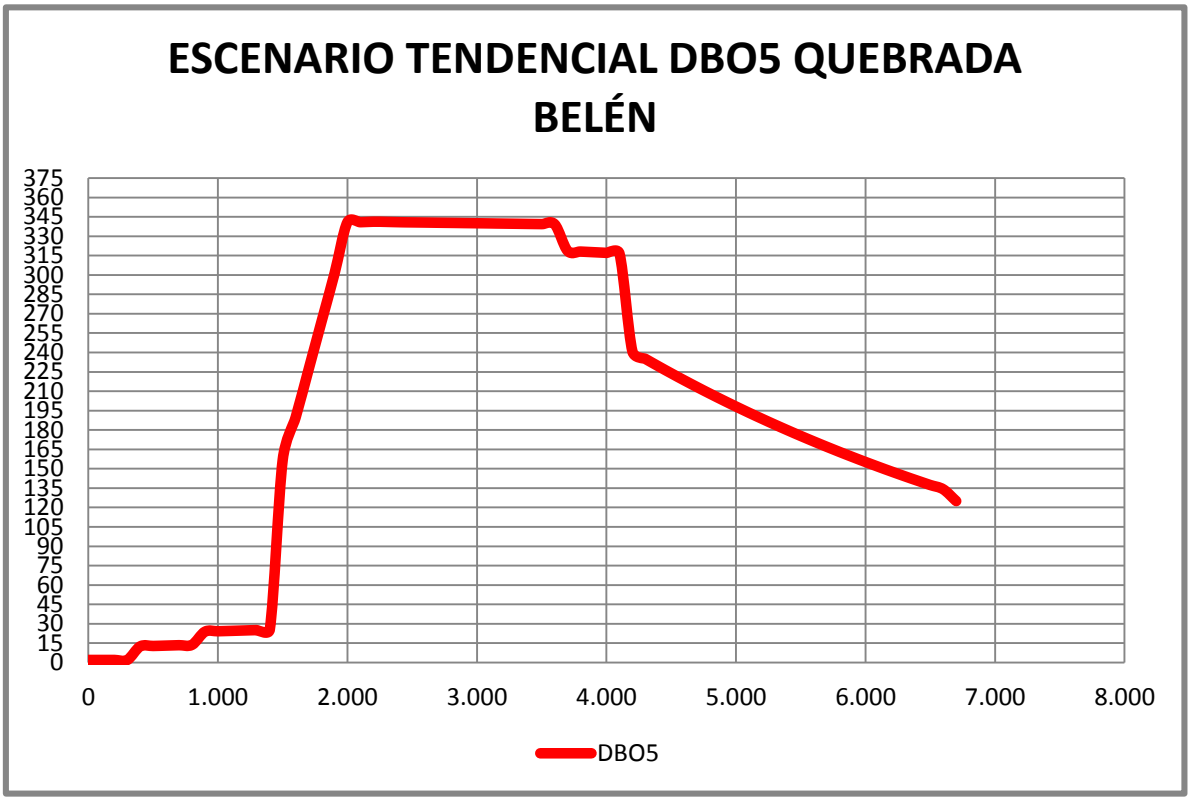
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 89. Cargas escenario tendencial Quebrada Belén

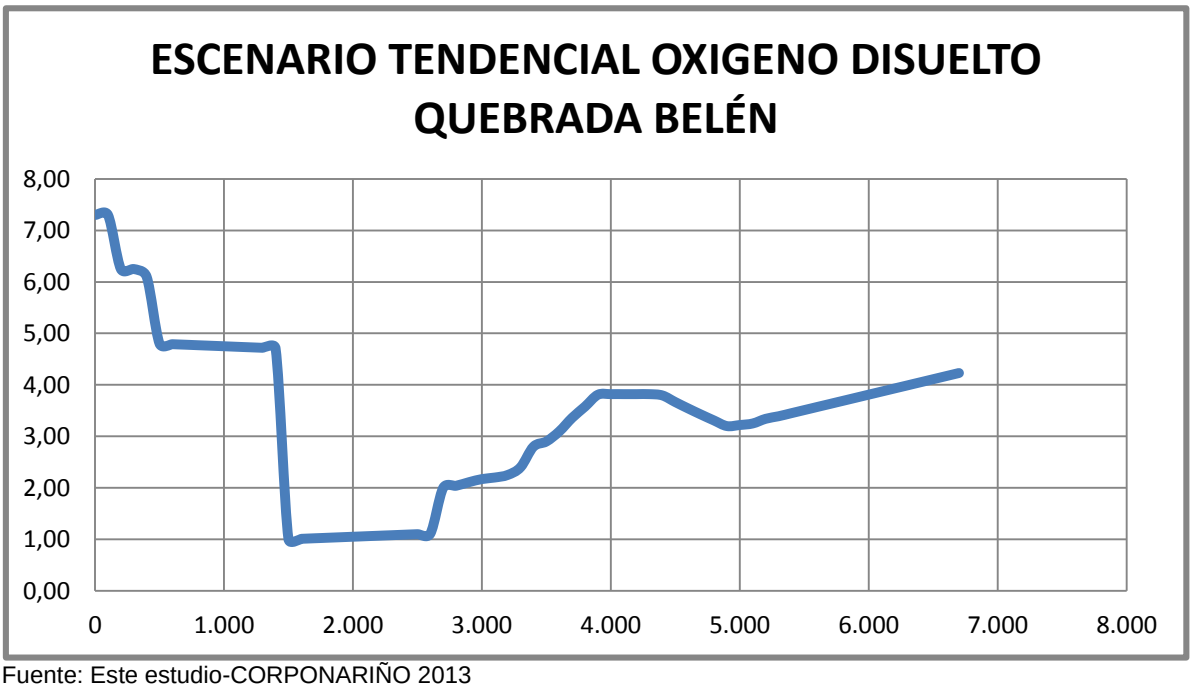
CALCULO DE CARGAS QUEBRADA BELÉN											
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	DOMESTICO									
		POBLACION 2023 (hab)	POBLACION 2013 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	CAUDAL (L/S)	[] (SS) (mg/l) teorica (RAS)	[] (DBOs) (mg/l) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/l) teorica (RAS)	Carga Teorica DBO (Kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)	Carga Teorica GYA (kg/dia)
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO BELEN	QB-1	174,0811238	150	135	0,27200176	250	250	50	5,88	5,88	1,18
VERTIMIENTO MARRANERA	QB-2			300	0,05	800	1100	200	3,46	4,75	0,86
VERTIMIENTO CENTRO CASCO URBANO BOX	QB-3	5025,141772	4330	135	7,85178402	250	250	50	169,60	169,60	33,92
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO POTRERILLO	QB-4	69,6324495	60	135	0,09375	250	250	50	2,03	2,03	0,41
VERTIMIENTO CENTRAL DE SACRIFICIO	QB-5				0,7	1600	1100	224	32,26	22,18	4,52
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	QB-6	1716,43988	1479	135	2,68193731	250	250	50	57,93	57,93	11,59
VERTIMIENTO HOTEL VILLA DEL ROSARIO	QB-7	37,1373064	32	160	0,06877279	250	250	50	1,48549226	1,48549226	0,29709845
VERTIMIENTO QUEBRADA BELEN AGUAS ABAJO	QB-8				3	10	3,8	5	2,592	0,98496	1,296
VERTIMIENTO QUEBRADA SARANCOCHO	QB-9				17	24,61	272	6,25	36,147168	399,5136	9,18

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 103. Escenario tendencial DB05 Quebrada Belén



Grafica 104. Escenario tendencial oxígeno disuelto Quebrada Belén



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

DESCRIPCIÓN ESCENARIO TENDENCIAL DE CADA VERTIMIENTO Y AFLUENTES IDENTIFICADOS

- Con respecto al barrio belén en este escenario tendencial continuará sin servicio de alcantarillado, y realizando descargas directas sobre el cauce principal.

- Con respecto a la marranera del barrio Belén esta continuará con una descarga de este tipo de aguas residuales, cabe aclarar que no se contará con ningún tipo de sistema de tratamiento, y por ende descargando directamente sobre la fuente hídrica.

- Para el caso del box culvert en este escenario tendencial nos indica las condiciones en la cual encontraríamos la quebrada Belén de no realizarse a largo plazo ningún tipo de tratamiento sobre los vertimientos puntuales que descargan sobre la corriente mencionada, cabe resaltar que para el caso de box se contempló el aumento de la población con un porcentaje del 1,5% anual la cual descargará sin ningún tipo de tratamiento previo.

- Con respecto al barrio potrerillo en el escenario tendencial para el año 2024 es que se continuará sin servicio de alcantarillado, y realizando descargas directas y sin previo tratamiento sobre el cauce principal.

- Para el caso de la central de sacrificio del municipio de Sandoná en el escenario tendencial en el año 2024 es que se continuará prestando el servicio de sacrificio de animales y dando incumplimiento al plan de cierre presentado ante CORPONARIÑO, además de que el sistema de tratamiento no cumpla con la eficiencia en remoción del 80% como se contempla en el dec. 1594/84.

- Con respecto al colector Villa del Rosario en el escenario tendencial para el año 2023 es que se continuará descargando directamente y sin previo tratamiento, sobre el cauce principal.

- Con respecto al hotel Royal en el escenario tendencial para el año 2024 es que se continuará sin servicio de alcantarillado, y realizando descargas directas sin previo tratamiento sobre el cauce principal, cabe resaltar que para el año 2024 este establecimiento no ha tramitado ningún tipo de permiso ante la autoridad ambiental

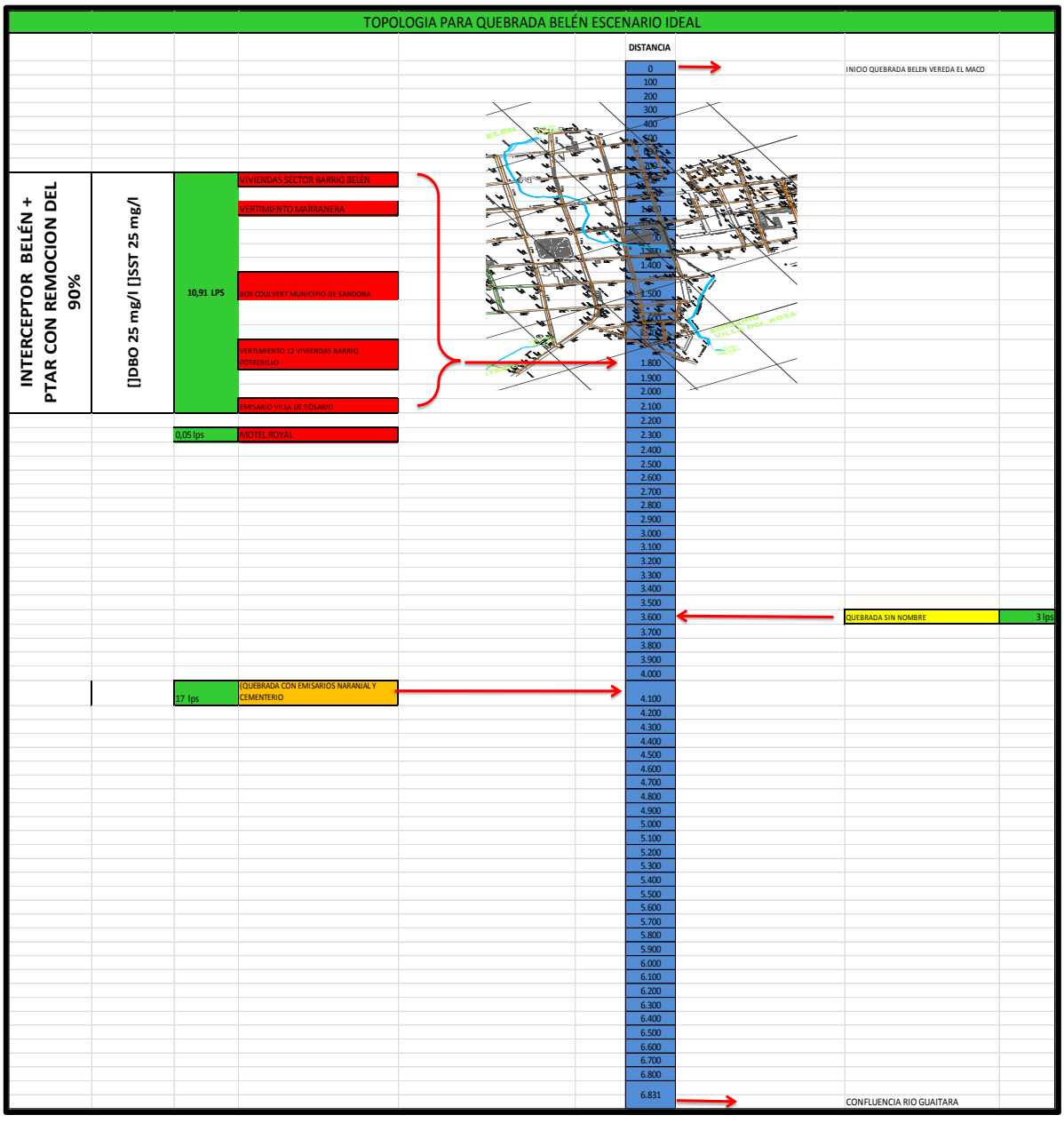
- Para el caso de la quebrada Sarancocho esta seguirá afectada principalmente por las descargas directas y sin tratamiento de los colectores el naranjal y cementerio por lo tanto esta corriente afectaría significativamente la quebrada fuente de estudio, ocasionando que los usos potenciales del agua no se cumplan.

ESCENARIO IDEAL QUEBRADA BELÉN

A partir de la interpretación de los parámetros involucrados en el comportamiento del escenario actual con la interpretación y proyección de un crecimiento de la población a 10 años, se proyecta el escenario ideal el cual corresponde a aquel escenario en el cual el tratamiento para los colectores del Box y Villa del Rosario del municipio de Sandoná con una remoción del 80%, además de la construcción de un colector que recuperaría toda la

parte de casco urbano del municipio en mención. el comportamiento bajo estas características nos entrega los siguientes resultados:

Cuadro 90. Topología escenario ideal Quebrada Belén



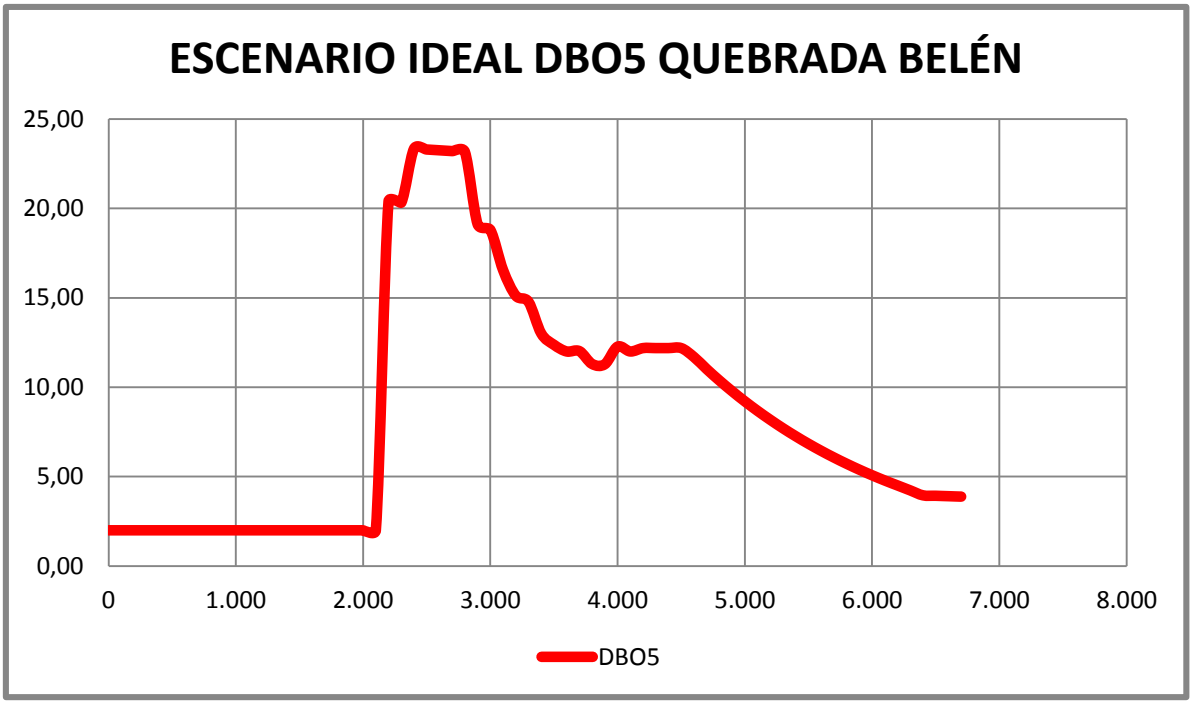
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 91. Cargas escenario ideal Quebrada Belén

CALCULO DE CARGAS QUEBRADA BELÉN ESCENARIO IDEAL												
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	DOMESTICO										
		POBLACION ESCENARIO IDEAL	POBLACION 2023 (hab)	POBLACION 2013 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	CAUDAL (L/S)	[] (SS) (mg/l) teorica (RAS)	[] (DBOs) (mg/l) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/l) teorica (RAS)	Carga Teorica DBO (Kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)	Carga Teorica GYA (kg/dia)
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO BELEN	QB-1	174,0811238	174,0811238	150	135	0,27200176	UNIFICACION DE VERTIMIENTOS Y DESCOLE FINAL EN EL INTERCEPTOR					
VERTIMIENTO MARRANERA	QB-2				300	0,05						
VERTIMIENTO CENTRO CASCO URBANO BOX	QB-3	5268,855346	5025,141772	4330	135	7,85178402						
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO POTRERILLO	QB-4		69,6324495	60	135	0,1088007						
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	QB-6	6985,295226	1716,43988	1479	135	10,9145238	25	25	5	23,58	23,58	4,72
VERTIMIENTO HOTEL ROYAL	QB-7		37,1373064	32	160	0,06877279	50	50	10	0,29709845	0,29709845	0,05941969
VERTIMIENTO QUEBRADA BELEN AGUAS ABAJO	QB-8					3	10	3,8	5	2,592	0,98496	1,296
VERTIMIENTO QUEBRADA SARANCOCHO	QB-9					17	54,4	4,922	6,25	79,90272	7,2294336	9,18

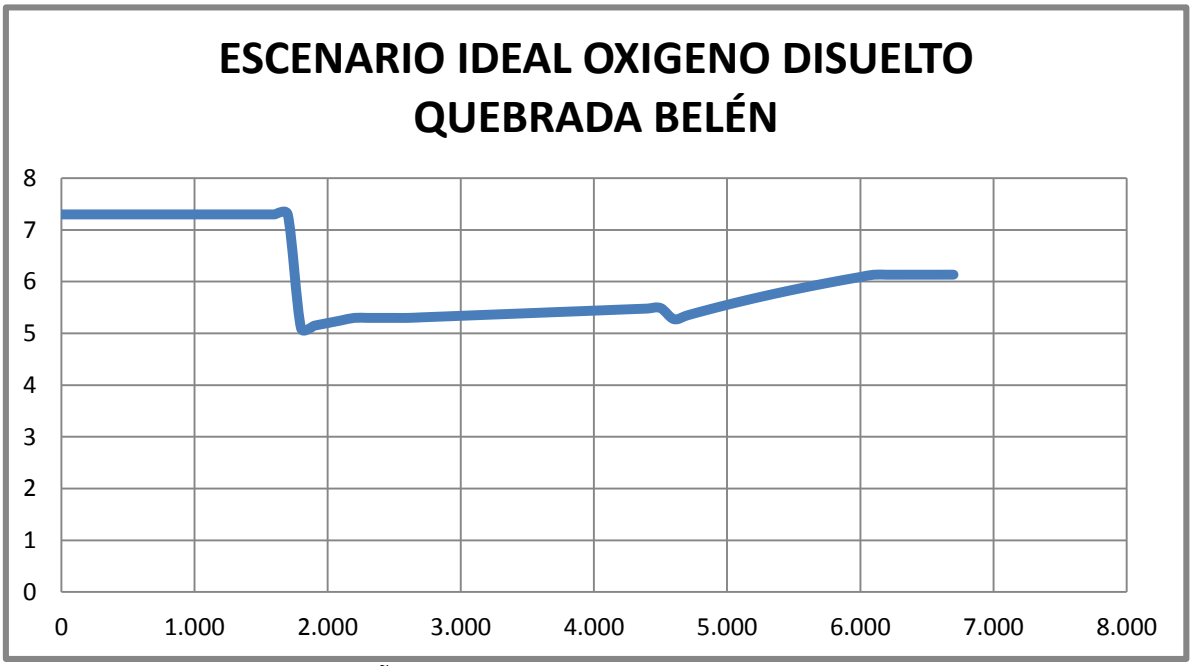
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 105. Escenario Ideal DB05 Quebrada Belén



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 106. Escenario Ideal oxígeno disuelto Quebrada Belén



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

DESCRIPCIÓN ESCENARIO IDEAL DE CADA VERTIMIENTO Y AFLUENTES IDENTIFICADOS

- El escenario ideal nos muestra una radiografía de las condiciones en la cual encontraríamos la quebrada Belén de tomar medidas a corto, mediano y largo plazo sobre todos los usuarios que afectan el recurso hídrico, cabe aclarar que de tratar este tipo de afectación por vertimientos puntuales se recuperaría todo el tramo dos de la quebrada en mención además de las condiciones paisajísticas del municipio. Para el caso del barrio belén en este escenario se plantea la construcción de un interceptor el cual ayudara a que todos los usuarios de este barrio descarguen directamente sobre éste y posteriormente conducirlo hacia la planta de tratamiento ubicada al finalizar el colector villa del Rosario.

- Con respecto a la marranera esta descargará sus aguas residuales al interceptor, cabe aclarar que de continuar con la actividad de cría y engorde de porcinos este deberá tramitar permiso de vertimientos con una remoción del 80% de eficiencia en su sistema planteado.

- Con respecto al barrio potrerillo en el escenario Ideal para el año 2023 es que se contará con servicio de alcantarillado, el cual a su vez descargara sobre el vertimiento del box el cual contara con un sistema de tratamiento con el 90% en remoción

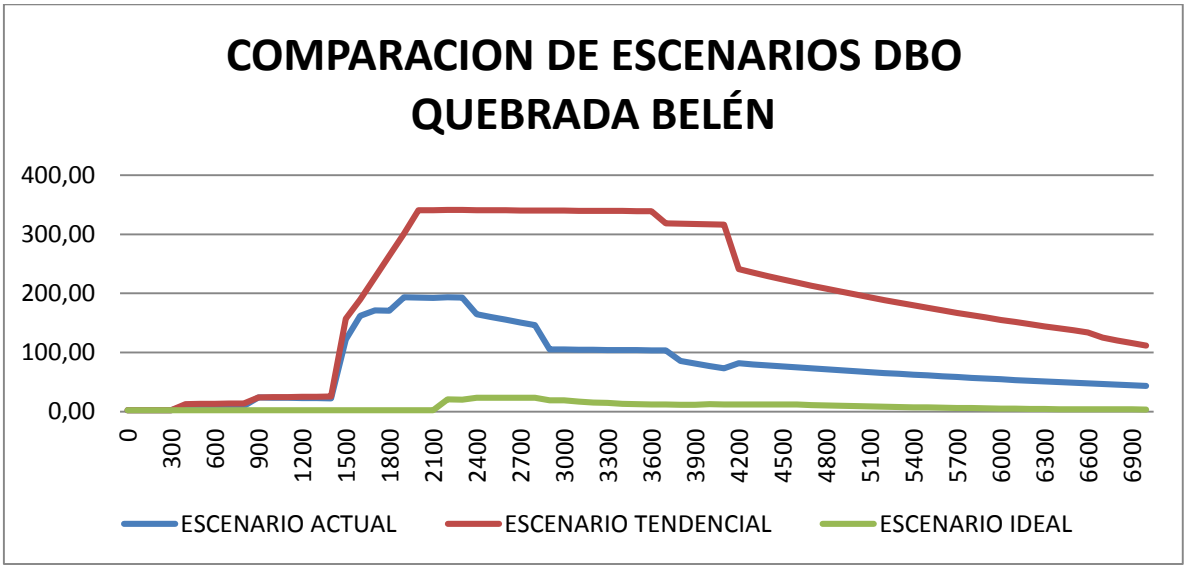
- Con respecto al colector Villa del Rosario en el escenario ideal para el año 2023 es que se unificaran colectores junto con el del box ya que así solo se construiría un sistema de tratamiento para todos los colectores ubicados sobre la quebrada Belén. Cabe resaltar que con esta unificación se minimizaran costos en cuanto a descontaminación del recurso hídrico.

- Con respecto al hotel Royal en el escenario ideal para el año 2023 es que el establecimiento operará con un permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO donde se contempla una remoción del 80% de eficiencia antes de la descarga.

- Para el caso de la quebrada Sarancocho disminuirá su afectación debido a que los colectores que descargan sobre esta quebrada contaran con un sistema de tratamiento con una remoción del 80%.

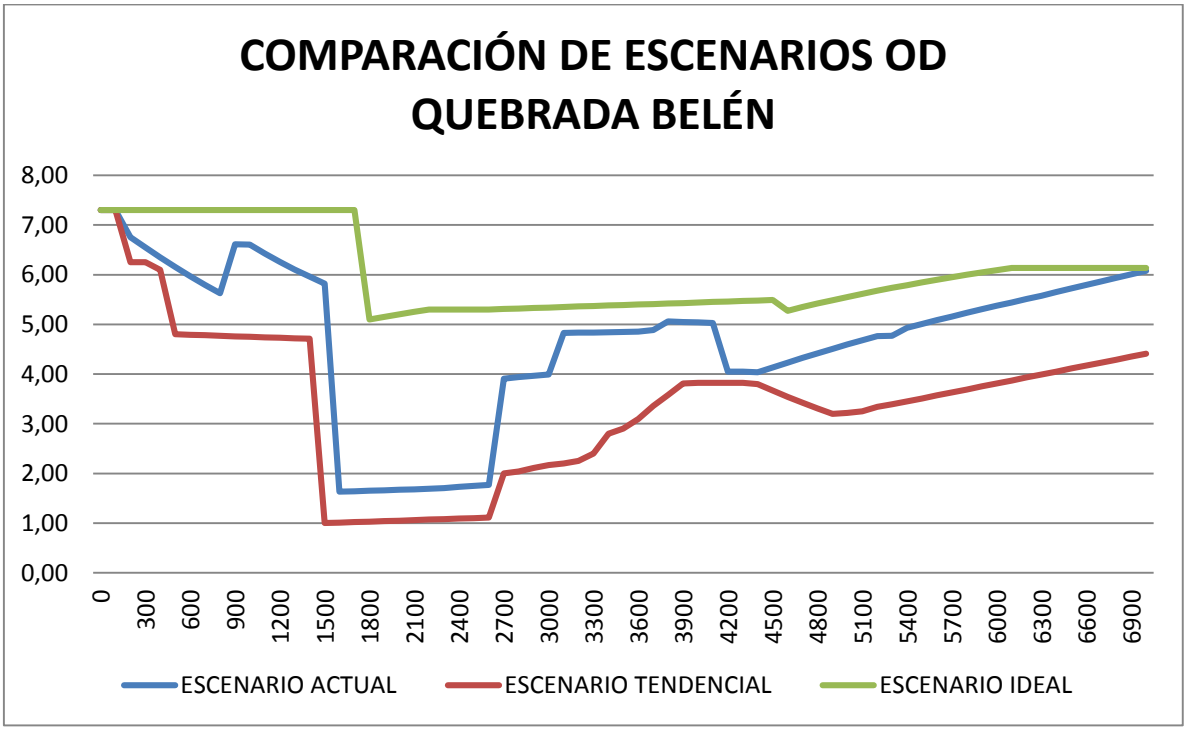
En la gráfica siguiente se presenta una gráfica comparativa de los escenarios tendencial, actual e ideal de la quebrada Belén, donde se observa el comportamiento con respecto al parámetro DEMANDA BIOQUIMICA de OXIGENO.

Grafica 107. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS CON RESPECTO A DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO



En la gráfica siguiente se presenta una gráfica comparativa de los escenarios tendencial, actual e ideal de la quebrada Belén, donde se observa el comportamiento con respecto al parámetro de OXIGENO DISUELTO.

Grafica 108. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS CON RESPECTO A OXIGENO DISUELTO

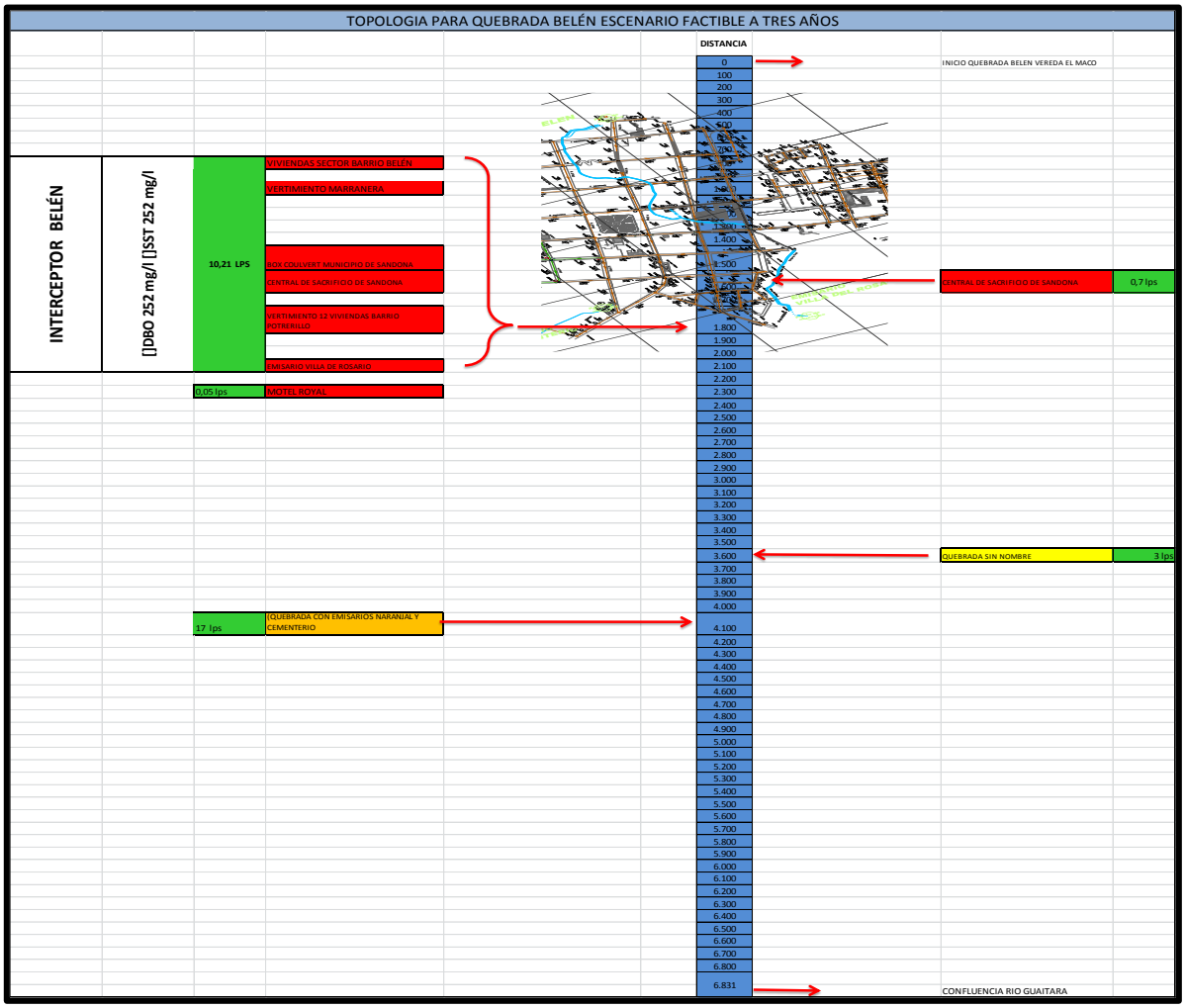


ESCENARIO FACTIBLE A TRES AÑOS QUEBRADA BELÉN:

Para el planteamiento del escenario factible se tiene en cuenta por un lado los factores críticos que influyen en el estado actual de la fuente, así como los actores que los producen y por otro lado poder cuantificar y proyectar a futuro el estado de la fuente sin ningún tipo de intervención permite establecer una necesidad clara de intervención así como el otorgamiento de responsabilidades a los actores que hacen parte, por esto se establece el escenario factible descrito a continuación.

A partir de la construcción del interceptor se puede continuar con los programas de recuperación que se vienen adelantando desde el tramo Belén II de la fuente, estos están enfocados principalmente en la implementación y consolidación del corredor ambiental (franja protectora), vivienda saludable, buenas prácticas del sector productivo y el control y vigilancia de nuevos vertimientos.

Cuadro 92. Topología escenario factible a tres años Quebrada Belén



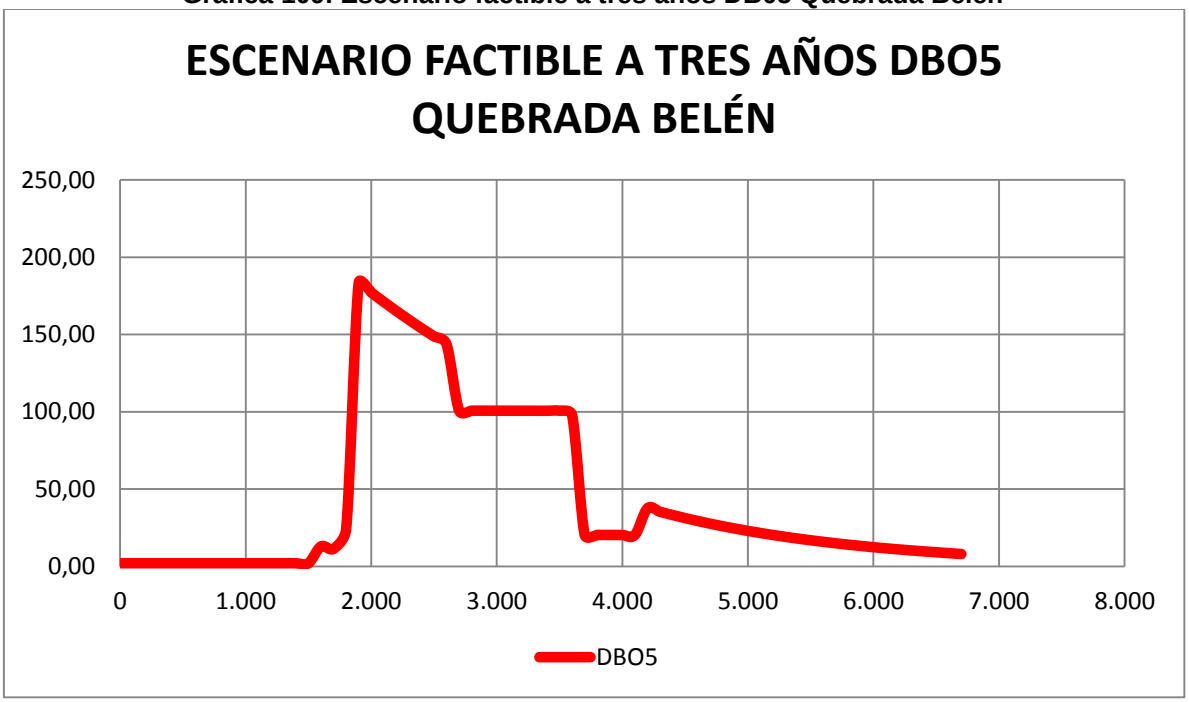
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 93. Cargas escenario factible a tres años Quebrada Belén

CALCULO DE CARGAS QUEBRADA BELÉN ESCENARIO FACTIBLE A TRES AÑOS											
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	DOMESTICO									
		POBLACION 2016 (hab)	POBLACION 2013 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	CAUDAL (L/S)	[] (SS) (mg/l) teorica (RAS)	[] (DBO_5) (mg/l) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/l) teorica (RAS)	Carga Teorica DBO (Kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)	Carga Teorica GYA (kg/dia)
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO BELEN	QB-1	156,8517563	150	135	0,24508087	252,782196	254,299758	50,7587807	5,35	5,38	1,07
VERTIMIENTO MARRANERA	QB-2			300	0,05						
VERTIMIENTO CENTRO CASCO URBANO BOX	QB-3	4527,787364	4330	135	7,07466776						
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO POTRERILLO	QB-4	62,7407025	60	135	0,09803235						
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	QB-6	1546,558317	1479	135	2,41649737						
VERTIMIENTO CENTRAL DE SACRIFICIO	QB-5				0,7	550	800	224	11,09	16,13	4,52
VERTIMIENTO HOTEL VILLA DEL ROSARIO	QB-7	33,461708	32	160	0,06196613	50	50	10	0,26769366	0,26769366	0,05353873
VERTIMIENTO QUEBRADA BELEN AGUAS ABAJO	QB-8				3	10	3,8	5	2,592	0,98496	1,296
VERTIMIENTO QUEBRADA SARANCOCHO	QB-9				17	24,61	272	6,25	36,147168	399,5136	9,18

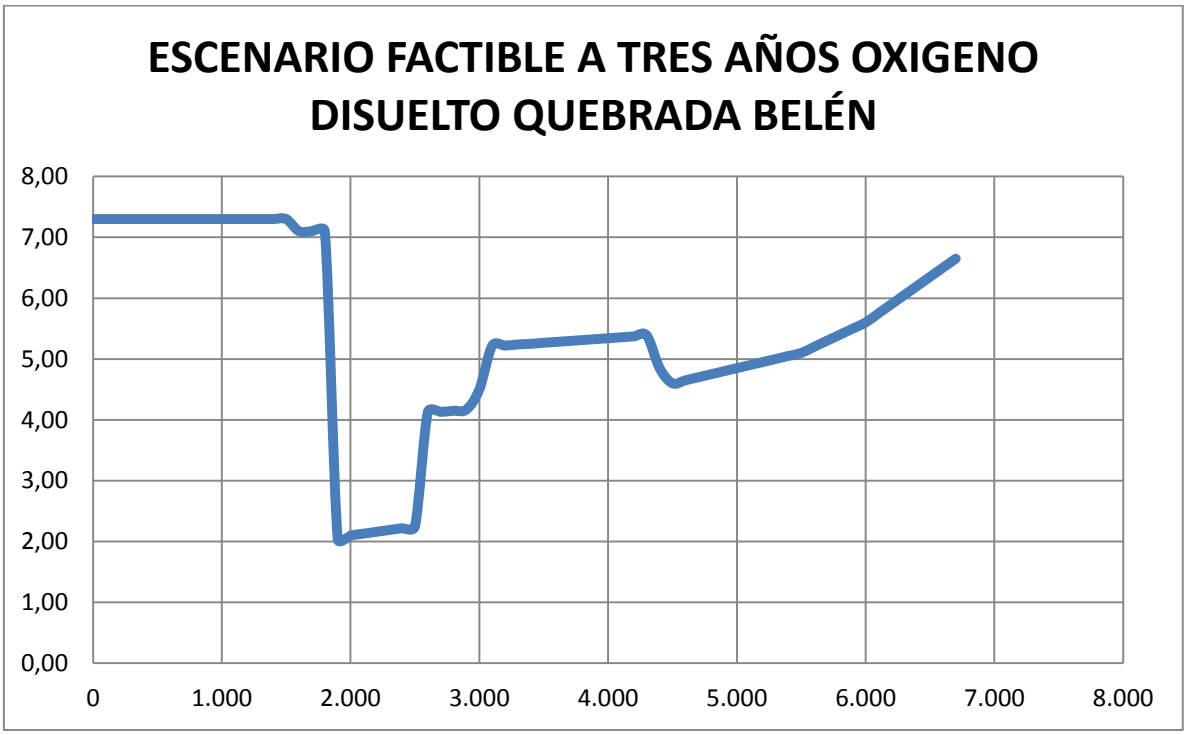
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 109. Escenario factible a tres años DB05 Quebrada Belén



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 110. Escenario factible a tres años oxígeno disuelto Quebrada Belén



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

ESCENARIO FACTIBLE A TRES AÑOS QUEBRADA BELÉN:

- El escenario factible a tres años nos muestra las condiciones en la cual encontraríamos la quebrada Belén de tomar medidas a corto plazo sobre todos los usuarios que afectan el recurso hídrico para este escenario se debe contemplar la construcción de un interceptor el cual será receptor de todas las descargas directas de vertimientos partiendo del barrio belén hasta la confluencia con el vertimiento de villa del rosario.

- Con respecto al barrio potrerillo este contara en el escenario factible a tres años con servicio de alcantarillado el cual será conducido hacia el interceptor

- Para el colector villa del rosario en el escenario factible a tres años se contempla la construcción del interceptor el cual su punto de finalización es en esta zona donde se unificaran vertimientos de origen doméstico.

- Con respecto a la central de sacrificio se contempla una optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales provenientes del sacrificio de animales con el fin de minimizar la carga contaminante dispuesta sobre la quebrada Belén. Cabe aclarar que esta optimización solo quedara vigente hasta que cumplan el tiempo de cinco años tiempo contemplado el plan de cierre.

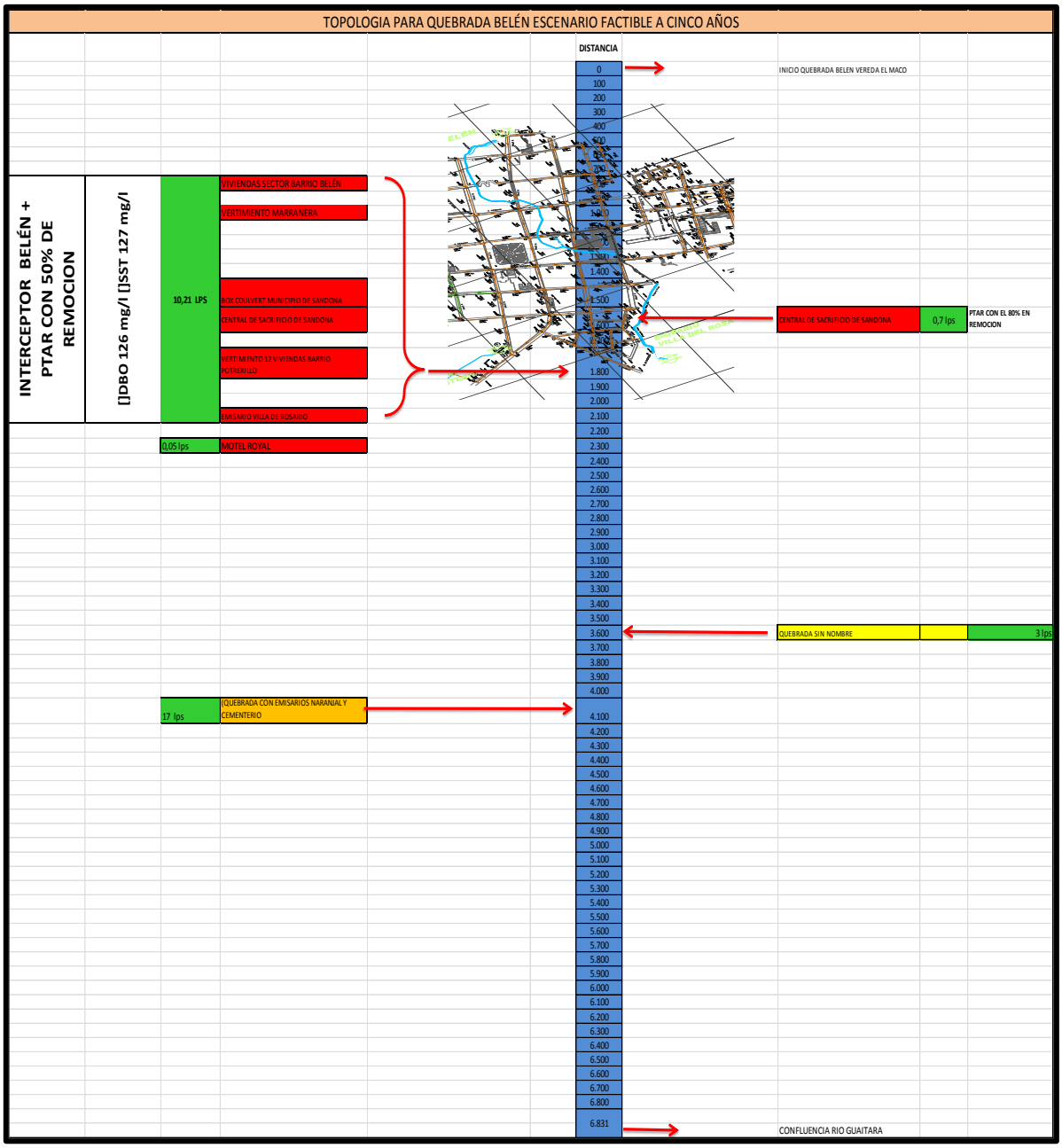
- Para el caso del hotel Royal en este escenario factible a tres años contará con debido permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO teniendo en cuenta una remoción del 80% en su sistema de tratamiento.

- La quebrada sarancocho por ser receptora de los vertimientos de dos colectores provenientes del alcantarillado del municipio de Sandoná en este escenario se contempla la unificación de estos vertimientos con el fin de minimizar el impacto generado sobre esta zona.

ESCENARIO FACTIBLE A CINCO AÑOS QUEBRADA BELÉN:

La quebrada Belén a la fecha en los tramos 1,2 y 3 ha mejorado ostensiblemente en su calidad gracias a los programas que viene desarrollando la alcaldía en colaboración de CORPONARIÑO, el Departamento y la Nación que han permitido reestablecer la ronda hídrica en el tramo 2 y se está avanzando en los tramos 1 y 3, al igual que los programas de vivienda saludable representado en viviendas con un manejo adecuado tanto de sus aguas residuales como de los residuos sólidos que producen y por último los predios aledaños a la fuente en los tramos 1 y 3 han desarrollado e implementado sistemas productivos que cuentan con sistemas agrosilvopastoriles y manejo adecuado de cada una de las parcelas.

Cuadro 94. Topología escenario factible a cinco años Quebrada Belén



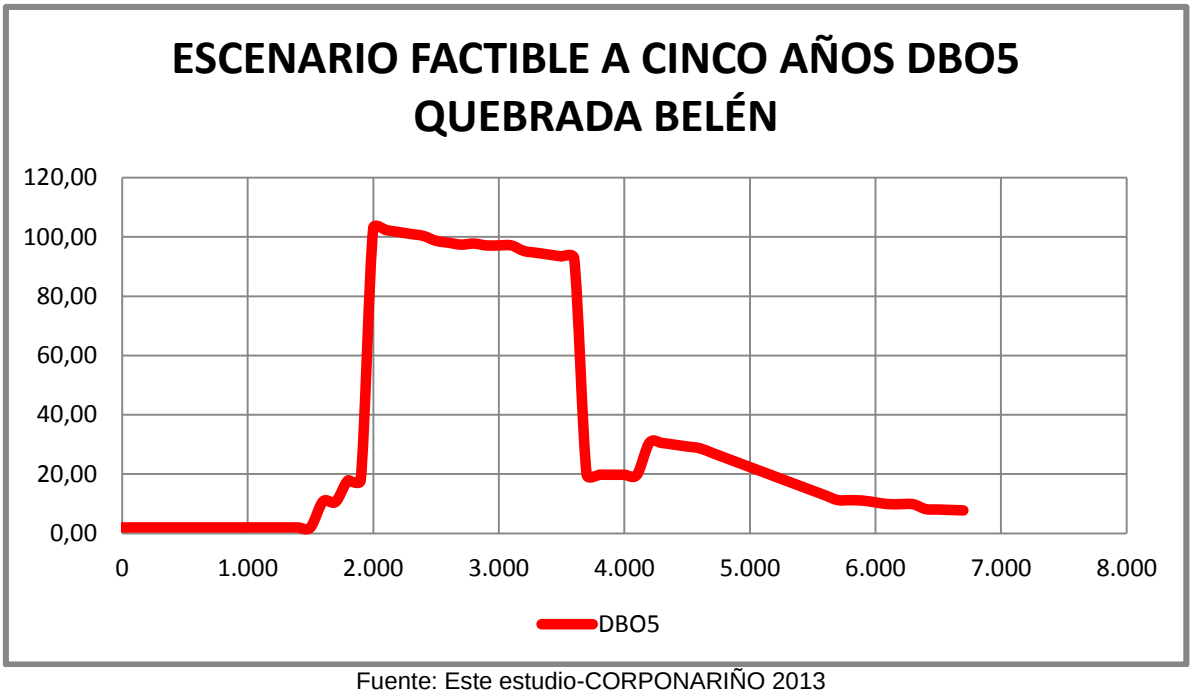
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 95. Cargas escenario factible a cinco años Quebrada Belén

CALCULO DE CARGAS QUEBRADA BELÉN ESCENARIO FACTIBLE A CINCO AÑOS OK												
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	DOMESTICO										
		POBLACION 2019 (hab)	POBLACION 2013 (hab)	POBLACION 2013 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	CAUDAL (L/S)	[] (SS) (mg/l) teorica (RAS)	[] (DBOs) (mg/l) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/l) teorica (RAS)	Carga Teorica DBO (Kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)	Carga Teorica G Y A (kg/dia)
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO BELEN	QB-1	161,5926006	156,8517563	150	135	0,25248844						
VERTIMIENTO MARRANERA	QB-2				300	0,05						
VERTIMIENTO CENTRO CASCO URBANO BOX	QB-3	4527,787364	141,1665806	4330	135	7,07466776	126,391098	127,149879	25,3793904	108,02	108,67	21,69
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO POTRERILLO	QB-4	62,7407025	141,1665806	60	135	0,09803235						
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	QB-6	1546,558317	141,1665806	1479	135	2,41649737						
VERTIMIENTO CENTRAL DE SACRIFICIO	QB-5					0,7	220	320	40	4,44	6,45	0,81
VERTIMIENTO HOTEL VILLA DEL ROSARIO	QB-7	33,461708	167,30854	32	160	0,06196613	50	50	10	0,26769366	0,26769366	0,053538733
VERTIMIENTO QUEBRADA BELEN AGUAS ABAJO	QB-8					3	10	2,8	5	2,592	0,72576	1,296
VERTIMIENTO QUEBRADA SARANCOCHO	QB-9					17	125	125	6,25	183,6	183,6	9,18

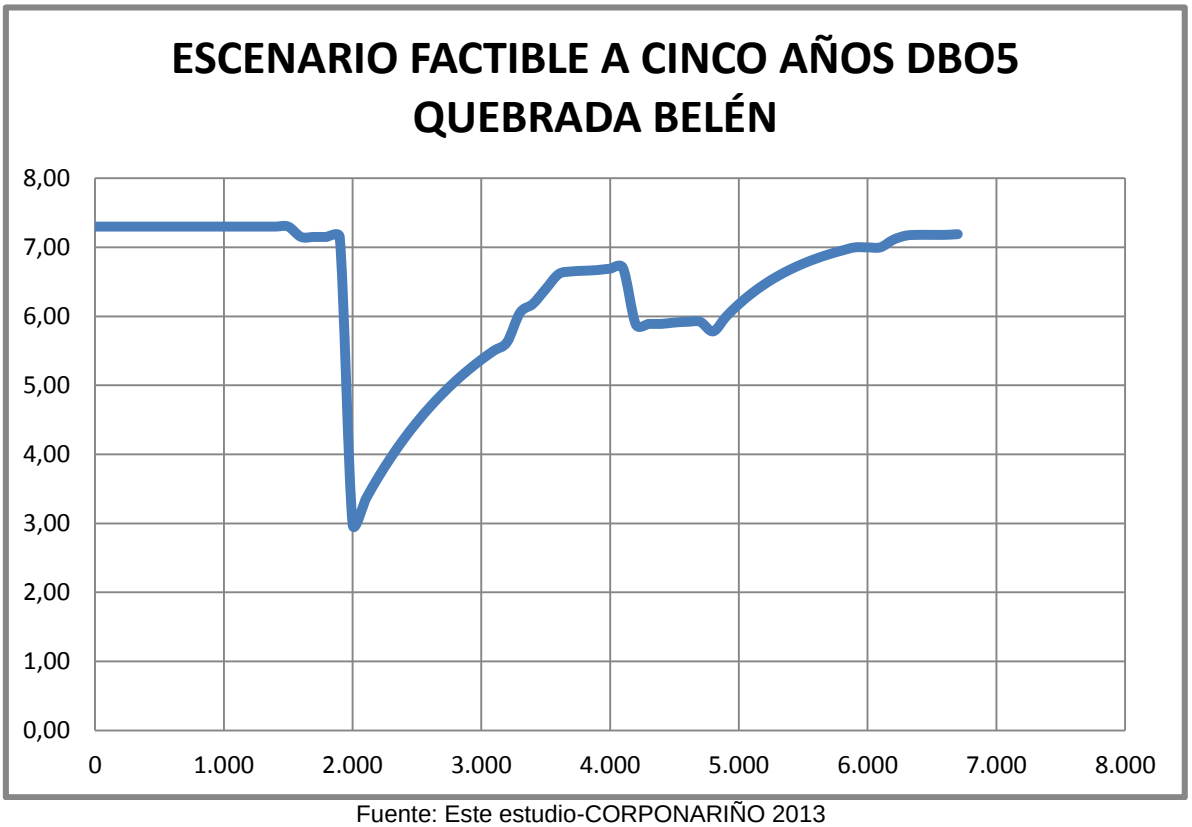
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 111. Escenario factible a cinco años DB05 Quebrada Belén



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 112. Escenario factible a cinco años DB05 Quebrada Belén



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

- En un escenario factible a cinco años ya está contemplado el interceptor partiendo del barrio belén hasta la confluencia con el vertimiento de villa del rosario, Con respecto al barrio potrerillo este contara en el escenario factible a cinco años con servicio de alcantarillado el cual será conducido hacia el interceptor. Teniendo en cuenta lo anterior se construirá una planta de tratamiento de aguas residuales con una remoción del 50% de eficiencia en las unidades

- Con respecto a la central de sacrificio se contempla una optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales provenientes del sacrificio de animales con una remoción del 80% con el fin de minimizar la carga contaminante dispuesta sobre la quebrada Belén. Cabe aclarar que esta optimización solo quedara vigente hasta que cumplan el tiempo de cinco años tiempo contemplado en el plan de cierre presentado ante la autoridad ambiental.

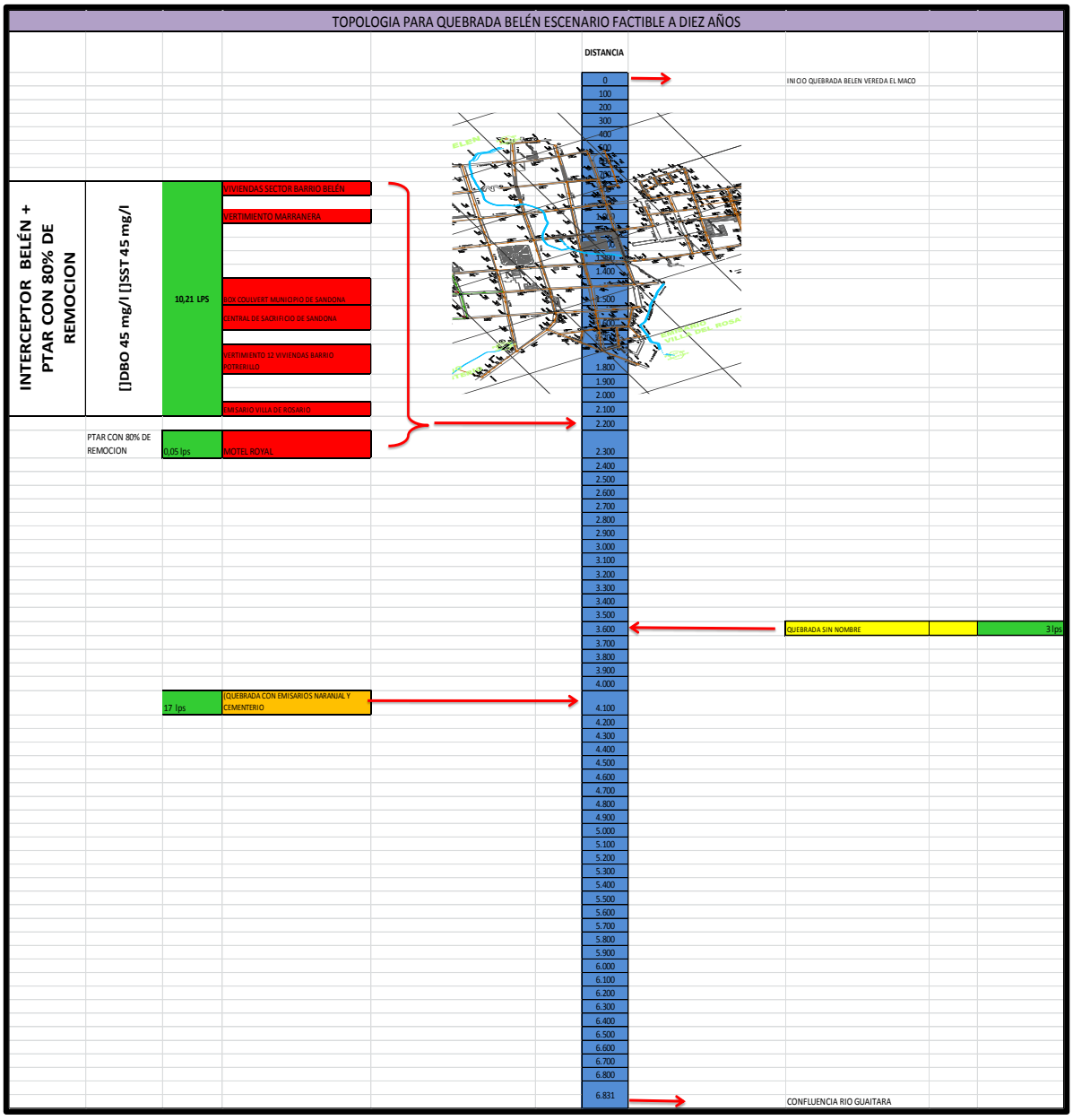
- Para el caso del hotel Royal en este escenario factible a cinco años contará con el debido permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO teniendo en cuenta una remoción del 80% en su sistema de tratamiento.

- Para el escenario factible a cinco años y teniendo en cuenta que no se pueden unificar los colectores el naranjal y cementerio con el box, se implementara un sistema de tratamiento primario el cual removerá el 50% de carga contaminante antes de la descarga hacia la quebrada, esto garantizará los usos actuales y potenciales de toda esta zona de influencia de la quebrada Belén.

ESCENARIO FACTIBLE A DIEZ AÑOS QUEBRADA BELÉN:

- El municipio de Sandoná cuenta con una PTAR ubicada en el tramo 2 del sector comprendido entre el barrio Belén y el colector villa del Rosario que remueve el 80% en carga contaminante, con este porcentaje de remoción la quebrada Belén será apta para los diferentes tipos de usos potenciales en el tramo 3.
- Al cabo de 10 años la quebrada Belén ha mejorado significativamente en su calidad con la construcción del colector interceptor de los vertimientos municipales.
- El ICA de la quebrada Belén se encuentra catalogada como regular y conserva unas características que han permitido a la población tanto del casco urbano como de las zonas rurales aledañas a las fuentes disfrutar de los beneficios estéticos, naturales y posibilidades de uso en la actividad agropecuaria principalmente.

Cuadro 96. Topología escenario factible a Diez años Quebrada Belén



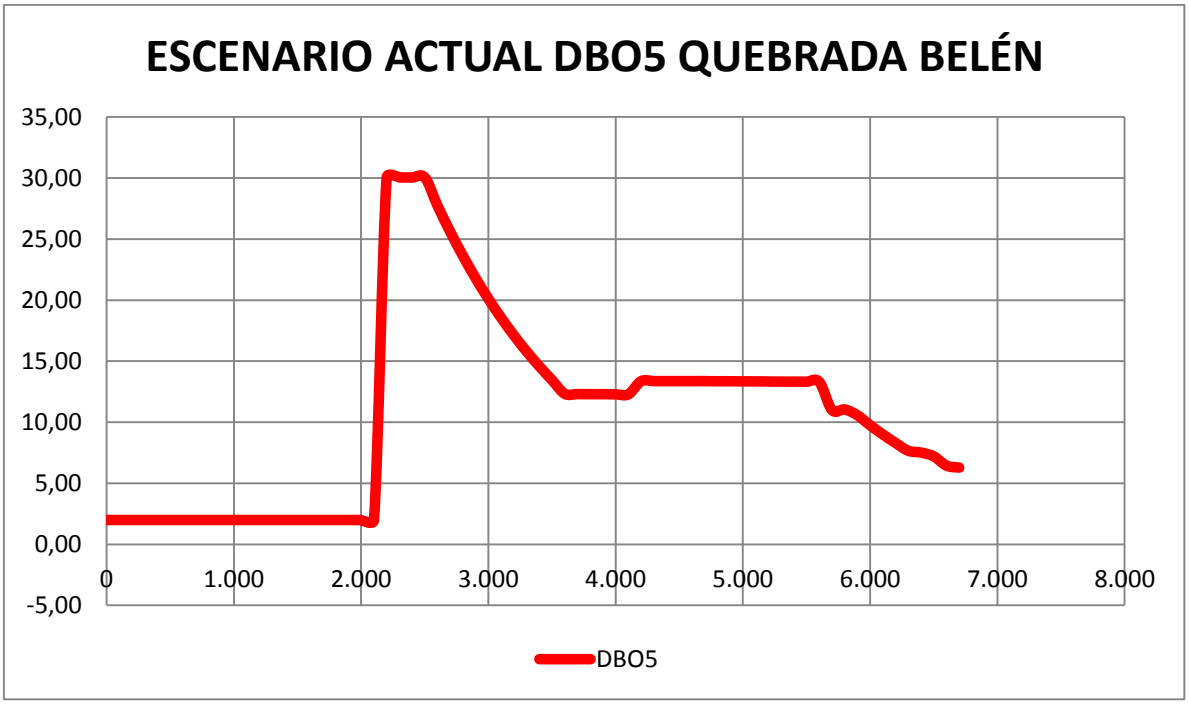
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 97. Cargas escenario factible a Diez años Quebrada Belén

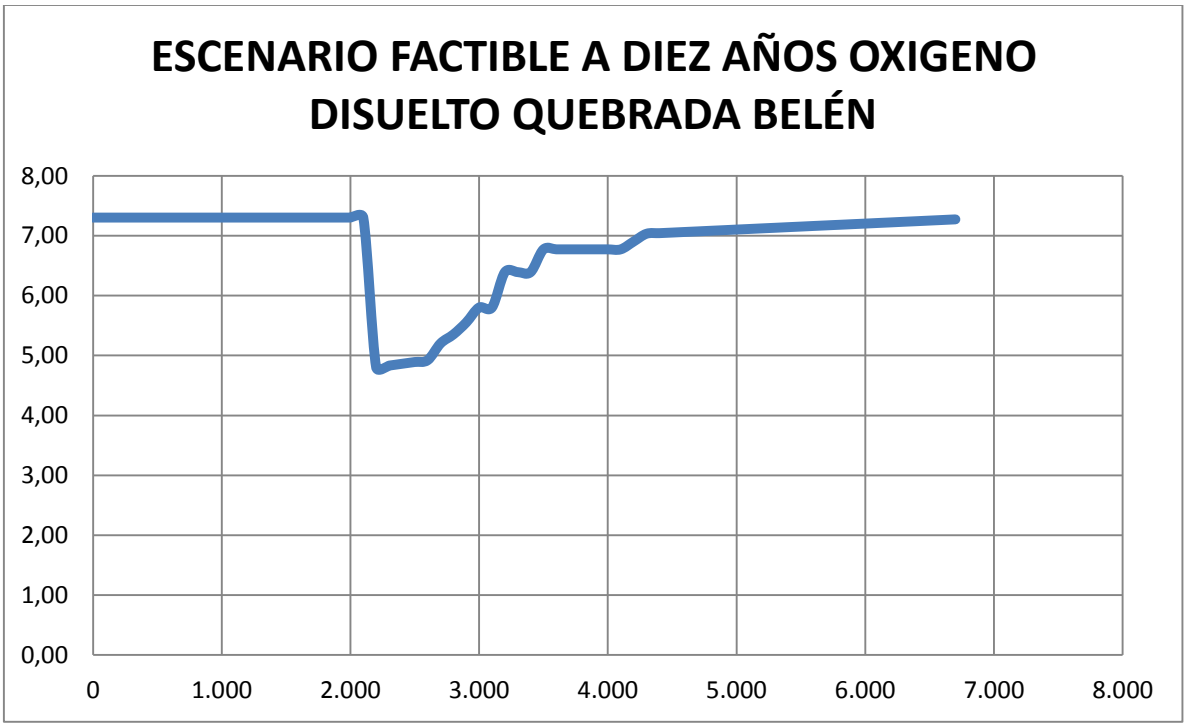
CALCULO DE CARGAS QUEBRADA BELÉN ESCENARIO FACTIBLE A DIEZ AÑOS OK													
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	DOMESTICO											
		POBLACION 2023 (hab)	POBLACION 2016 (hab)	POBLACION 2013 (hab)	POBLACION 2013 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	CAUDAL (L/S)	[] (SS) (mg/l) teorica (RAS)	[] (DBO_5) (mg/l) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/l) teorica (RAS)	Carga Teorica DBO (Kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)	Carga Teorica G Y A (kg/dia)
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO BELEN	QB-1	174,0811238	161,5926006	156,851756	150	135	0,27200176						
VERTIMIENTO MARRANERA	QB-2					300	0,05						
VERTIMIENTO CENTRO CASCO URBANO BOX	QB-3	5025,141772	4527,787364	141,166581	4330	135	7,07466776	45,575524	45,8491337	9,15158609	43,18	43,43	8,67
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO POTRERILLO	QB-4	69,6324495	62,7407025	141,166581	60	135	0,09803235						
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	QB-6	1716,43988	1546,558317	141,166581	1479	135	2,41649737						
VERTIMIENTO HOTEL royal	QB-7	37,1373064	33,461708	167,30854	32	160	0,06196613	50	50	10	0,26769366	0,26769366	0,05353873
VERTIMIENTO QUEBRADA BELEN AGUAS ABAJO	QB-8						3	10	3,8	5	2,592	0,98496	1,296
VERTIMIENTO QUEBRADA SARANCOCHO	QB-9						17	12,305	54,4	6,25	18,073584	79,90272	9,18

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 113. Escenario actual DB0 Quebrada Belén



Grafica 114. Escenario factible a diez años oxigeno Quebrada Belén



- En un escenario factible a diez años nos representa una realidad a la que le apuntamos en la etapa de prospectiva donde la gestión y las obras del municipio de Sandoná serán de gran importancia para el desarrollo regional sostenible; las obras que deben estar ejecutadas para el año 2023 son las siguientes: el interceptor partiendo del barrio belén hasta la confluencia con el vertimiento de villa del rosario, con el cual se recuperaría la quebrada de la parte occidental del municipio, Con respecto al barrio potrerillo este contara en el escenario factible a diez años con servicio de alcantarillado el cual será conducido hacia el interceptor. Teniendo en cuenta lo anterior se construirá una planta de tratamiento de aguas residuales con una remoción del 80% de eficiencia en las unidades de tratamiento antes de la descarga.

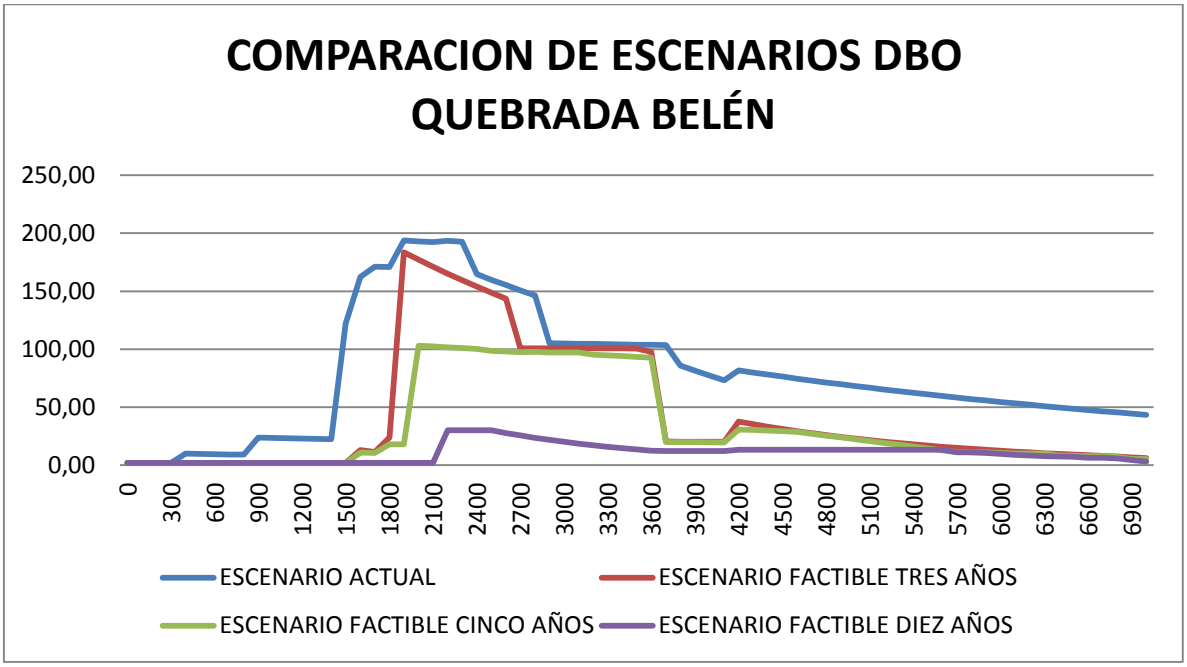
- Para el caso del hotel Royal en este escenario factible a Diez años continuará con la remoción del 80% en su sistema de tratamiento contemplada en el permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO.

- Para el escenario factible a diez años y teniendo en cuenta que no se pueden unificar los colectores el naranjal y cementerio con el box, se implementara para el año 2024 un sistema de tratamiento primario y secundario el cual removerá el 80% de carga contaminante antes de la descarga hacia la quebrada Belén en el tramo III.

- Con respecto a la central de sacrificio se contempla para el escenario factible a diez años que este ya debe estar reubicado y ya no debe estar operando en el actual lugar, dicha reubicación se deberá realizar según lo contemplado en el ESQUEMA de ORDENAMIENTO TERRITORIAL (EOT) actualizado y aprobado por la autoridad competente. con base en lo anterior dicho vertimiento ya no generará ningún tipo de afectación industrial.

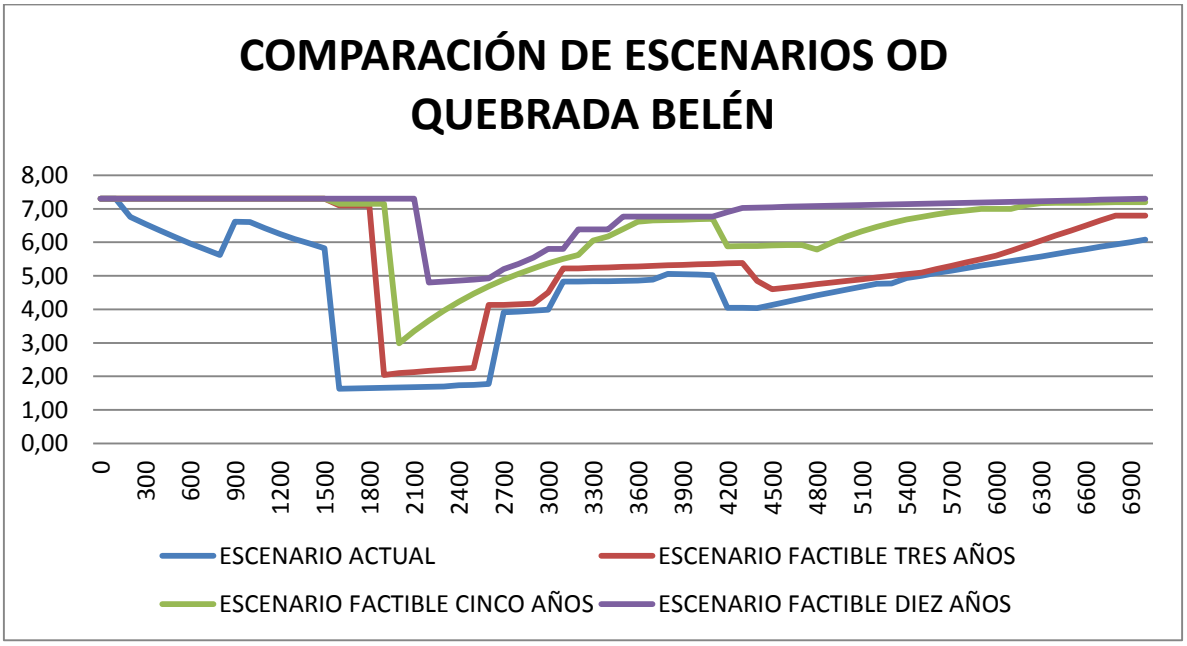
En la gráfica siguiente se presenta un comparativo de los escenarios actual y factible a tres, cinco y diez años de la quebrada Belén, donde se observa el comportamiento con respecto al parámetro de DEMANDA BIOQUIMICA OXIGENO.

Grafica 115. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS CON RESPECTO A DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO



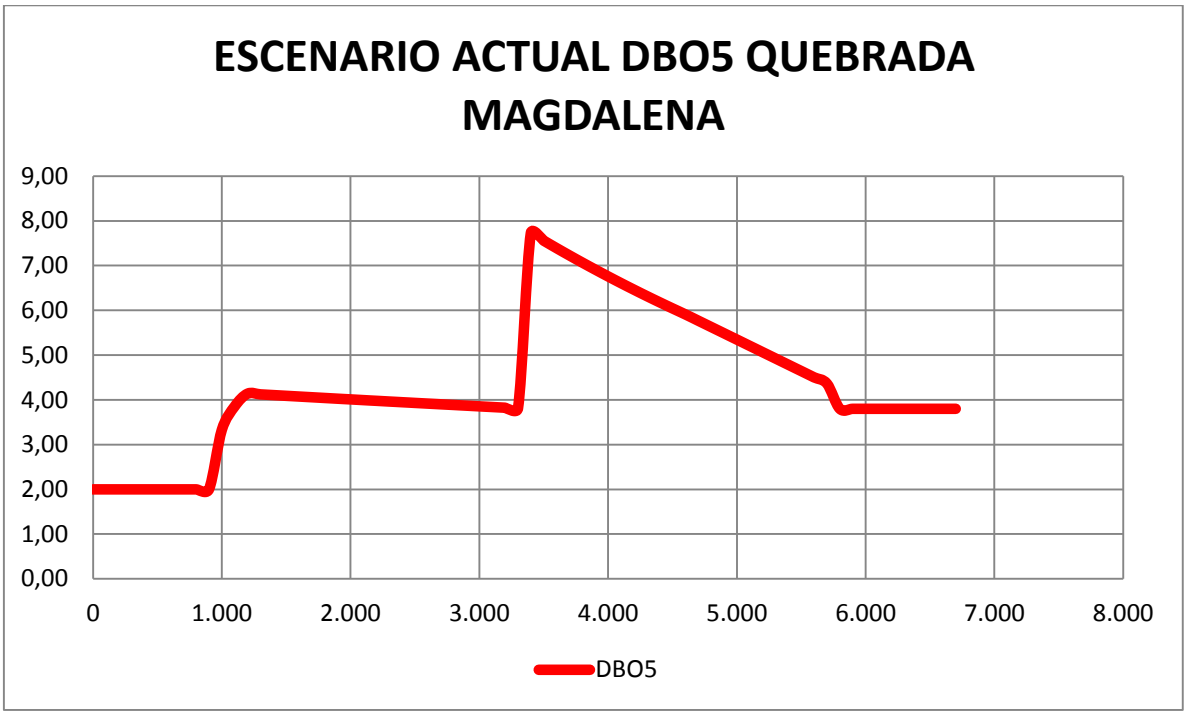
En la gráfica siguiente se presenta una gráfica comparativa del escenario actual y factible a tres, cinco y diez años de la quebrada Belén, donde se observa el comportamiento con respecto al parámetro de OXIGENO DISUELTO.

Grafica 116. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS CON RESPECTO A OXIGENO DISUELTO

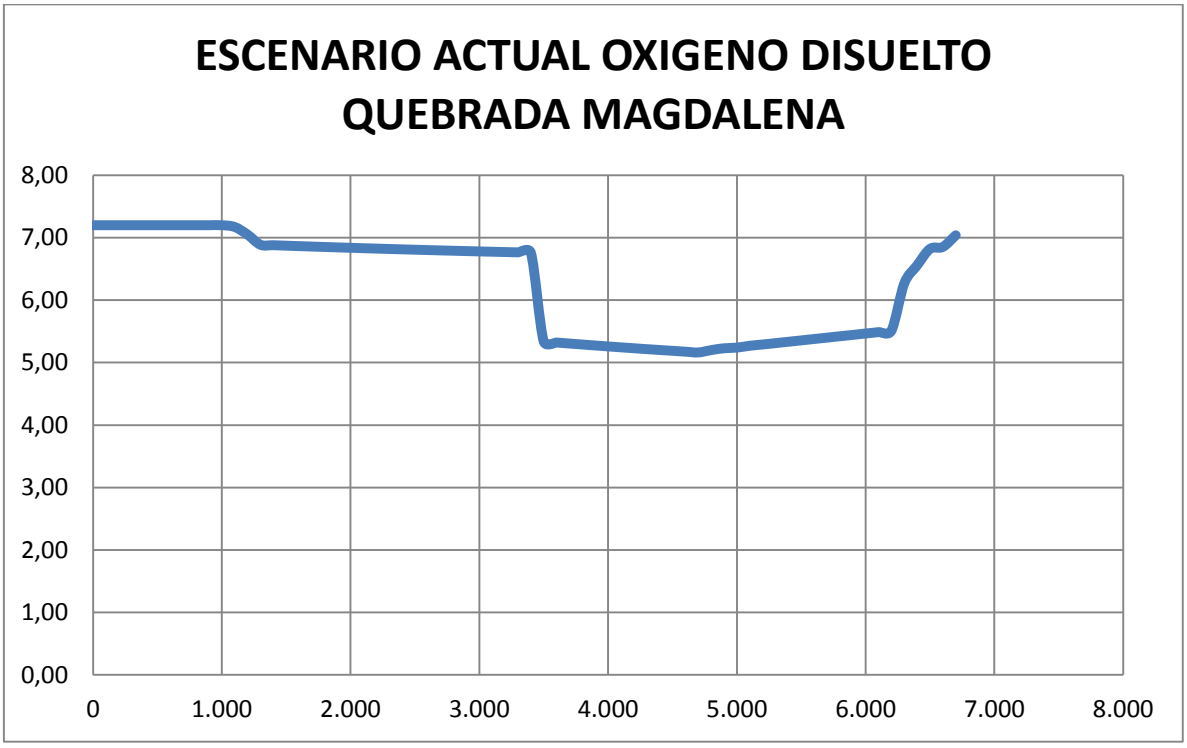


ESCENARIO ACTUAL QUEBRADA MAGDALENA

Grafica 117. ESCENARIO ACTUAL DB05 QUEBRADA MAGDALENA



Grafica 118. ESCENARIO ACTUAL OCIGENO DISUELTO QUEBRADA MAGDALENA



ESCENARIO TENDENCIAL QUEBRADA MAGDALENA

Este escenario nos muestra una radiografía de las condiciones en la cual encontraríamos la quebrada Magdalena de no realizarse a largo plazo ningún tipo de tratamiento sobre los vertimientos puntuales sobre la fuente. A partir de la información interpretada en el escenario actual, en el cual se relaciona el comportamiento del cauce principal de la quebrada Magdalena con sus diferentes entradas y salidas se ha proyectado un escenario tendencial, que ccorresponde a una proyección del escenario de calidad actual - 2013 del cauce principal de la quebrada en mención, considerando un aumento poblacional calculado para el año 2023. Para este escenario se tuvo en cuenta el cálculo de la población se utilizó el Método Geométrico, con una tasa de crecimiento poblacional (r) del 1,5% obtenida del último Censo Nacional realizado por el DANE en el año 2005.

$$Pf = P_0(1+r)^{Tf-T0}$$

Dónde:
No: *Población al inicio del período*
Nt: *Población futura o proyectada*
r: *Tasa media anual de crecimiento poblacional*
Tf: *Tiempo o año final*
T0: *Tiempo o año inicial*

Cuadro 98. Topología escenario tendencial Quebrada Magdalena

TOPOLOGIA QUEBRADA MAGDALENA ESCENARIO TENDENCIAL



DISTANCIA		
0	NACIMIENTO QUEBRADA MAGDALENA	
100		
200		
300		
400		
500		
600		
700		
800		
900		
1.000		
1.100	VIVIENDAS ALTO JIMENEZ	0,09
1.200	ESTABLO DE GANADO Y PORCICOLA	0,05
1.300		
1.400		
1.500		
1.600		
1.700		
1.800		
1.900		
2.000		
2.100		
2.200		
2.300		
2.400		
2.500		
2.600		
2.700	CONCESION JAIME ERAZO	0,3 lps
2.800		
2.900		
3.000		
3.100	VIVIENDAS FINCA CHAVEZ	0,13 LPS
3.200		
3.300		
3.400	CASAS SOBRE ZONA DE INFLUENCIA Q. MAGDALENA SOBRE VIA A CONSACA	0,07 LPS
3.500	EMISARIO MAGDALENA	3,62 lps
3.600		
3.700		
3.800		
3.900		
4.000		
4.100	URBANIZACION VILLA CAFELINA	2,53 LPS
4.200		
4.300		
4.400		
4.500		
4.600		
4.700	VIVIENDAS VEREDA SAN FRANCISCO	0,07 LPS
4.800		
4.900		
5.000		
5.100		
5.200		
5.300		
5.400		
5.500		
5.600		
5.700		
5.800		
5.900		
6.000		
6.100		
6.200	QUEBRADA MAGDALENA BAJO	33 LPS
6.300		
6.400		
6.500		
6.600		
6.700		
6.800		
6.900		
7.238	CONFLUENCIA RIO GUAITARA	

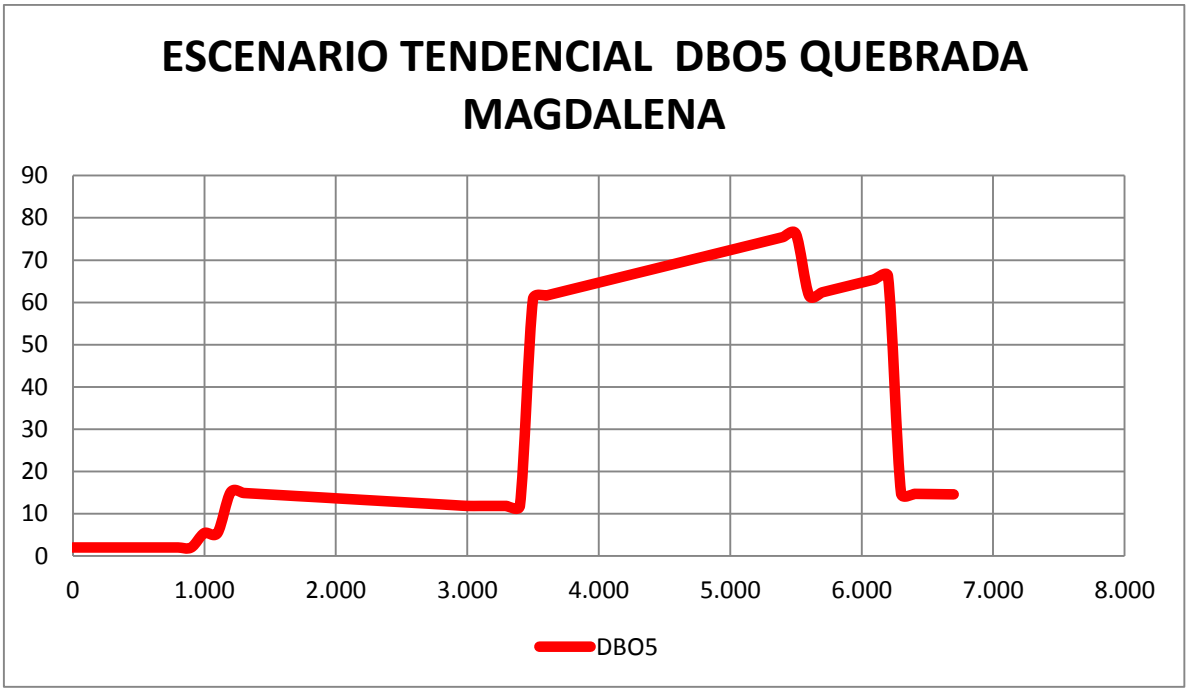
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 99. Cargas escenario tendencial Quebrada Magdalena

CALCULO DE CARGAS QUEBRADA MAGDALENA ESCENARIO TENDENCIAL											
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	DOMESTICO									
		POBLACION 2023 (hab)	POBLACION 2013 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	CAUDAL (L/S)	[] (SS) (mg/l) teorica (RAS)	[] (DBO_5) (mg/l) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/l) teorica (RAS)	Carga Teorica DBO (Kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)	Carga Teorica GYA (kg/dia)
VERTIMIENTO VIVIENDAS ALTO JIMENEZ	QM-1	58,02704125	50	135	0,09066725	250	250	50	1,96	1,96	0,39
ESTABLO DE GANADO Y PORCINOS	QM-2				0,05	1510	2655	600	6,52	11,47	2,59
VERTIMIENTO VIVIENDAS SECTOR RANCHO VIEJO	QM-3	87,04056188	75	135	0,13600088	250	250	50	2,94	2,94	0,59
VIVIENDAS ALEDAÑAS FINCA CHAVEZ	QM-4	46,421633	40	135	0,0725338	250	250	50	1,57	1,57	0,31
VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	QM-5	2321,08165	2000	135	3,62669008	280	71,95	21,6	29,25	7,52	2,26
VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL VILLA CAFELINA	QM-6	1624,757155	1400	135	2,53868305	250	250	50	54,84	54,84	10,97
VIVIENDAS VEREDA SAN FRANCISCO	QM-7	46,421633	40	135	0,0725338	250	250	50	1,56673011	1,56673011	0,31334602
QUEBRADAS UNIFICADAS	QM-8				33	10	3,8	1	28,512	10,83456	2,8512

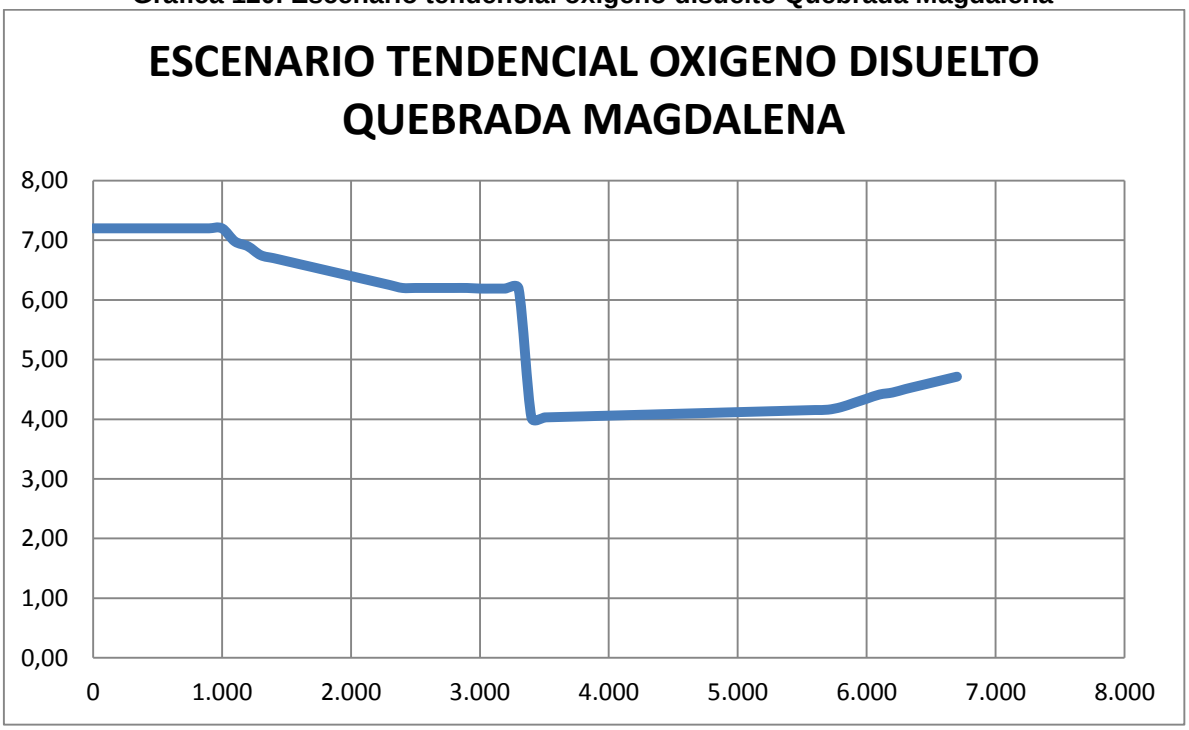
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 119. Escenario tendencial DB05 Quebrada Magdalena



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 120. Escenario tendencial oxígeno disuelto Quebrada Magdalena



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Los aspectos a tener en cuenta con respecto a las viviendas de la vereda Alto Jiménez en este escenario tendencial es que se continuará sin servicio de alcantarillado, además de que ninguna vivienda cuente por lo menos con una unidad de tratamiento antes de realizar descargas directas sobre el cauce principal.

Con respecto al establo de ganado esta continuará con la descarga de este tipo de aguas residuales, cabe aclarar que hasta la fecha no contará con ningún tipo de sistema de tratamiento.

Con respecto a las viviendas del sector rancho viejo en el escenario tendencial en el año 2023 es que se continuará sin servicio de alcantarillado, y realizando descargas directas y sin previo tratamiento sobre el cauce principal.

Con respecto a las viviendas aledañas a la finca chaves en el escenario tendencial para el año 2023 es que se continuará sin servicio de alcantarillado, y realizando descargas directas y sin previo tratamiento sobre el cauce principal.

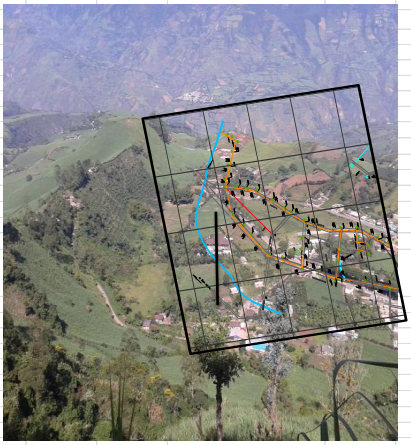
Con respecto al colector Magdalena en el escenario tendencial para el año 2023 se continuará descargando directamente y sin previo tratamiento, sobre el cauce principal.

Con respecto a las viviendas de interés social villa cafelina en el escenario tendencial para el año 2023 es que se continuará sin servicio de alcantarillado y sin trámite de permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO, por lo tanto seguirá realizando descargas directas y sin previo tratamiento sobre el cauce principal.

Los aspectos a tener en cuenta con respecto a las viviendas de la vereda San Francisco en este escenario tendencial es que se continuará sin servicio de alcantarillado, y realizando descargas directas sobre el cauce principal y sobre afluentes del municipio de Sandoná.

Cuadro 100. Topología escenario Ideal Quebrada Magdalena

TOPOLOGIA QUEBRADA MAGDALENA ESCENARIO IDEAL				
	DISTANCIA			
NACIMIENTO QUEBRADA MAGDALENA	0			
	100			
	200			
	300			
	400			
	500			
	600			
	700			
	800			
	900			
	1.000			
	1.100	VIVIENDAS ALTO JIMENEZ	0,09	
	1.200	ESTABLO DE GANADO Y PORCICOLA	0,05	
	1.300			
	1.400			
	1.500			
	1.600			
	1.700			
	1.800			
	1.900			
	2.000			
	2.100			
	2.200			
	2.300			
	2.400			
	2.500			
	2.600			
	2.700	CONCESION JAIME ERAZO	0,3 lps	
	2.800			
	2.900			
	3.000			
	3.100	VIVIENDAS FINCA CHAVEZ	3,83 LPS	UNIFICACION DE VERTIMIENTOS + PTAR [] DBO - 25 mg/[] SST - 25 mg/l
	3.200			
	3.300			
	3.400	CASAS SOBRE ZONA DE INFLUENCIA Q. MAGDALENA SOBRE VIA A CONSACA		
	3.500	EMISARIO MAGDALENA		
	3.600			
	3.700			
	3.800			
	3.900			
	4.000			
	4.100	URBANIZACION VILLA CAFELINA	2,53 LPS	
	4.200			
	4.300			
	4.400			
	4.500			
	4.600			
	4.700	VIVIENDAS VEREDA SAN FRANCISCO	0,07 LPS	
	4.800			
	4.900			
	5.000			
	5.100			
	5.200			
	5.300			
	5.400			
	5.500			
	5.600			
	5.700			
	5.800			
	5.900			
	6.000			
	6.100			
	6.200	QUEBRADA MAGDALENA BAJO	33 LPS	
	6.300			
	6.400			
	6.500			
	6.600			
	6.700			
	6.800			
	6.900			
	7.238	CONFLUENCIA RIO GUAITARA		



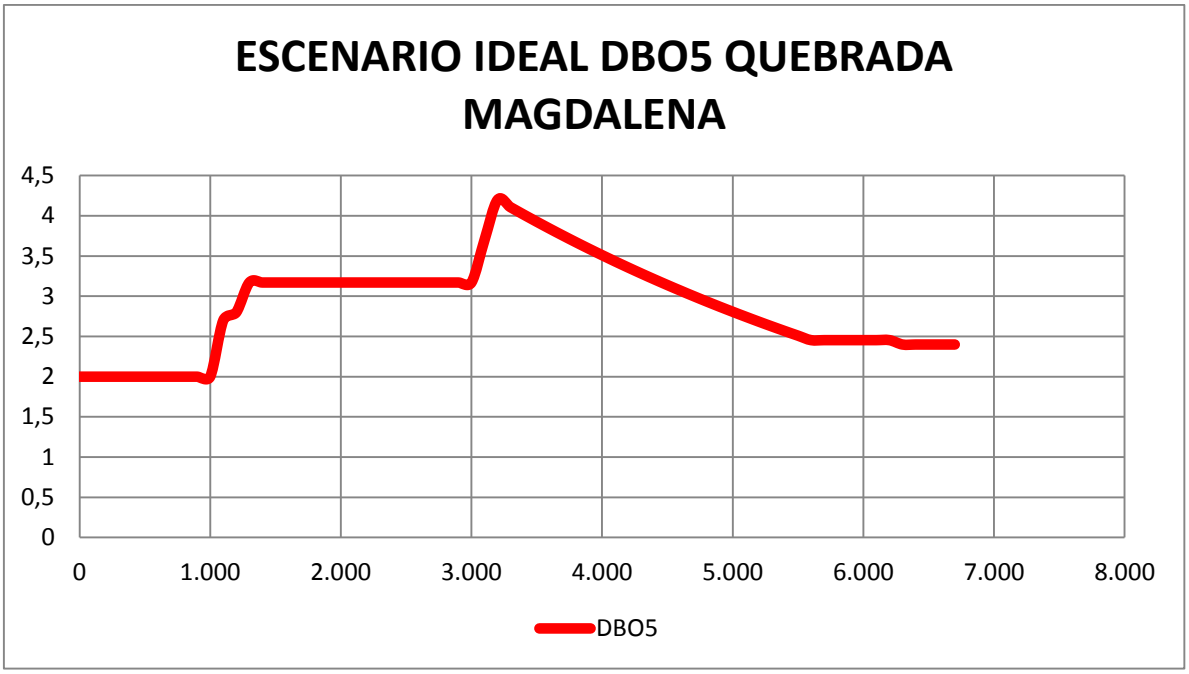
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 101. Cargas escenario Ideal Quebrada Magdalena

CALCULO DE CARGAS QUEBRADA MAGDALENA ESCENARIO IDEAL											
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	DOMESTICO									
		POBLACION 2023 (hab)	POBLACION 2013 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	CAUDAL (L/S)	[] (SS) (mg/l) teorica (RAS)	[] (DBO_5) (mg/l) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/l) teorica (RAS)	Carga Teorica DBO (Kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)	Carga Teorica GYA (kg/dia)
VERTIMIENTO VIVIENDAS ALTO JIMENEZ	QM-1	58,03	50	135	0,0907	25	25	5	0,20	0,20	0,04
ESTABLO DE GANADO Y PORCINOS	QM-2				0,05	302	531	120	1,30	2,29	0,52
VERTIMIENTO VIVIENDAS SECTOR RANCHO VIEJO VIVIENDAS ALEDAÑAS FINCA CHAVEZ VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	QM-3, 4, 5	2454,54		135	3,835	25	25	5	8,28	8,28	1,66
VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL VILLA CAFELINA	QM-6	1624,75716	1400	135	2,538683	25	25	5	5,48	5,48	1,10
VIVIENDAS VEREDA SAN FRANCISCO	QM-7	46,421633	40	135	0,072534	25	25	5	0,15667301	0,156673	0,031335
QUEBRADAS UNIFICADAS	QM-8				33	10	3,8	1	28,512	10,83456	2,8512

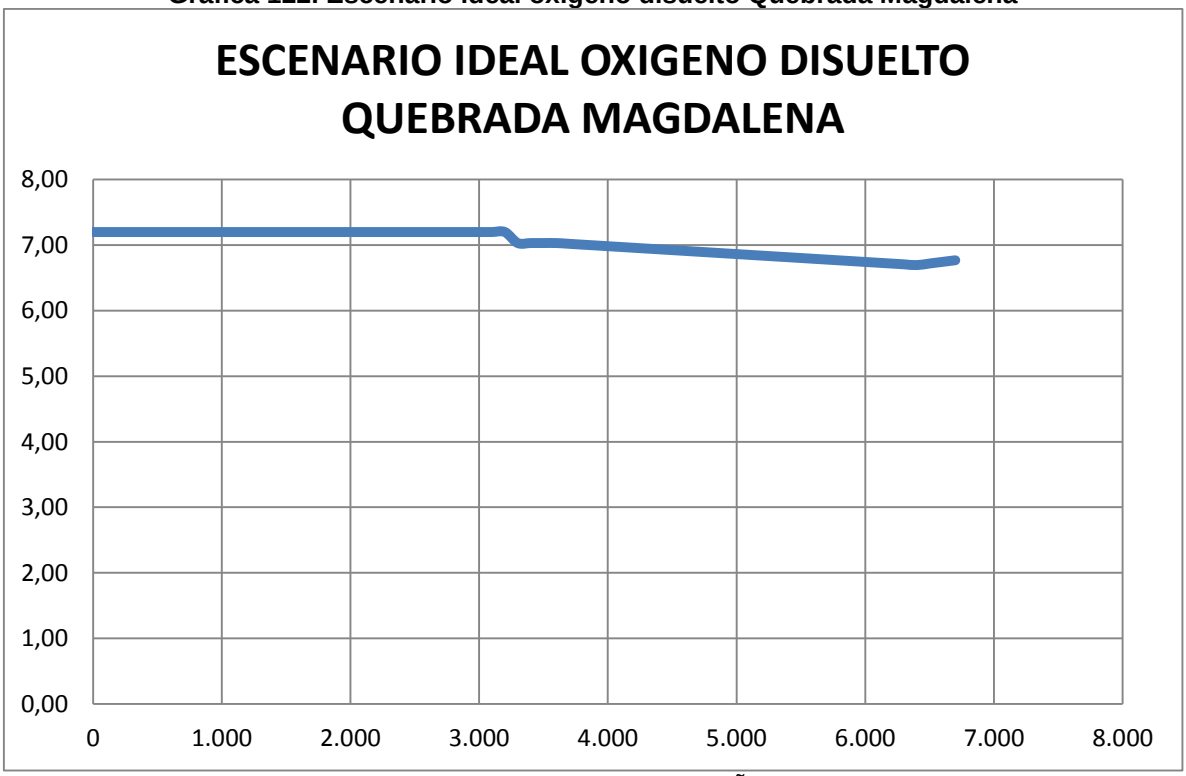
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 121. Escenario ideal DB05 Quebrada Magdalena



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 122. Escenario ideal oxígeno disuelto Quebrada Magdalena



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Para el año 2024 las viviendas contarán con pozo séptico y se eliminará el vertimiento directo de las viviendas de la vereda alto Jiménez

Con respecto al establo de ganado y porcinos para el año 2024 este contará con permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO donde se contemple una remoción del 80% de eficiencia.

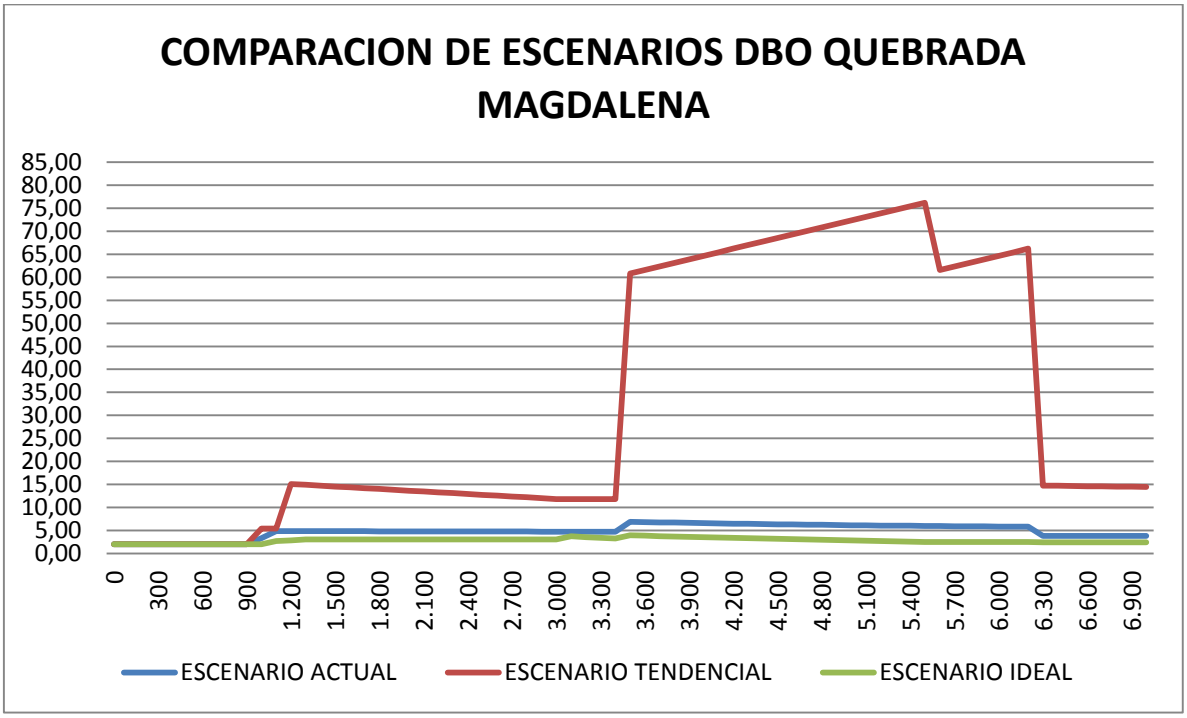
Para el caso de las viviendas del sector rancho viejo y respaldo finca chaves contarán con servicio de alcantarillado ya existente el cual pasa por la avenida del casco urbano de Sandoná.

Con respecto a las 280 viviendas de interés social villa cafelina para el año 2024 contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales construido además de tener el permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO donde se contemple una remoción del 80% de eficiencia.

Para el año 2024 las viviendas contarán con pozo séptico y se eliminará el vertimiento directo de las viviendas de la vereda san Francisco

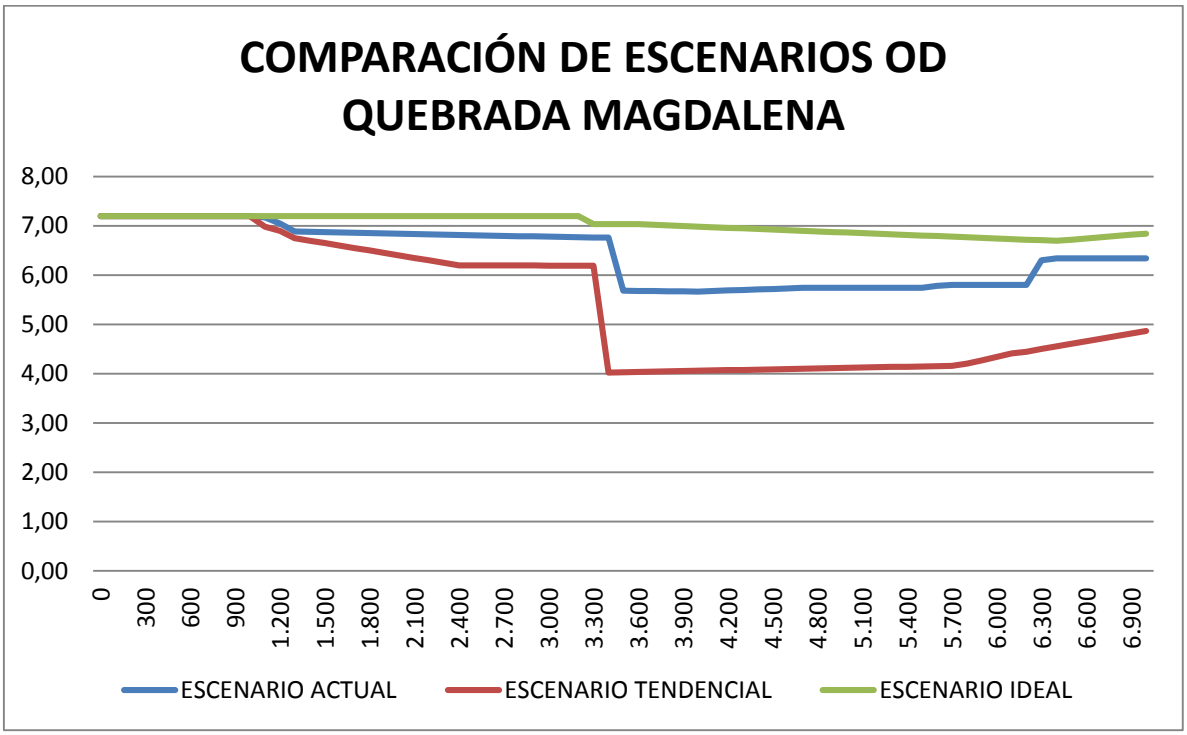
A continuación se presenta una gráfica comparativa de los escenarios tendencial, actual e ideal de la quebrada Magdalena, donde se observa el comportamiento con respecto al parámetro DEMANDA BIOQUIMICA de OXIGENO.

Grafica 123. Comparación de escenarios DBO Quebrada Magdalena



A continuación se presenta una gráfica comparativa de los escenarios tendencial, actual e ideal de la quebrada Magdalena, donde se observa el comportamiento con respecto al parámetro OXIGENO DISUELTO.

Grafica 124. Comparación de escenarios OD Quebrada Magdalena



Cuadro 102. Topología escenario Factible a tres años Quebrada Magdalena

TOPOLOGIA QUEBRADA MAGDALENA ESCENARIO FACTIBLE A TRES AÑOS				
	DISTANCIA			
NACIMIENTO QUEBRADA MAGDALENA	0			
	100			
	200			
	300			
	400			
	500			
	600			
	700			
	800			
	900			
	1.000			
	1.100	VIVIENDAS ALTO JIMENEZ	0,08	
	1.200	ESTABLO DE GANADO Y PORCICOLA	0,05	
	1.300			
	1.400			
	1.500			
	1.600			
	1.700			
	1.800			
	1.900			
	2.000			
	2.100			
	2.200			
	2.300			
	2.400			
	2.500			
	2.600			
	2.700	CONCESION JAIME ERAZO	0,3 lps	
	2.800			
	2.900			
	3.000			
	3.100	VIVIENDAS FINCA CHAVEZ	3,83 LPS	UNIFICACION DE VERTIMIENTOS
	3.200			
	3.300			
	3.400	CASAS SOBRE ZONA DE INFLUENCIA Q. MAGDALENA SOBRE VIA A CONSACA		
	3.500	EMISARIO MAGDALENA		
	3.600			
	3.700			
	3.800			
	3.900			
	4.000			
	4.100	URBANIZACION VILLA CAFELINA	2,28 LPS	
	4.200			
	4.300			
	4.400			
	4.500			
	4.600			
	4.700	VIVIENDAS VEREDA SAN FRANCISCO	0,06 LPS	
	4.800			
	4.900			
	5.000			
	5.100			
	5.200			
	5.300			
	5.400			
	5.500			
	5.600			
	5.700			
	5.800			
	5.900			
	6.000			
	6.100			
	6.200	QUEBRADA MAGDALENA BAJO	33 LPS	
	6.300			
	6.400			
	6.500			
	6.600			
	6.700			
	6.800			
	6.900			
	7.238	CONFLUENCIA RIO GUAITARA		



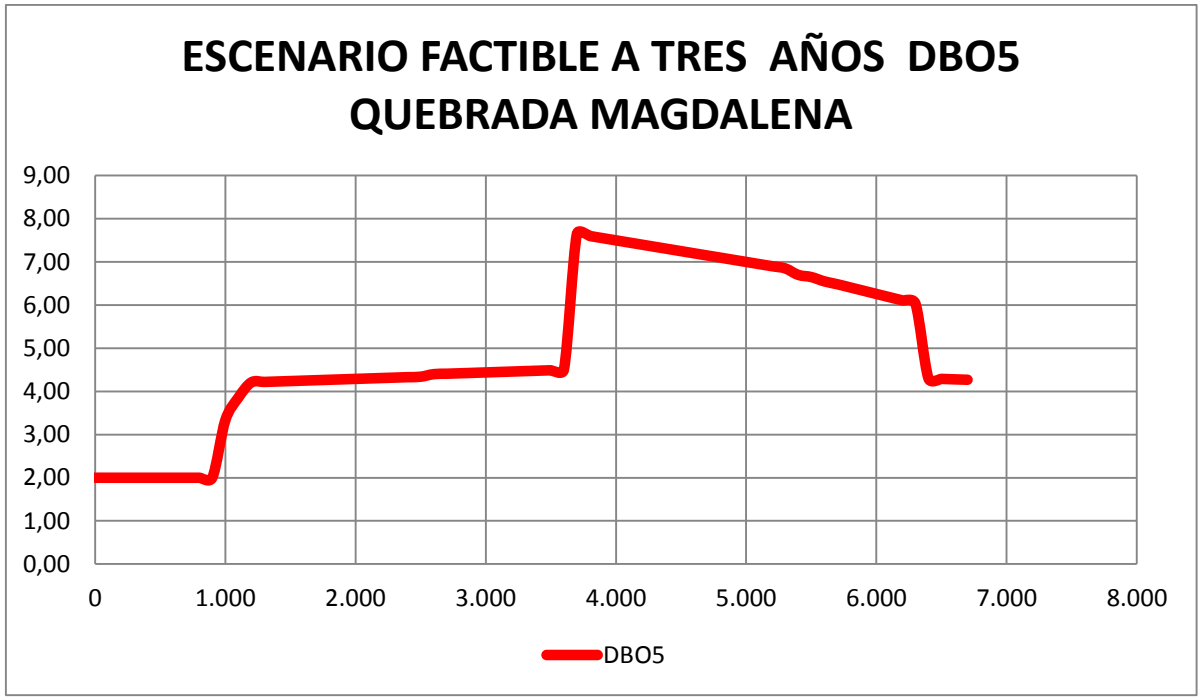
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 103. Cargas escenario Factible a tres años Quebrada Magdalena

CALCULO DE CARGAS QUEBRADA MAGDALENA ESCENARIO FACTIBLE TRES AÑOS											
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	DOMESTICO									
		POBLACION 2016 (hab)	POBLACION 2013 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	CAUDAL (L/S)	[] (SS) (mg/l) teorica (RAS)	[] (DBO_5) (mg/l) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/l) teorica (RAS)	Carga Teorica DBO (Kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)	Carga Teorica GYA (kg/dia)
VERTIMIENTO VIVIENDAS ALTO JIMENEZ	QM-1	52,28	50	135	0,0817	250	250	50	1,76	1,76	0,35
ESTABLO DE GANADO Y PORCINOS	QM-2				0,05	755	1327,5	300	3,26	5,73	1,30
VERTIMIENTO VIVIENDAS SECTOR RANCHO VIEJO VIVIENDAS ALEDAÑAS FINCA CHAVEZ VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	QM-3, 4, 5	2454,54		135	3,835	250	250	50	82,84	82,84	16,57
VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL VILLA CAFELINA	QM-6	1463,94973	1400	135	2,287421	125	125	25	24,70	24,70	4,94
VIVIENDAS VEREDA SAN FRANCISCO	QM-7	41,827135	40	135	0,065355	250	250	50	1,41166581	1,4116658	0,282333
QUEBRADAS UNIFICADAS	QM-8				33	10	3,8	1	28,512	10,83456	2,8512

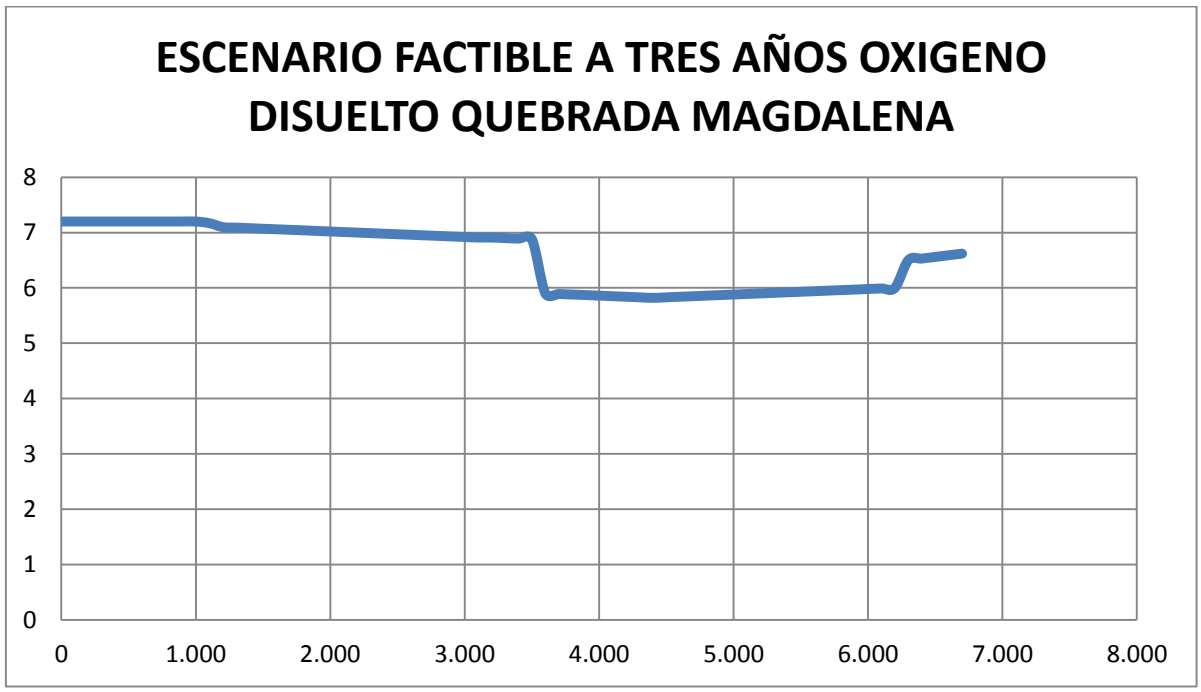
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 125. Escenario Factible a tres años DB05 Quebrada Magdalena



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 126. Escenario Factible a tres años oxígeno disuelto Quebrada Magdalena



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

ESCENARIO FACTIBLE A TRES AÑOS QUEBRADA MAGDALENA:

Para el año 2016 las viviendas de la vereda alto Jiménez estarán contempladas en el marco del PSMV del municipio de Sandoná con el fin de que cuenten con sistema de alcantarillado o con un pozo séptico para disminuir el impacto que generan los vertimientos de dicho asentamiento.

Con respecto al establo de ganado y porcinos para el año 2016 este contará con permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO donde se habrá puesto en marcha el sistema y teniendo una remoción preliminar del 50% de eficiencia.

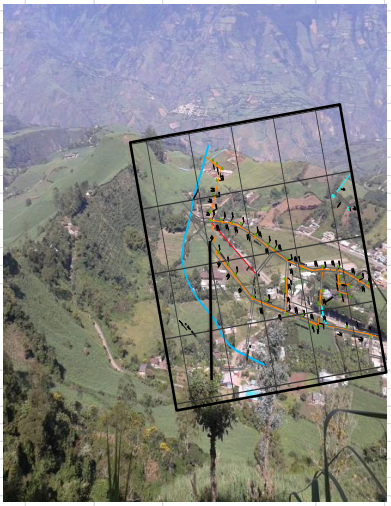
Para el caso de las viviendas del sector rancho viejo y respaldo finca Chávez contarán con servicio de alcantarillado ya existente el cual pasa por la avenida del casco urbano de Sandoná.

Con respecto a las 280 viviendas de interés social villa cafelina para el año 2016 contará con el permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO donde se contemple una remoción del 80% de eficiencia. Con base en lo anterior este tendrá una remoción del 80% de eficiencia

Para el año 2016 las viviendas de la vereda San Francisco estarán contempladas en el marco del PSMV del municipio de Sandoná con el fin de que cuenten con sistema de alcantarillado o con un pozo séptico para disminuir el impacto que generan los vertimientos de dicho asentamiento.

Cuadro 104. Topología escenario Factible a Cinco años Quebrada Magdalena

TOPOLOGIA QUEBRADA MAGDALENA ESCENARIO FACTIBLE A CINCO AÑOS



DISTANCIA			
NACIMIENTO QUEBRADA MAGDALENA	0		
	100		
	200		
	300		
	400		
	500		
	600		
	700		
	800		
	900		
	1.000		
	1.100	VIVIENDAS ALTO JIMENEZ	0,08
	1.200	ESTABLO DE GANADO Y PORCICOLA	0,05
	1.300		
	1.400		
	1.500		
	1.600		
	1.700		
	1.800		
	1.900		
	2.000		
	2.100		
	2.200		
	2.300		
	2.400		
	2.500		
	2.600		
	2.700	CONCESION JAIME ERAZO	0,3 lps
	2.800		
	2.900		
	3.000		
	3.100	VIVIENDAS FINCA CHAVEZ	3,83 LPS
	3.200		
	3.300		
	3.400	CASAS SOBRE ZONA DE INFLUENCIA Q. MAGDALENA SOBRE VIA A CONSACA	
	3.500	EMISARIO MAGDALENA	
	3.600		
	3.700		
	3.800		
	3.900		
	4.000		
	4.100	URBANIZACION VILLA CAFELINA	2,35 LPS
	4.200		
	4.300		
	4.400		
	4.500		
	4.600		
	4.700	VIVIENDAS VEREDA SAN FRANCISCO	0,067 LPS
	4.800		
	4.900		
	5.000		
	5.100		
	5.200		
	5.300		
	5.400		
	5.500		
	5.600		
	5.700		
	5.800		
	5.900		
	6.000		
	6.100		
	6.200	QUEBRADA MAGDALENA BAJO	33 LPS
	6.300		
	6.400		
	6.500		
	6.600		
	6.700		
	6.800		
	6.900		
	7.238	CONFLUENCIA RIO GUAITARA	

UNIFICACION DE VERTIMIENTOS + PTAR CON REMOCION DEL 50% DE EFICIENCIA

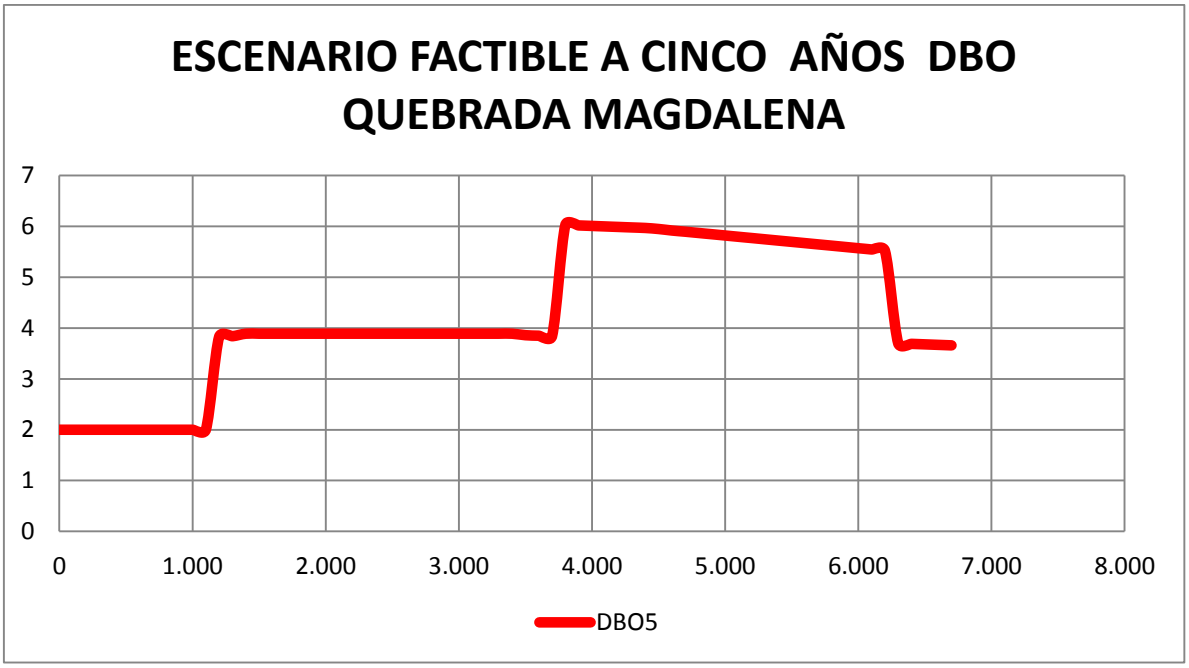
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 105. Cargas escenario Factible a cinco años Quebrada Magdalena

CALCULO DE CARGAS QUEBRADA MAGDALENA ESCENARIO FACTIBLE CINCO AÑOS											
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	DOMESTICO									
		POBLACION 2019 (hab)	POBLACION 2013 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	CAUDAL (L/S)	[] (SS) (mg/l) teorica (RAS)	[] (DBO_5) (mg/l) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/l) teorica (RAS)	Carga Teorica DBO (Kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)	Carga Teorica GYA (kg/dia)
VERTIMIENTO VIVIENDAS ALTO JIMENEZ	QM-1	53,86	50	135	0,0842	125	125	25	0,91	0,91	0,18
ESTABLO DE GANADO Y PORCINOS	QM-2				0,05	302	531	120	1,30	2,29	0,52
VERTIMIENTO VIVIENDAS SECTOR RANCHO VIEJO VIVIENDAS ALEDAÑAS FINCA CHAVEZ VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	QM-3, 4, 5	2454,54		135	3,835	125	125	25	41,42	41,42	8,28
VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL VILLA CAFELINA	QM-6	1508,19761	1400	135	2,356559	50	50	10	10,18	10,18	2,04
VIVIENDAS VEREDA SAN FRANCISCO	QM-7	43,0913602	40	135	0,06733	125	125	25	0,7271667	0,7271667	0,145433
QUEBRADAS UNIFICADAS	QM-8				33	10	3,8	1	28,512	10,83456	2,8512

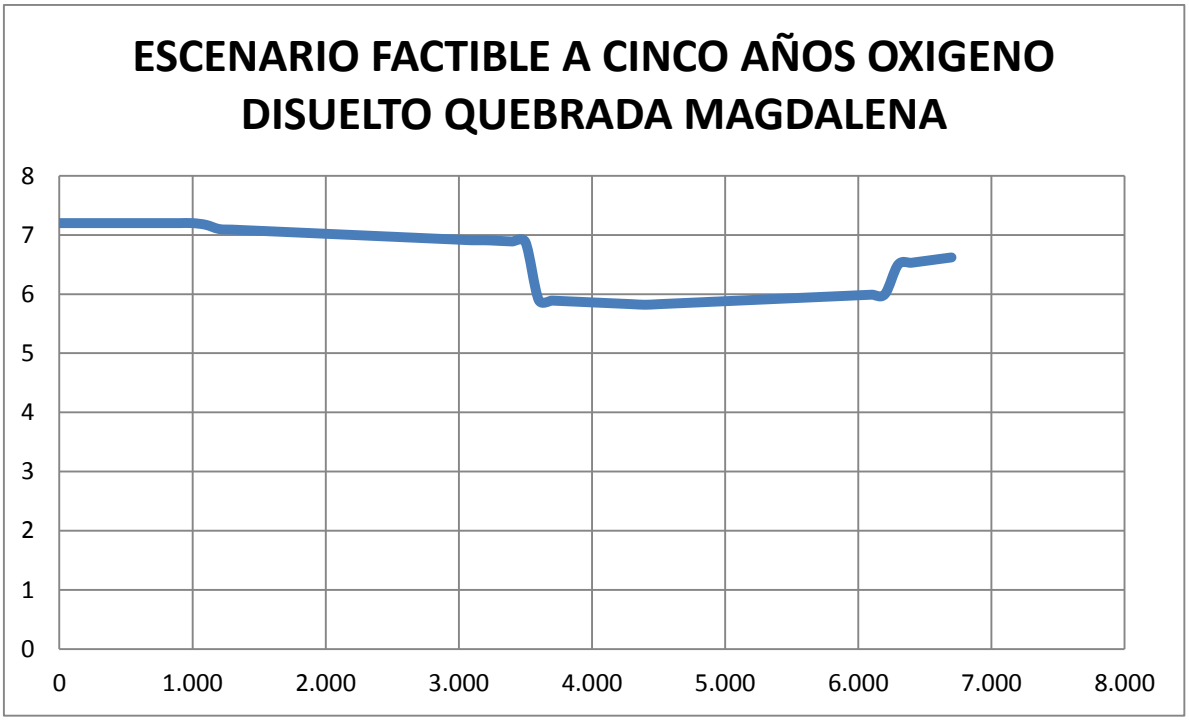
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 127. Escenario Factible a cinco años DB0 Quebrada Magdalena



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 128. Escenario Factible a cinco años oxígeno disuelto Quebrada Magdalena



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

ESCENARIO FACTIBLE A CINCO AÑOS QUEBRADA MAGDALENA:

Para el año 2019 las viviendas de la vereda alto Jiménez contaran con sistema de alcantarillado o con un pozo séptico para disminuir el impacto que generan los vertimientos de dicho asentamiento. Con cualquiera de las alternativas planteadas se disminuirá en un 50% la carga dispuesta sobre la corriente fuente de estudio

Con respecto al establo de ganado y porcinos para el año 2019 este contará con permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO donde se habrá puesto en marcha el sistema y teniendo una remoción optima del 80% de eficiencia.

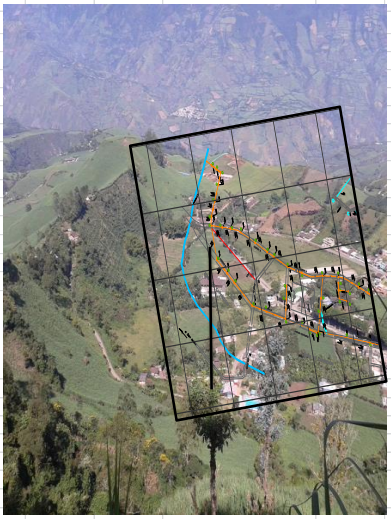
Teniendo en cuenta la unificación de vertimientos en un solo punto el cual es el colector magdalena, para el año 2019 este deberá contar con un sistema de tratamiento primario el cual ayudara con el 50% de remoción antes de la descarga

Con respecto a las 280 viviendas de interés social villa cafelina para el año 2019 contará con el permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO donde se contemple una remoción del 80% de eficiencia.

Para el año 2019 las viviendas de la vereda San francisco contaran con sistema de alcantarillado o con un pozo séptico para disminuir el impacto que generan los vertimientos de dicho asentamiento. Con cualquiera de las alternativas planteadas se disminuirá en un 50% la carga dispuesta sobre la corriente fuente de estudio

Cuadro 106. Topología escenario Factible a Diez años Quebrada Magdalena

TOPOLOGIA QUEBRADA MAGDALENA ESCENARIO FACTIBLE A DIEZ AÑOS				
	DISTANCIA			
NACIMIENTO QUEBRADA MAGDALENA	0			
	100			
	200			
	300			
	400			
	500			
	600			
	700			
	800			
	900			
	1.000			
	1.100	VIVIENDAS ALTO JIMENEZ	0,09 LPS	
	1.200	ESTABLO DE GANADO Y PORCICOLA	0,05	
	1.300			
	1.400			
	1.500			
	1.600			
	1.700			
	1.800			
	1.900			
	2.000			
	2.100			
	2.200			
	2.300			
	2.400			
	2.500			
	2.600			
	2.700	CONCESION JAIME ERAZO	0,3 lps	
	2.800			
	2.900			
	3.000			
	3.100	VIVIENDAS FINCA CHAVEZ	3,83 LPS	UNIFICACION DE VERTIMIENTOS + PTAR CON REMOCION DEL 80% DE EFICIENCIA
	3.200			
	3.300			
	3.400	CASAS SOBRE ZONA DE INFLUENCIA Q. MAGDALENA SOBRE VIA A CONSACA		
	3.500	EMISARIO MAGDALENA		
	3.600			
	3.700			
	3.800			
	3.900			
	4.000			
	4.100	URBANIZACION VILLA CAFELINA	2,53 LPS	
	4.200			
	4.300			
	4.400			
	4.500			
	4.600			
	4.700	VIVIENDAS VEREDA SAN FRANCISCO	0,07 LPS	
	4.800			
	4.900			
	5.000			
	5.100			
	5.200			
	5.300			
	5.400			
	5.500			
	5.600			
	5.700			
	5.800			
	5.900			
	6.000			
	6.100			
	6.200	QUEBRADA MAGDALENA BAJO	33 LPS	
	6.300			
	6.400			
	6.500			
	6.600			
	6.700			
	6.800			
	6.900			
	7.238	CONFLUENCIA RIO GUAITARA		



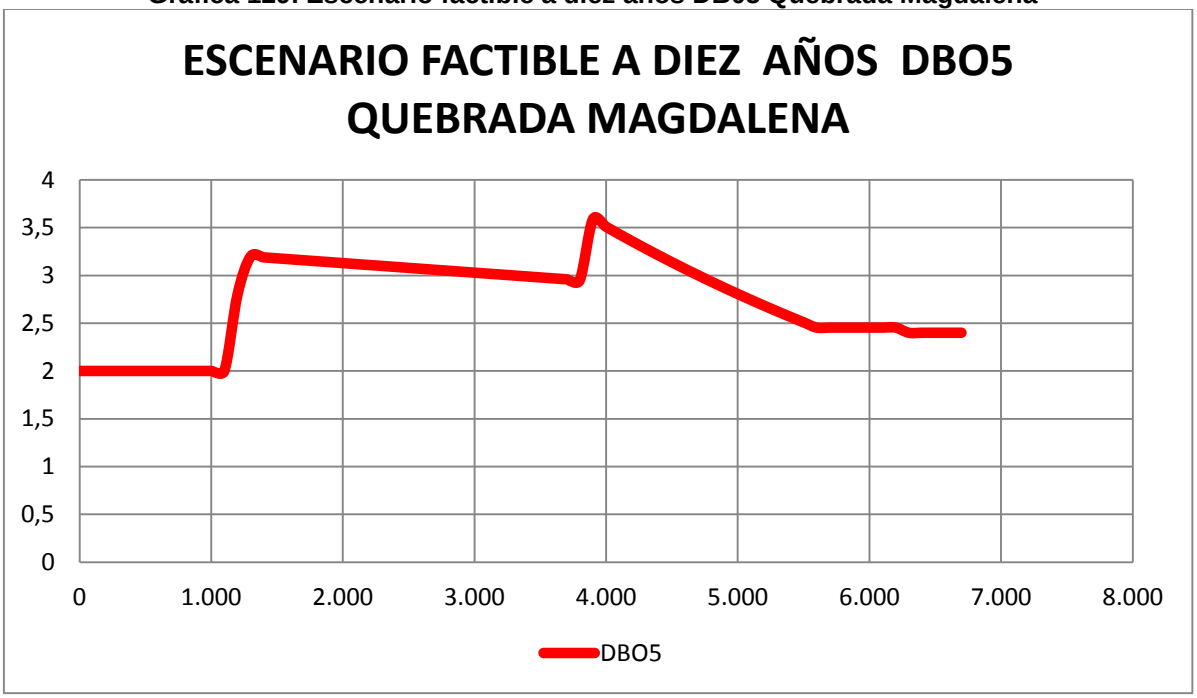
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 107. Cargas escenario Factible a Diez años Quebrada Magdalena

CALCULO DE CARGAS QUEBRADA MAGDALENA ESCENARIO FACTIBLE A DIEZ AÑOS											
NOMBRE	CODIGO DEL VERTIMIENTO	DOMESTICO									
		POBLACION 2023 (hab)	POBLACION 2013 (hab)	DOTACION (L/hab/dia)	CAUDAL (L/S)	[] (SS) (mg/l) teorica (RAS)	[] (DBOs) (mg/l) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/l) teorica (RAS)	Carga Teorica DBO (Kg/dia)	Carga Teorica SS (kg/dia)	Carga Teorica GYA (kg/dia)
VERTIMIENTO VIVIENDAS ALTO JIMENEZ	QM-1	58,03	50	135	0,0907	50	50	10	0,39	0,39	0,08
ESTABLO DE GANADO Y PORCINOS	QM-2				0,05	302	531	120	1,30	2,29	0,52
VERTIMIENTO VIVIENDAS SECTOR RANCHO VIEJO VIVIENDAS ALEDAÑAS FINCA CHAVEZ VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	QM-3, 4, 5	2454,54		135	3,835	50	50	10	16,57	16,57	3,31
VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL VILLA CAFELINA	QM-6	1624,75716	1400	135	2,538683	50	50	10	10,97	10,97	2,19
VIVIENDAS VEREDA SAN FRANCISCO	QM-7	46,421633	40	135	0,072534	50	50	10	0,31334602	0,313346	0,062669
QUEBRADAS UNIFICADAS	QM-8				33	10	3,8	1	28,512	10,83456	2,8512

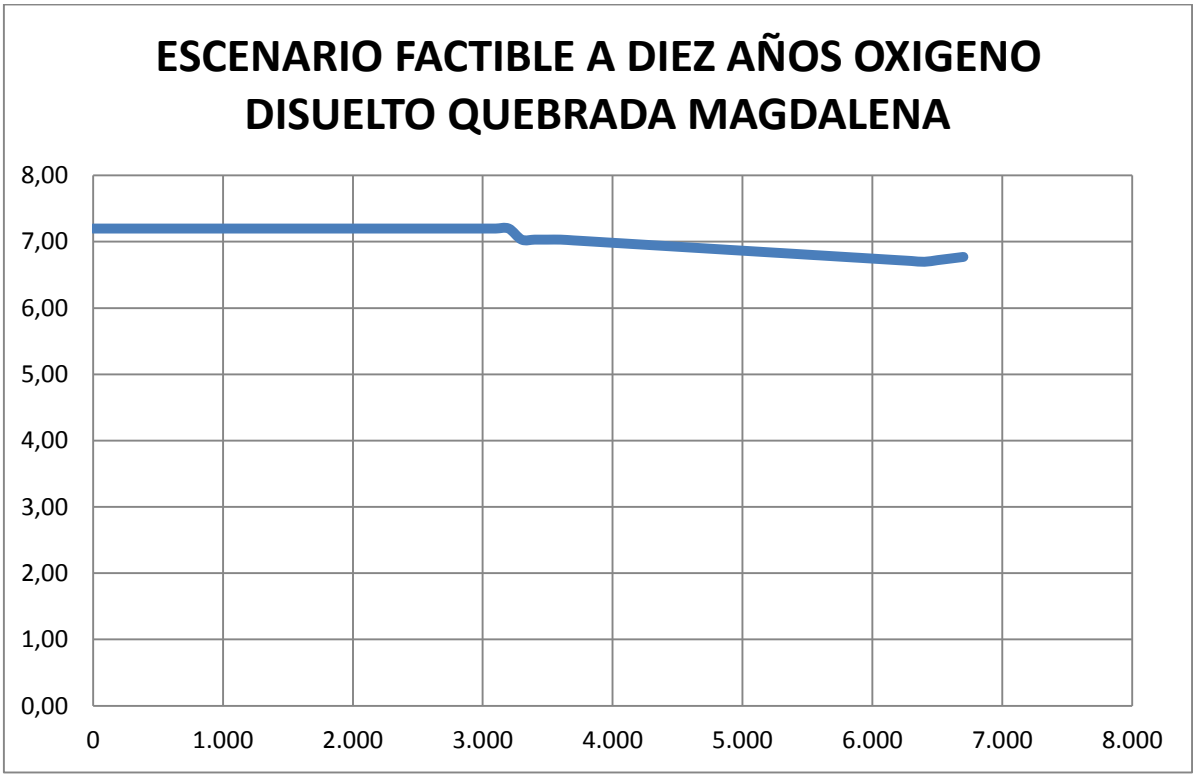
Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 129. Escenario factible a diez años DB05 Quebrada Magdalena



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Grafica 130. Escenario Factible a Diez años Oxígeno disuelto Quebrada Magdalena



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

ESCENARIO FACTIBLE A DIEZ AÑOS QUEBRADA MAGDALENA:

- Para el año 2024 las viviendas contarán con pozo séptico y se eliminará el vertimiento directo de las viviendas de la vereda alto Jiménez

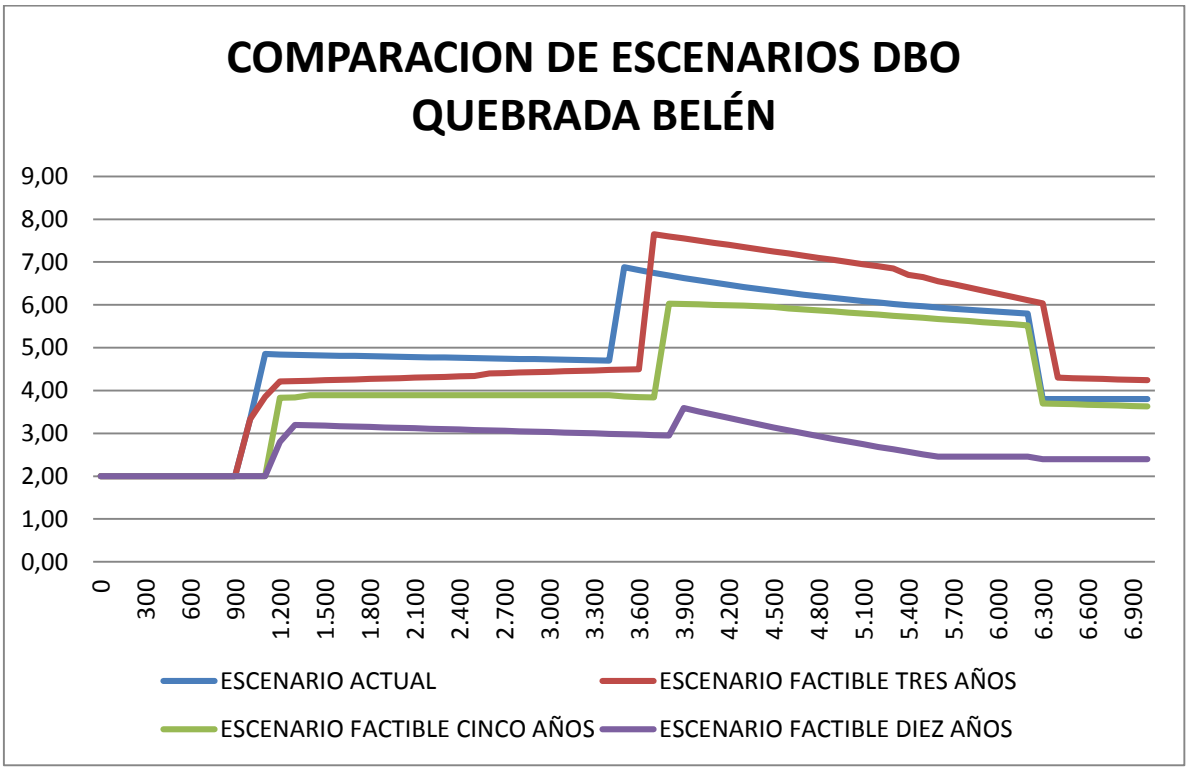
- Con respecto al establo de ganado y porcinos para el año 2024 este contará con permiso de vertimientos aprobado por CORPONARIÑO donde se contemple una remoción del 80% de eficiencia.

- teniendo en cuenta la unificación de vertimientos en un solo punto el cual es el colector magdalena, para el año 2024 este deberá contar con un sistema de tratamiento primario y secundario el cual ayudara con el 80% de remoción antes de la descarga sobre la quebrada Magdalena

- Para el año 2024 las viviendas contarán con pozo séptico y se eliminará el vertimiento directo de las viviendas de la vereda san Francisco

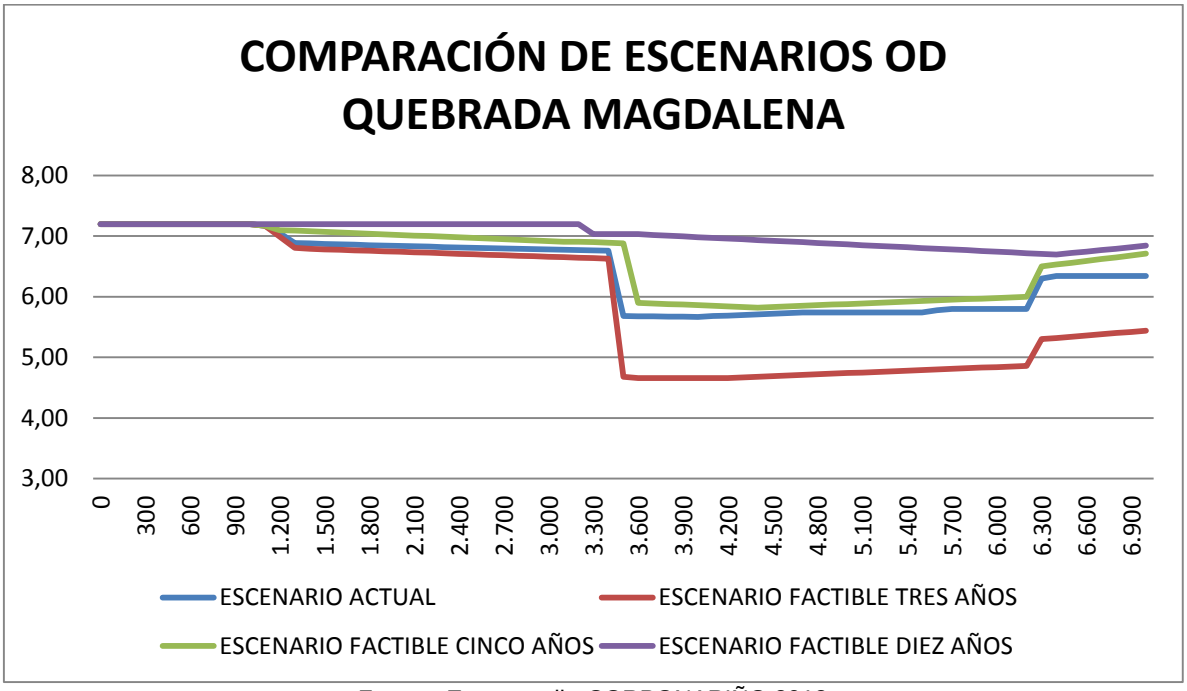
En la gráfica siguiente se presenta un comparativo de los escenarios actual y factible a tres, cinco y diez años de la quebrada Belén, donde se observa el comportamiento con respecto al parámetro de DEMANDA BIOQUIMICA OXIGENO.

Grafica 131. Comparación de escenarios DB0 Quebrada Belén



En la gráfica siguiente se presenta un comparativo de los escenarios actual y factible a tres, cinco y diez años de la quebrada Belén, donde se observa el comportamiento con respecto al parámetro de OXIGENO DISUELTO

Grafica 132. Comparación de escenarios OD Quebrada Magdalena



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013



FORMULACIÓN QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA

Tomando como referencia las fases de diagnóstico y prospectiva involucradas dentro del plan de ordenamiento del recurso hídrico de la Quebradas Belén y Magdalena, y una vez escogidos los Escenarios Factibles, la Formulación está encaminada a la generación de los objetivos de calidad, que permitirán mantener, descontaminar y recuperar la calidad del cauce principal de las quebradas en estudio, estableciendo las necesidades de tratamiento, optimización o eliminación de puntos de vertimiento sobre las descargas identificadas, cabe destacar que las descargas de origen domestico son uno de los principales agentes involucrados para esta fase de formulación.

De igual manera en la Formulación se lista o enumera una serie de proyectos y fichas de indicadores determinados para la materialización y cumplimiento del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de las quebradas anteriormente mencionadas

Entre los proyectos propuestos se incluye la Gestión del Riesgo, la cual describe las acciones que se deben realizar y aspectos que se deben tener en cuenta para la mitigación de los riesgos asociados a cantidad y calidad del recurso hídrico del cauce principal de las quebradas Belén y Magdalena, identificados en la etapa de Diagnostico.

Una de las propuestas para el presente documento de ordenación del recurso hídrico es incluir a los principales actores dentro del programa de descontaminación, según lo establecido en el decreto 2667 del 2012, que menciona lo siguiente “están obligados al pago de la presente tasa todos los usuarios que realicen vertimientos puntuales y generen consecuencia nociva.

PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD

El establecimiento de Objetivos de Calidad es un tema ligado a la planeación, administración, control y vigilancia de los recursos hídricos, cuyo marco reglamentario ha sido definido en el decreto 1594 de 1984 y Decreto 3930 de 2010. Dicho marco se complementa con los alcances del decreto 2667 de 2012 y determina entonces que para la gestión eficaz de la calidad del recurso hídrico, se requiere realizar por lo menos las siguientes tareas:

- Estudiar y proponer el PORH incluyendo los objetivos a largo corto, mediano y plazo de calidad del recurso.
- Estudiar, evaluar y proponer las metas de reducción de cargas contaminantes para los distintos tramos del recurso de tal forma que correspondan con los Objetivos de Calidad del mismo que se definan a largo plazo. Esta tarea se vuelve más rigurosa y necesaria a raíz de la promulgación del decreto 2667 de 2012, por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, el cual reglamenta las tasas retributivas por vertimientos líquidos.
- Estudiar y proponer normas regionales y locales de vertimiento aplicables a tramos específicos del recurso, las cuales contribuyan al logro de los objetivos y al cumplimiento de los criterios de calidad preestablecidos para cada tramo.
- Estudiar y proponer el plan de control de vertimientos
- Estudiar y proponer el plan de monitoreo de la calidad del recurso hídrico

Los objetivos de calidad se propusieron sobre la evaluación de los escenarios de calidad que presentó el modelo implementado, los cuales contienen una serie de compromisos de descontaminación y metas de descontaminación por parte de los usuarios, que involucra a la vez el tratamiento de las aguas residuales hasta un nivel tal que permita la recuperación de la calidad y la satisfacción de los usos definidos por tramos sobre el cauce principal de la Quebrada objeto de ordenamiento.

Para el desarrollo de los objetivos de calidad se ha utilizado la siguiente tabla, la cual resume de manera práctica los pasos que se deben cumplir para la consecución de los mismos, bajo criterios técnicos, sociales, ambientales y económicos, que permiten proyectar soluciones realizables tanto económica como técnicamente.

Cuadro 108. LINEAMINTOS PARA OBJETIVOS DE CALIDAD

PROCESO	Actividad
OBJETIVO DE CALIDAD	1.Identifique el cuerpo de agua y las principales fuentes puntuales de contaminación hídrica
	2. Elabore el perfil de calidad del cuerpo de agua identificado con base en los usos reales de los cuerpos de agua.
	3. Elabore la línea base por DBO5 y SST para el cuerpo de agua o tramo significativo.
	4. Clasifique el cuerpo de agua o tramos de acuerdo a los criterios de calidad que establece la norma indicando sus usos actuales y potenciales
	5. Evalúe los escenarios de intervención propuestos relacionados con la calidad del cuerpo de agua o tramo
	6. Levante una lista de usos potenciales del agua y criterios de calidad potenciales
	7. Aplique el modelo de simulación de capacidad de carga comparando escenarios reales y potenciales de vertimientos y carga permisible
	8. Elabore una lista con los objetivos de Calidad que más probabilidad tiene de ser cumplidos de acuerdo con la modelación de capacidad de carga del cuerpo de agua
	9. Ratifique los criterios de calidad y acójalos como Objetivos de calidad

Fuente: Guía Ambiental MADS

En la siguiente tabla se presentan los Objetivos de Calidad propuestos para el Cauce Principal de la Quebrada Belén y Magdalena.

Cuadro 109. Objetivos De Calidad Propuestos Para El Cauce Principal De La Quebrada Belén

Cuenca	Río o QUEBRADA	TRAMO	CLASIFICACION DE LAS AGUAS		Parámetro	MEDIDO	USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL AGUA	USO PREPONDERANTE DE LA FUENTE	CRITERIO DE CALIDAD SEGÚN NORMA	OBJETIVO DE CALIDAD 0 A 3 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 3 A 5 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 5 A 10 AÑOS	JUSTIFICACIÓN	ACTIVIDADADES
GUAITARA	QUEBRADA BELÉN	I	CLASE I	CLASE II	DBO5 (mg/L)	2	AGRICOLA Y PECUARIO	AGROPECUARIO	≤ A 10	≤ A 10	≤ A 10	≤ A 10	Olores Ofensivos y sustancias flotantes ausentes.	IMPLEMENTACIONDE PROGRAMAS AMBIENTALES
			X		DQO (mg/L)	20								
					OD (mg/L)	7,35			> 6	≥ 6	≥ 7	≥ 7		
					SST (mg/l)	12			≤ A 5	≤ A 4	≤ A 5	≤ A 5		
					C.TOTALES	5000			< 5000	< 5000	< 5000	< 5000		
					C.FECALES	100			<1000	<1000	<1000	<1000		
					NITRATOS	0,2								
					OLORES OFENSIVOS	NO			AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES		
					Sólidos flotantes	NO			AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES		
					PH	7,6			4,5 y 9	4,5 y 8	4,5 y 9	4,5 y 9		
					Sustancias de Interes Sanitario				Sustancias de Interes Sanitario y otros, Cumplimiento Decreto 1594/84, decreto 3930 o Norma que lo sustituya, reglamente o modifique					

Cuenca	Río o QUEBRADA	TRAMO	CLASIFICACION DE LAS AGUAS		Parámetro	MEDIDO	USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL AGUA	USO PREPONDERANTE DE LA FUENTE	CRITERIO DE CALIDAD SEGÚN NORMA	OBJETIVO DE CALIDAD 0 A 3 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 3 A 5 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 5 A 10 AÑOS	JUSTIFICACIÓN	ACTIVIDADADES
GUAITARA	QUEBRADA BELÉN	II		X	DBO5 (mg O2/L)	125	Receptor de Aguas Residuales domesticas urbanas	Estético Urbano	≤ 60	125	125	45	Según el escenario factible con el colector general se pretende Mejorar los niveles de Oxígeno Disuelto de la fuente en el tramo II	RECUPERACIÓN GRADUAL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	124			≤ 40	124	124	40		
					OD (mg O2/L)	3,9			≥ 5	4,25	5,9	6,4		
					PH (pH)	7,48			4,5 - 9	4,5 - 10	4,5 - 11	4,5 - 12		
					Coliformes Totales	270000 UFC			5000	5000	5000	5000		
					Coliformes fecales	500000 UFC			2000	2000	2000	2000	Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de aguas residuales de origen domestico	
					Olores Ofensivos				Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias Flotantes				Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Peliculas de Grasas y Aceites				Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
					Sustancias de Interes Sanitario				Sustancias de Interes Sanitario y otros, Cumplimiento Decreto 1594/84, decreto 3930 o Norma que lo sustituya, reglamente o modifique					

Cuenca	Río o QUEBRADA	TRAMO	CLASIFICACION DE LAS AGUAS		Parámetro	MEDIDO	USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL AGUA	USO PREPONDERANTE DE LA FUENTE	CRITERIO DE CALIDAD SEGÚN NORMA	OBJETIVO DE CALIDAD 0 A 3 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 3 A 5 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 5 A 10 AÑOS	JUSTIFICACIÓN	ACTIVIDADADES
GUAITARA	QUEBRADA BELÉN	III	CLASE I	CLASE II	DBO5 (mg/L)	24,61	AGRICOLA Y PECUARIO	AGROPECUARIO	≤ A 10	≤ A 10	≤ A 10	≤ A 10	Olores Ofensivos y sustancias flotantes ausentes.	IMPLEMENTACIONDE PROGRAMAS AMBIENTALES
				X	DQO (mg/L)	60,92								
					OD (mg/L)	4,98			> 6	≥ 6	≥ 7	≥ 7		
					SST (mg/l)	18			≤ A 5	≤ A 4	≤ A 5	≤ A 5		
					C.TOTALES	405000			< 5000	< 5000	< 5000	< 5000		
					C.FECALES	280000			<1000	<1000	<1000	<1000		
					NITRATOS	0,45								
					OLORES OFENSIVOS	NO			AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES		
					Sólidos flotantes	NO			AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES		
					PH	7,6			4,5 y 9	4,5 y 8	4,5 y 9	4,5 y 9		
					Sustancias de Interes Sanitario				Sustancias de Interes Sanitario y otros, Cumplimiento Decreto 1594/84, decreto 3930 o Norma que lo sustituya, reglamente o modifique					

Cuadro 110. Objetivos De Calidad Propuestos Para El Cauce Principal De La Quebrada Magdalena

Río o QUEBRADA	TRAMO	CLASIFICACION DE LAS AGUAS		Parámetro	MEDIDO	USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL AGUA	USO PREPONDERANTE DE LA FUENTE	CRITERIO DE CALIDAD SEGÚN NORMA	OBJETIVO DE CALIDAD 0 A 3 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 3 A 5 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 5 A 10 AÑOS	JUSTIFICACIÓN	ACTIVIDADADES
QUEBRADA MAGDALENA	I	CLASE I	CLASE II	DBO5 (mg/L)	2	AGRICOLA Y PECUARIO	AGROPECUARIO	≤ A 10	≤ A 10	≤ A 10	≤ A 10	Olores Ofensivos y sustancias flotantes ausentes.	IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS AMBIENTALES
		X		DQO (mg/L)	20			20	20	20	20		
				OD (mg/L)	7,19			> 6	≥ 6	≥ 7	≥ 7		
				SST (mg/l)	12			≤ A 5	≤ A 4	≤ A 5	≤ A 5		
				C.TOTALES	3000			< 5000	< 5000	< 5000	< 5000		
				C.FECALES	100			<1000	<1000	<1000	<1000		
				NITRATOS	0,11								
				OLORES OFENSIVOS	NO			AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES		
				Sólidos flotantes	NO			AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES		
				PH	7,6			Entre 4,5 y 9	Entre 4,5 y 9	Entre 4,5 y 9	Entre 4,5 y 9		
				Sustancias de Interes Sanitario				Sustancias de Interes Sanitario y otros, Cumplimiento Decreto 1594/84, decreto 3930 o Norma que lo sustituya, reglamente o modifique					

Río o QUEBRADA	TRAMO	CLASIFICACION DE LAS AGUAS		Parámetro	MEDIDO	USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL AGUA	USO PREPONDERANTE DE LA FUENTE	CRITERIO DE CALIDAD SEGÚN NORMA	OBJETIVO DE CALIDAD 0 A 3 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 3 A 5 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 5 A 10 AÑOS	JUSTIFICACIÓN	ACTIVIDADADES
QUEBRADA MAGDALENA	II		X	DBO5 (mg O2/L)	6,17	Receptor de Aguas Residuales domesticas urbanas	Estético Paisajistico	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	Según el escenario factible con un sistema de tratamiento se pretende Mejorar los niveles de Oxígeno Disuelto de la fuente en el	RECUPERACIÓN GRADUAL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
				SST (mg/l)	12			≤ 12	≤ 12	≤ 12	≤ 12		
				OD (mg O2/L)	5,21			≥ 5	4,25	5,9	6,4		
				PH (pH)	7,41			Entre 4,5 - 9	Entre 4,5 - 9	Entre 4,5 - 9	Entre 4,5 - 9		
				Coliformes Totales	20000 UFC			5000	5000	5000	5000		
				Coliformes fecales	3000 UFC			2000	2000	2000	2000	Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de aguas residuales de origen domestico	
				Olores Ofensivos				Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
				Sustancias Flotantes				Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
				Peliculas de Grasas y Aceites				Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes		
				Sustancias de Interes Sanitario				Sustancias de Interes Sanitario y otros, Cumplimiento Decreto 1594/84, decreto 3930 o Norma que lo sustituya, reglamente o modifique					

Río o QUEBRADA	TRAMO	CLASIFICACION DE LAS AGUAS		Parámetro	MEDIDO	USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL AGUA	USO PREPONDERANTE DE LA FUENTE	CRITERIO DE CALIDAD SEGÚN NORMA	OBJETIVO DE CALIDAD 0 A 3 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 3 A 5 AÑOS	OBJETIVO DE CALIDAD 5 A 10 AÑOS	JUSTIFICACIÓN	ACTIVIDADADES
QUEBRADA MAGDALENA	III	CLASE I	CLASE II	DBO5 (mg/L)	3	AGRICOLA Y PECUARIO	AGROPECUARIO	≤10	≤ A 10	≤ A 10	≤ A 10	Olores Ofensivos y sustancias flotantes ausentes.	IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS AMBIENTALES
			X	DQO (mg/L)	20			≤15					
				OD (mg/L)	7,14			≥5	≥ 6	≥ 7	≥ 7		
				SST (mg/l)	12			5 - 9	≤ A 4	≤ A 5	≤ A 5		
				C.TOTALES	2700			5000	< 5000	< 5000	< 5000		
				C.FECALES	300			2000	<1000	<1000	<1000		
				NITRATOS	0,25			Ausentes					
				OLORES OFENSIVOS	NO			AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES		
				Sólidos flotantes	NO			AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES		
				PH	7,4			4,5 y 9	4,5 y 8	4,5 y 9	4,5 y 9		
				Sustancias de Interes Sanitario				Sustancias de Interes Sanitario y otros, Cumplimiento Decreto 1594/84, decreto 3930 o Norma que lo sustituya, reglamente o modifique					

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

CARGAS CONTAMINANTES SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA BELÉN

Con respecto a la quebrada Belén Para el escenario factible 2019 se presenta una reducción de cargas contaminantes con respecto al escenario actual únicamente para los generadores de vertimientos provenientes del sistema combinado de alcantarillado del municipio de Sandoná debido a que este es el principal agente contaminante de este zona, como son el Box culvert, colector villa del rosario, colector naranjal, colector el cementerio, ya que para el mencionado año se tiene contemplado el funcionamiento la primer etapa de la planta de tratamiento de aguas residuales planteadas como proyecto de descontaminación. Además de esto se tiene contemplado la implementación de un interceptor que me unifique los vertimientos puntuales desde el barrio Belén hasta el barrio villa del rosario, con el propósito de cumplir con los objetivos de calidad propuestos para este año.

Para el escenario factible a 10 años se reducen las cargas contaminantes correspondientes a las descargas de los colectores del Box culvert, colector villa del rosario, colector naranjal, colector el cementerio, con la segunda fase de la construcción de la PTAR obteniendo una remoción del 80% en dicho sistema ya que para el mencionado año se contará ya con la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales construida y estabilizada.

Como se describió y justificó en la etapa prospectiva, se incluyeron obras para el tratamiento de aguas residuales domésticas vertidas a la quebrada Belén, debido a que los vertimientos domésticos que se ubican en la ribera de la quebrada en ordenamiento no cuentan con ningún tipo de sistema de tratamiento, por lo tanto las cargas contaminantes para estas edificaciones son considerables, cabe resaltar que uno de los aspectos técnicos para el ordenamiento de esta corriente fue el casco urbano debido a que con este proceso se pretende recuperar las condiciones ambientales de este municipio.

De esta manera para la vigencia a diez años se materializarían la totalidad de obras y proyectos, permitiendo poner en vigencia y aplicar el cumplimiento de los Objetivos de Calidad para el mantenimiento, recuperación y descontaminación del cauce principal de la quebrada Belén, haciendo que la calidad del recurso hídrico sea apta para la satisfacción de los usos preponderantes definidos.

Cuadro 111. CARGAS QUEBRADA BELÉN

CUADRO DE CARGAS QUEBRADA BELÉN TON/AÑO				
USUARIO	**ACTUAL**	**FACTIBLE TRES AÑOS**	**FACTIBLE CINCO AÑOS**	**FACTIBLE DIEZ AÑOS**
	Carga Teórica DBO (TON/AÑO)	**Carga Teórica DBO (TON/AÑO)**	**Carga Teórica DBO (TON/AÑO)**	**Carga Teórica DBO (TON/AÑO)**
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO BELEN	1,8478125	79,27	39,66366809	15,85358609
VERTIMIENTO MARRANERA	1,73448			
VERTIMIENTO CENTRO CASCO URBANO BOX	53,3401875			
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO POTRERILLO	0,739125			
VERTIMIENTO CENTRAL DE SACRIFICIO	8,09424			
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	18,21943125	5,88672	2,354688	0
VERTIMIENTO HOTEL ROYAL	0,4672	0,097708187	0,097708187	0,097708187
VERTIMIENTO QUEBRADA SARANCOCHO	13,19371632	13,19371632	6,59685816	6,59685816
USUARIO	Carga Teórica SST (TON/AÑO)	Carga Teórica SST(TON/AÑO)	Carga Teórica SST (TON /AÑO)	Carga Teórica SST (TON/AÑO)
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO BELEN	1,8478125	78,79	39,42697083	15,85358609
VERTIMIENTO MARRANERA	1,26144			
VERTIMIENTO CENTRO CASCO URBANO BOX	53,3401875			
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO POTRERILLO	0,739125			
VERTIMIENTO CENTRAL DE SACRIFICIO	11,77344			
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	18,21943125	4,04712	1,618848	
VERTIMIENTO HOTEL ROYAL	0,4672	0,097708187	0,097708187	0,097708187
VERTIMIENTO QUEBRADA SARANCOCHO	145,822464	145,822464	72,911232	72,911232

Cuadro 112. CARGAS QUEBRADA MAGDALENA

CUADRO DE CARGAS QUEBRADA MAGDALENA TON/AÑO				
USUARIO	ACTUAL	FACTIBLE TRES AÑOS	FACTIBLE CINCO AÑOS	FACTIBLE DIEZ AÑOS
	Carga Teórica DBO (TON/AÑO)	Carga Teórica DBO (TON/AÑO)	Carga Teórica DBO (TON/AÑO)	Carga Teórica DBO (TON/AÑO)
VERTIMIENTO VIVIENDAS ALTO JIMENEZ	0,6159375	0,644072524	0,331769808	0,142964123
ESTABLO DE GANADO Y PORCINOS	2,380968	2,093202	0,8372808	0,8372808
VERTIMIENTO VIVIENDAS SECTOR RANCHO VIEJO	0,92390625	30,23691199	15,11845599	6,047382398
VIVIENDAS ALEDAÑAS FINCA CHAVEZ	0,49275			
VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	8,2125			
VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL VILLA CAFELINA	17,24625	9,017015337	3,71582185	2,00149772
VIVIENDAS VEREDA SAN FRANCISCO	0,49275	0,515258019	0,265415846	0,114371298
USUARIO	Carga Teórica SST (TON/AÑO)	Carga Teórica SST(TON/AÑO)	Carga Teórica SST (TON /AÑO)	Carga Teórica SST (TON/AÑO)
	0,6159375	0,644072524	0,331769808	0,142964123
ESTABLO DE GANADO Y PORCINOS	4,186404	1,190484	0,4761936	0,4761936
VERTIMIENTO VIVIENDAS SECTOR RANCHO VIEJO	0,92390625	30,23691199	15,11845599	6,047382398
VIVIENDAS ALEDAÑAS FINCA CHAVEZ	0,49275			
VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	8,2125			
VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL VILLA CAFELINA	17,24625	9,017015337	3,71582185	2,00149772
VIVIENDAS VEREDA SAN FRANCISCO	0,49275	0,515258019	0,265415846	0,114371298

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

PROPUESTA DE REGLAMENTACION DE VERTIMIENTOS

El PORH tiene dentro de sus objetivos contar con una propuesta de reglamentación de vertimientos, para el caso de la quebrada Belén y quebrada Magdalena esta propuesta se direcciona hacia el control de la contaminación, recuperación de la calidad y establecer una fuente en sus diferentes tramos con posibilidades de uso y aprovechamiento. Por lo tanto la propuesta de reglamentación tendrá en cuenta los siguientes lineamientos:

- El cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos en los diferentes tramos de las quebradas Belén y Magdalena.
- La reducción de focos de contaminación por medio de actividades como unificación de vertimientos actuales por parte del casco urbano del municipio de Sandoná es parte fundamental para el saneamiento de las fuentes bajo proceso de ordenación a través de la materialización de los interceptores y de los demás proyectos contemplados en dicho documento.
- Con la construcción y estabilización de la PTAR en el año 2024 se debe cumplir con el porcentaje de remoción que permita el establecimiento del uso potencial proyectado en el tramo II de la quebrada Belén y Magdalena como se muestra en el cuadro anterior.
- Se requerirá en el menor tiempo posible a los usuarios encontrados y que no estaban reportados en la base de datos de CORPONARIÑO para que se legalicen e inicien los respectivos trámites para el otorgamiento del Permiso de Vertimientos.
- Se informara a la EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE SANDONA EMSAN para que actualice y consolide su propia base de datos con respecto a los puntos de vertimiento nuevos que se encontraron dentro de la fase de diagnóstico del PORH.
- No se permitirá que se realicen nuevos vertimientos sobre las fuentes hídricas ordenadas de manera directa, en caso de que estos vertimientos se piensen hacer sobre los tramos I y II de la quebrada Belén y quebrada Magdalena deberán cumplir con el permiso de vertimientos y una vez se construyan los interceptores será obligatoria su conexión a esta infraestructura.
- El municipio de Sandoná deberá informar a CORPONARIÑO sobre las obras que se proyecten y que tengan relación con las fuentes ordenadas para que se tomen las medidas técnicas necesarias y se establezca los parámetros que deben cumplir para su instalación y funcionamiento.
- Los permisos de vertimientos que se tramiten deberán tener en cuenta que, los porcentajes de remoción estén sujetos a los objetivos de calidad establecidos dependiendo del tramo sobre el que se quiera realizar el vertimiento.
- CORPONARIÑO establecerá la red de monitoreo de la calidad sobre las Quebradas Belén y Magdalena para evaluar los avances en materia de descontaminación.
- La presencia del sector panelero dentro del área de influencia de las quebradas Belén y Magdalena se convierte en un factor importante de control y monitoreo por parte de CORPONARIÑO, debido a que actualmente se encuentran definiendo la situación ambiental a la cual irán sujetos hacia el futuro.
- La planta de beneficio animal que está asentada sobre la quebrada Belén que en la actualidad a pesar de contar con permiso de vertimientos deberá optimizar su sistema de tratamiento hasta que se cumpla con el cronograma contemplado en

el plan de cierre, por lo que deberá dar cumplimiento a este y además ajustarse al objetivo de calidad que existe sobre esta quebrada hasta el primer quinquenio.

El escenario actual modelado en el presente documento evidencia claramente las condiciones de deterioro de la calidad de la quebrada Belén debido a las múltiples descargas de aguas residuales de origen doméstico. La reglamentación de vertimientos está dirigida a la reducción de cargas contaminantes por parte de los usuarios actuales identificados en campo, con el fin de recuperar la calidad de la fuente hídrica para la satisfacción de los usos estipulados.

De acuerdo a lo anteriormente mencionado se sustenta el hecho que el cumplimiento de los objetivos de calidad no se logrará únicamente con la reducción de cargas contaminantes por parte de los usuarios existentes, sino también restringiendo o controlando la presencia de nuevas descargas por la ubicación de nuevas edificaciones las cuales deben contar con sistema de alcantarillado, para el caso del municipio de Sandoná y dada esta eventualidad se deberá apoyar en el Plan de Ordenamiento Territorial POT y definir este tipo de situaciones.

Cuadro 113. Reglamentación de Vertimientos para Usuarios del Cauce Principal de la Quebrada Belén y Magdalena.

REGLAMENTACION DE VERTIMIENTOS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA Kg/AÑO			
USUARIO	**FACTIBLE TRES AÑOS**	**FACTIBLE CINCO AÑOS**	**FACTIBLE DIEZ AÑOS**
	Carga Teorica DBO (Kg/AÑO)	Carga Teorica DBO (Kg/AÑO)	Carga Teorica DBO (Kg/AÑO)
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO BELEN	79270	39663,67	15853,59
VERTIMIENTO MARRANERA			
VERTIMIENTO CENTRO CASCO URBANO BOX			
VERTIMIENTO VIVIENDAS BARRIO POTRERILLO			
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO			
VERTIMIENTO CENTRAL DE SACRIFICIO	5886,72	2354,688	NO GENERA VERTIMIENTO
VERTIMIENTO COLECTOR NARANJAL	59280	69930	34965
VERTIMIENTO COLECTOR CEMENTERIO	10640		
VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	30230	15110	15110

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

TASA RETRIBUTIVA

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

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

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

Cuadro 114. Proyección Tasa Retributiva – Escenario con Cobro de Tarifa Mínima 2015 a 2019

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADAS BELÉN - MAGDALENA															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MINIMA															
USUARIO	2015			2016			2017			2018			2019		
	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA
	DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST	
VERTIMIENTO COLECTOR BOX	81760	81760	$ 13.977.640,5	82741,12	82741,12	$ 14.569.733,40	83734,0134	83734,0134	$ 15.186.907,30	84738,82	84738,82	$ 15.830.224,70	85755,687	85755,69	$ 16.500.793,02
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	26991,75	26991,75	$ 4.614.493,4	27315,651	27315,651	$ 4.809.963,32	27643,4388	27643,4388	$ 5.013.713,37	27975,16	27975,16	$ 5.226.094,27	28310,862	28310,86	$ 5.447.471,62
VERTIMIENTO COLECTOR EL CEMENTERIO	18250	18250	$ 3.120.009,1	18469	18469	$ 3.252.172,63	18690,628	18690,628	$ 3.389.934,67	18914,92	18914,92	$ 3.533.532,30	19141,895	19141,89	$ 3.683.212,73
VERTIMIENTO COLECTOR NARANJAL	36500	36500	$ 6.240.018,1	36938	36938	$ 6.504.345,27	37381,256	37381,256	$ 6.779.869,33	37829,83	37829,83	$ 7.067.064,60	38283,789	38283,79	$ 7.366.425,45
VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	37850,5	37850,5	$ 6.470.898,8	38304,706	38304,706	$ 6.745.006,04	38764,3625	38764,3625	$ 7.030.724,50	39229,53	39229,53	$ 7.328.545,99	39700,289	39700,29	$ 7.638.983,20
			$ 34.423.059,8			$ 35.881.220,66			$ 37.401.149,17			$ 38.985.461,85			$ 40.636.886,01

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2013

Cuadro 115. Proyección Tasa Retributiva – Escenario con Cobro de Tarifa Mínima 2020 a 2024

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADAS BELÉN - MAGDALENA															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MINIMA															
USUARIO	2020			2021			2022			2023			2024		
	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA
	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA
VERTIMIENTO COLECTOR BOX	86784,76	86784,76	$ 17.199.766,61	87826,17	87826,17	$ 17.928.348,72	88880,09	88880,09	$ 18.687.793,57	89946,65	89946,65	19479408,51	91026,01	91026,01	$ 20.304.556,25
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	28650,59	28650,59	$ 5.678.226,52	28994,40	28994,40	$ 5.918.756,20	29342,33	29342,33	$ 6.169.474,71	29694,44	29694,44	6430813,66	30050,77	30050,77	$ 6.703.222,92
VERTIMIENTO COLECTOR EL CEMENTERIO	19371,60	19371,60	$ 3.839.233,62	19604,06	19604,06	$ 4.001.863,55	19839,31	19839,31	$ 4.171.382,49	20077,38	20077,38	4348082,26	20318,31	20318,31	$ 4.532.267,02
VERTIMIENTO COLECTOR NARANJAL	38743,19	38743,19	$ 7.678.467,24	39208,11	39208,11	$ 8.003.727,11	39678,61	39678,61	$ 8.342.764,99	40154,75	40154,75	8696164,51	40636,61	40636,61	$ 9.064.534,04
VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	40176,69	40176,69	$ 7.962.570,52	40658,81	40658,81	$ 8.299.865,01	41146,72	41146,72	$ 8.651.447,29	41640,48	41640,48	9017922,60	42140,17	42140,17	$ 9.399.921,80
			$ 42.358.264,51			$ 44.152.560,59			$ 46.022.863,06			$ 47.972.391,54			$ 50.004.502,04

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2013

Cuadro 116. Proyección Tasa Retributiva – Escenario con Cumplimiento de Metas 2015 a 2019

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADAS BELÉN - MAGDALENA															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2015			2016			2017			2018			2019		
	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA
	DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST	
VERTIMIENTO COLECTOR BOX	81760	81760	$ 13.977.640,5	82741,12	82741,12	$ 14.569.733,40	83734,0134	83734,0134	$ 15.186.907,30	84738,82	84738,82	$ 15.830.224,70	49056,00	49056,00	$ 9.439.174,55
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	26991,75	26991,75	$ 4.614.493,4	27315,651	27315,651	$ 4.809.963,32	27643,4388	27643,4388	$ 5.013.713,37	27975,16	27975,16	$ 5.226.094,27	16195,05	16195,05	$ 3.116.191,78
VERTIMIENTO COLECTOR EL CEMENTERIO	18250	18250	$ 3.120.009,1	18469	18469	$ 3.252.172,63	18690,628	18690,628	$ 3.389.934,67	18914,92	18914,92	$ 3.533.532,30	10950,00	10950,00	$ 2.106.958,60
VERTIMIENTO COLECTOR NARANJAL	36500	36500	$ 6.240.018,1	36938	36938	$ 6.504.345,27	37381,256	37381,256	$ 6.779.869,33	37829,83	37829,83	$ 7.067.064,60	21900,00	21900,00	$ 4.213.917,21
VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	37850,5	37850,5	$ 6.470.898,8	38304,706	38304,706	$ 6.745.006,04	38764,3625	38764,3625	$ 7.030.724,50	39229,53	39229,53	$ 7.328.545,99	22710,30	22710,30	$ 4.369.832,14
			$ 34.423.059,8			$ 35.881.220,66			$ 37.401.149,17			$ 38.985.461,85			$ 23.246.074,28

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2013

Cuadro 117. Proyección Tasa Retributiva – Escenario con Cumplimiento de Metas 2020 a 2024

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADAS BELÉN - MAGDALENA															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2020			2021			2022			2023			2024		
	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA
	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA
VERTIMIENTO COLECTOR BOX	40880,00	40880,00	$ 8.101.958,15	41370,56	41370,56	$ 8.445.157,10	16352,00	16352,00	$ 3.438.146,96	16548,22	16548,22	3583786,87	16746,80	16746,80	$ 3.735.596,08
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	13495,88	13495,88	$ 2.674.731,27	13657,83	13657,83	$ 2.788.032,89	5398,35	5398,35	$ 1.135.048,96	5463,13	5463,13	1183129,64	5528,69	5528,69	$ 1.233.247,01
VERTIMIENTO COLECTOR EL CEMENTERIO	9125,00	9125,00	$ 1.808.472,80	9234,50	9234,50	$ 1.885.079,71	3650,00	3650,00	$ 767.443,52	3693,80	3693,80	799952,43	3738,13	3738,13	$ 833.838,41
VERTIMIENTO COLECTOR NARANJAL	18250,00	18250,00	$ 3.616.945,60	18469,00	18469,00	$ 3.770.159,42	7300,00	7300,00	$ 1.534.887,04	7387,60	7387,60	1599904,85	7476,25	7476,25	$ 1.667.676,82
VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	18925,25	18925,25	$ 3.750.772,59	19152,35	19152,35	$ 3.909.655,32	7570,10	7570,10	$ 1.591.677,86	7660,94	7660,94	1659101,33	7752,87	7752,87	$ 1.729.380,86
			$ 19.952.880,42			$ 20.798.084,43			$ 8.467.204,34			$ 8.825.875,11			$ 9.199.739,18

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2013

Cuadro 118. Proyección Tasa Retributiva – Escenario Sin Cumplimiento de Metas 2015 a 2019

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADAS BELÉN - MAGDALENA																
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS																
USUARIO	2015			2016			2017			2018			2019			
	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	CARGA kg/año		VALOR TASA RETRIBUTIVA	
	DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		DBO5	SST		
VERTIMIENTO COLECTOR BOX	81760	81760	$ 13.977.640,5	82986,4	82986,4	$ 14.612.924,31	83982,2368	83982,2368	$ 21.163.551,37	84990,02	84990,02	$ 27.291.713,17	86009,904	86009,90	$ 34.396.831,00	
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	26991,75	26991,75	$ 4.614.493,4	27315,651	27315,651	$ 5.386.301,14	27643,4388	27643,4388	$ 6.966.155,70	27975,16	27975,16	$ 8.983.290,18	28310,862	28310,86	$ 11.321.997,71	
VERTIMIENTO COLECTOR EL CEMENTERIO	18250	18250	$ 3.120.009,1	18469	18469	$ 3.641.853,37	18690,628	18690,628	$ 4.710.044,42	18914,92	18914,92	$ 6.073.894,64	19141,895	19141,89	$ 7.655.170,87	
VERTIMIENTO COLECTOR NARANJAL	36500	36500	$ 6.240.018,1	36938	36938	$ 7.283.706,75	37381,256	37381,256	$ 9.420.088,84	37829,83	37829,83	$ 12.147.789,29	38283,789	38283,79	$ 15.310.341,74	
VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	37850,5	37850,5	$ 6.470.898,8	38304,706	38304,706	$ 7.553.203,90	38764,3625	38764,3625	$ 9.768.632,13	39229,53	39229,53	$ 12.597.257,49	39700,289	39700,29	$ 15.876.824,38	
			$ 34.423.059,8			$ 38.477.989,47			$ 52.028.472,46			$ 67.093.944,77			$ 84.561.165,70	

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2013

Cuadro 119. Proyección Tasa Retributiva – Escenario Sin Cumplimiento de Metas 2020 a 2024

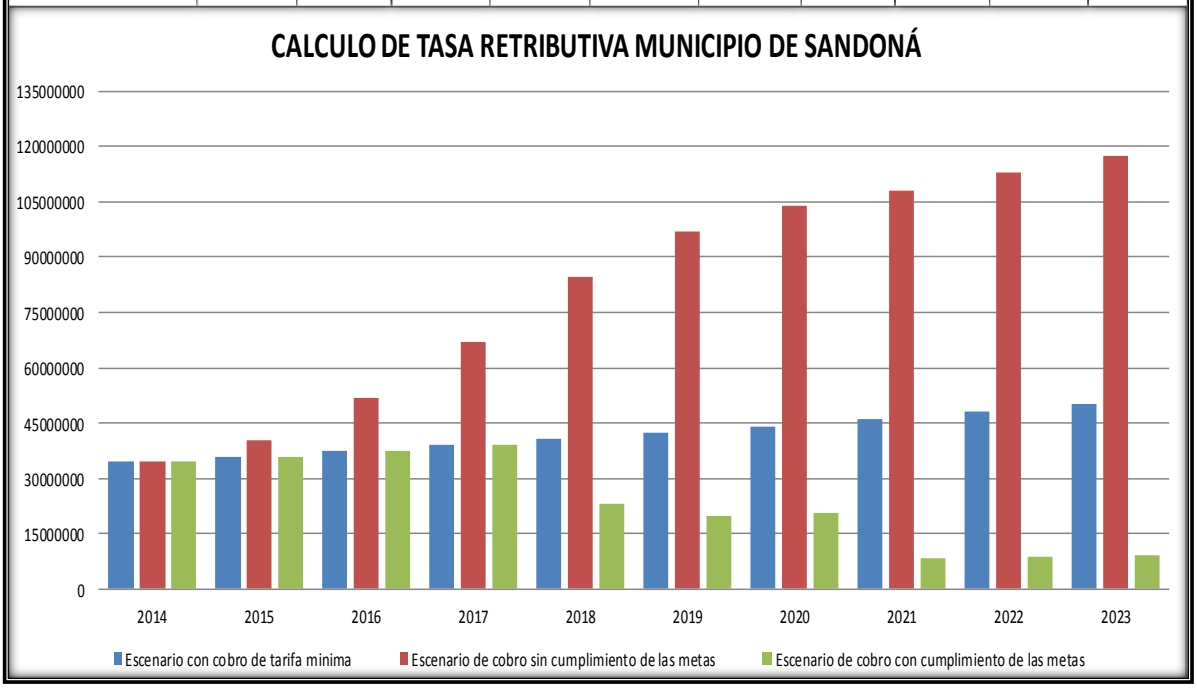
PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADAS BELÉN - MAGDALENA																
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS																
USUARIO	2020			2021			2022			2023			2024			
	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	
	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	
VERTIMIENTO COLECTOR BOX	87042,02	87042,02	$ 39.471.155,40	88086,53	88086,53	$ 42.220.439,94	89143,57	89143,57	$ 44.008.897,78	90213,29	90213,29	45873114,69	91295,85	91295,85	$ 47.816.299,82	
VERTIMIENTO COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	28650,59	28650,59	$ 12.992.253,01	28994,40	28994,40	$ 13.897.202,46	29342,33	29342,33	$ 14.485.887,96	29694,44	29694,44	15099510,17	30050,77	30050,77	$ 15.739.125,42	
VERTIMIENTO COLECTOR EL CEMENTERIO	19371,60	19371,60	$ 8.784.484,80	19604,06	19604,06	$ 9.396.350,55	19839,31	19839,31	$ 9.794.379,96	20077,38	20077,38	10209269,89	20318,31	20318,31	$ 10.641.734,57	
VERTIMIENTO COLECTOR NARANJAL	38743,19	38743,19	$ 17.568.969,59	39208,11	39208,11	$ 18.792.701,10	39678,61	39678,61	$ 19.588.759,92	40154,75	40154,75	20418539,79	40636,61	40636,61	$ 21.283.469,13	
VERTIMIENTO COLECTOR MAGDALENA	40176,69	40176,69	$ 18.219.021,47	40658,81	40658,81	$ 19.488.031,04	41146,72	41146,72	$ 20.313.544,03	41640,48	41640,48	21174025,76	42140,17	42140,17	$ 22.070.957,49	
			$ 97.035.884,27			$ 103.794.725,09			$ 108.191.469,65			$ 112.774.460,30			$ 117.551.586,44	

Fuente: Esta investigación, CORPONARIÑO 2013

Figura 50. Cobro Tasa Retributiva municipio de Sandoná

ESCENARIOS COBRO TASA RETRIBUTIVA MUNICIPIO DE SANDONÁ

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Escenario con cobro de tarifa minima	34423059,85	35681220,66	37401149,17	38985461,85	40636886,01	42358264,51	44152560,59	46022863,06	47972391,54	50004502,04
Escenario de cobro sin cumplimiento de las metas	34423059,85	40228934,39	52028472,46	67093944,77	84561165,7	97035884,27	103794725,1	108191469,6	112774460,3	117551586,4
Escenario de cobro con cumplimiento de las metas	34423059,85	35681220,66	37401149,17	38985461,85	23246074,28	19952880,42	20798084,43	8467204,335	8825875,111	9199739,18



Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

En el grafico anterior se observa el cobro de la tasa retributiva anual para la empresa de servicios públicos del municipio de Sandoná EMSAN en diferentes escenarios, el primero con la aplicación de la tarifa mínima donde el monto del a pagar se encuentra entre $ 34´423.059,85 a $ 50´004.502,04 en un periodo de 10 años teniendo en cuenta el crecimiento de la empresa, el segundo escenario se establece con la aplicación de la tarifa con el cumplimiento de las metas de descontaminación establecidas para cada año en la empresa con las concentraciones factibles a verter en donde el monto a pagar asciende entre $ 34´423.059,85 a $ 9´199.739,18, siendo este el menor valor a pagar de los tres escenarios y el tercer escenario corresponde a la aplicación del cobro de la tasa sin cumplimiento de las metas de descontaminación, en este caso el valor a pagar por la empresa se encuentra entre $ 34´423.059,85 a $ 117´551.586,4

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

REGLAMENTACION DE CAUDALES

Tomando como referencia el parágrafo 1 del artículo 8 del decreto 3930 de 2010 que dice que "el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico deberá definir la conveniencia de adelantar la reglamentación del uso de las aguas"[36]. En el plan de ordenamiento del recurso hídrico de las Quebradas Belén y Magdalena, no se consideró necesario implementar dicha reglamentación de caudales por motivo de que no existen conflictos por uso del recurso hídrico ni por otro aspecto que amerite dicha reglamentación. Sin embargo una vez se vayan dando cumplimiento a los objetivos de calidad a través de los programas planteados y exista una demanda del recurso será necesario que se proceda a implementar dicha reglamentación de tal manera que se pueda brindar posibilidades de aprovechamiento sin desconocer las necesidades ambientales propias de cada una de las fuentes, además de esto se debe tener en cuenta que no se puede afectar las condiciones naturales de cada una de las quebradas objeto de ordenamiento.

VINCULACION A INSTRUMENTOS DE CONTROL

El PORH por ser la carta guía bajo la cual se direccionan todos los instrumentos de control ambiental, se hace necesario que estos se ajusten o sean adoptados y se conviertan en herramientas para el mejoramiento, control y mantenimiento de la calidad del recurso hídrico de las quebradas Belén y Magdalena. El PORH realiza un trabajo más detallado de las fuentes bajo ordenamiento, por lo tanto describe en forma específica sus problemas, necesidades de solución y potencialidades del recurso así como también los actores responsables, de ahí la necesidad de describir cada uno de estos instrumentos y la forma como se direccionan para que sean herramientas útiles dentro del PORH:

Entre los Instrumentos de Control y Planificación existentes que se relacionan con el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH y que pueden aportar e influir para la materialización del Escenario Factible enfocado al mantenimiento y recuperación de la calidad del agua del cauce principal de la quebrada Belén así como la satisfacción de los usos definidos, se resaltan el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del municipio de Sandoná, los Permisos de Vertimientos y Metas de Descontaminación concertadas con los usuarios ubicados en el área de influencia de la Microcuenca Belén además de las Concesiones de Agua y Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua para usuarios de la Microcuenca mencionada.

PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS

El Municipio de Sandoná cuenta con este Plan el cual ha sido aprobado por CORPONARIÑO y en él se describe la situación y disposición actual de los vertimientos de aguas residuales del sistema de alcantarillado del casco urbano y de algunos centros poblados, para el PORH se tomó como insumo la información correspondiente al sistema de alcantarillado del casco urbano del municipio, esta información ha sido ampliada con la inclusión de nuevos vertimientos correspondientes al sistema de alcantarillado del casco urbano y de vertimientos rurales.

[36] **Decreto 3930 de 2010 articulo 8 parágrafo 1**

Como propósito fundamental del PSMV se cuenta con la formulación de programas y proyectos bajo los cuales se busca el saneamiento de las fuentes receptoras de vertimientos y dar así cumplimiento con los objetivos de calidad propuestos por CORPONARIÑO, en este sentido el PORH adopta dichos programas y proyectos como parte de la solución integral. En cuanto a los objetivos de calidad el PORH los adopta de manera más detallada en cada tramo de cada fuente y además les otorga objetivos de calidad a los afluentes naturales con la finalidad de que el recurso hídrico pueda en el corto, mediano y largo plazo tener características naturales, sociales y económicas que sean útiles dentro de su área de influencia.

A continuación se relacionan las líneas de acción contempladas en el PSMV y que harán parte del PORH.

Cuadro 120. VINCULACION PSMV AL PORH

PSMV	
LINEA DE ACCION	OPTIMIZACIÓN REDES INTERNAS SISTEMA DE ALCANTARILLADO CASCO URBANO
	DISEÑO Y CONSTRUCCION INTERCEPTOR SANITARIO QUEBRADA BELÉN Y MAGDALENA
	UNIFICACION DE VERTIMIENTOS
	EDUCACION AMBIENTAL
	CARACTERIZACION DE FUENTES RECEPTORAS DE VERTIMIENTOS
	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL
	DISEÑO Y CONSTRUCCION PTAR

Fuente: Este Estudio

De todas las líneas de acción que se presentaron dentro de PSMV se ha hecho avances, pero dichos avances no dan cumplimiento con los planes de acción a ejecutar en cada año, esto repercute en un retraso en las obligaciones adquiridas dentro del PSMV.

Las demás líneas de acción están contempladas dentro del Plan Maestro de Alcantarillado el cual se encuentra formulado y priorizado dentro del Plan Departamental de Aguas y por lo tanto su ejecución depende de la consecución del mismo.

Para el PORH es de vital importancia la línea de acción con respecto al diseño y construcción de PTAR e interceptor ya que su ejecución mejoraría significativamente la calidad del recurso y además permitiría la disposición de nuevos vertimientos sobre estos este último sin que tengan que ser vertidos a las fuentes de forma directa.

PLAN DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA

El municipio de Sandoná cuenta con este plan aprobado y está sujeto al seguimiento y control por parte de CORPONARIÑO, este plan contempla el conjunto de programas, proyectos y actividades que permitan racionalizar el uso de recurso y la protección del mismo. En este sentido la aplicación del PUEAA juega un papel importante dentro del

PORH ya que su aplicación repercute sobre el estado de las fuentes bajo proceso de ordenamiento. El PUEAA contempla la compra de predios y su reforestación como parte fundamental para el manejo adecuado del recurso hídrico, en este contexto es necesario que se ajuste y se prioricen estos programas hacia el mejoramiento del recurso hídrico de las fuentes bajo proceso de ordenamiento.

A continuación se presentan los avances que se han realizado hasta el año 2013

No	PROYECTO	ACTIVIDAD
1	Compra de predios y reforestación en las zonas de nacimiento de la Microcuenca El Ingenio (22 Has)	En la parte alta de la microcuenca, específicamente en la vereda Alto Jiménez en donde se hará adquisición de 19 Ha: 10 Ha ubicadas en los alrededores del sitio conocido como La Ceba, predios que actualmente pertenecen a los señores: Antonio Cabrera, Señores Rivera, Román Narváez, Julio Rosero y Ramiro Córdoba; en esta zona se encuentra los nacimientos del Rio Ingenio, principal fuente abastecedora del acueducto urbano.

No	PROYECTO	ACTIVIDAD	AVANCE
1	Mejoramiento y adecuación de la infraestructura general del acueducto Urbano del Municipio de Sandoná	Estudios preliminares de diseño.	**PRIMER – SEGUNDO SEGUIMIENTO:** se realizó un contrato de topografía para la bocatoma (zona de bocatoma rocosa por lo cual existen dificultades) (no presenta soportes) **TERCER SEGUIMIENTO**: se tiene elaborados y aprobados los diseños para la reposición del sistema de captación, bocatoma y línea de conducción

Hasta el momento las quebradas Belén y Magdalena están en proceso de ejecución los programas y proyectos que hacen parte las fuentes en ordenamiento.

PERMISO DE VERTIMIENTOS

Una vez realizado el diagnóstico se encontraron usuarios que no estaban dentro de la base de datos de CORPONARIÑO y que realizan vertimientos a las fuentes, estos usuarios deben ser requeridos para que legalicen su situación ante la autoridad ambiental.

CONCESION DE AGUAS

Sobre el cauce principal solo encontramos una captación y pertenecen a la quebrada Magdalena, esta captación está ubicada en el tramo I, esta captación se utiliza para el sector agrícola y si cuentan con concesión de aguas, mediante resolución 80 del 13 de Julio de 2012. Existen captaciones que no son sobre el cauce principal de las fuentes sino que pertenecen a afluentes o nacimientos del área de influencia.

METAS DE DESCONTAMINACION

Dentro del PORH se establecen las metas de descontaminación acorde al incremento de la carga contaminante de los vertimientos provenientes de la red de alcantarillado y usuarios que no están conectados y que realizan vertimiento directo a las fuentes bajo ordenamiento, la carga contaminante se evalúa bajo dos parámetros que son la DBO_5 y SST; a continuación se describen estos usuarios, la carga asociada y el responsable del vertimiento

Cuadro 121. METAS DE REDUCCIÓN EN DBO PARA LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA

METAS DE REDUCCION DE CARGA CONTAMINANTE - PRIMER QUINQUENIO 2015 - 2019																												
USUARIO	FUENTE	2015					2016				2017				2018				2019				2020					
		CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)					CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)					
		Carga Contaminante Actual 2013	Carga Contaminante Proyectada 2015	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2016	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2017	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2018	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2019	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2019	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion		
COLECTOR PRINCIPAL BOX COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	QUEBRADA BELÉN Y MAGDALENA	72290	74474,97	74474,97	Se tiene contemplando un interceptor	0	75592,09	75592,09	Se tiene contemplando un interceptor	0	76725,97	39663,66	50%	37062,31	77876,86	39663,66	50%	38213,2006	79045,01	39663,66	50%	39381,35	80230,69	15853,58	80%	64377,11	
COLECTOR NARANJAL		59280	60169,2	60169,2	0	0	61071,74	61071,74	0	0	61987,81	73113,83	UNIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS	73113,83	62917,63	74210,54	UNIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS	74210,5395	63861,4	34965	50%	34965	35489,48	35489,48	50%	38721,06		
COLECTOR CEMENTERIO		10640	10799,6	10799,6	0	0	10961,59	10961,59	0	0	11126,02				11292,91				11462,3									
COLECTOR MAGDALENA		30230	30683,45	30683,45	0	0	31143,7	15110	PTAR 50%	16033,7	31610,86	15110	50%	16500,86	32085,02	15110	50%	16975,0201	32566,3	15110	50%	17456,3	33054,79	15110	50%	17944,79		

METAS DE REDUCCION DE CARGA CONTAMINANTE - PRIMER QUINQUENIO 2015 - 2019																
USUARIO	FUENTE	2021				2022				2023				2024			
		CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE DBO5 (kg/año)			
		Carga Contaminante Proyectada 2020	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2020	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2020	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2021	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion
COLECTOR PRINCIPAL BOX COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	QUEBRADA BELÉN Y MAGDALENA	81434,15	15853,58	80%	65580,57	65342,77	15853,58	80%	49489,19	66322,91	15853,58	80%	50469,33	67317,75	15853,58	80%	51464,17047
COLECTOR NARANJAL		36021,82	36021,82	50%	38721,06	39301,88	38721,06	50%	38721,06	39891,41	38721,06	50%	38721,06	40489,78	38721,06	50%	38721,06446
COLECTOR CEMENTERIO																	
COLECTOR MAGDALENA		33550,61	15110	50%	18440,61	18213,96	15110	50%	3103,962	18487,17	15110	50%	3377,171	18764,48	15110	50%	3654,47871

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 122. METAS DE REDUCCIÓN EN DBO PARA LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA

METAS DE REDUCCION DE CARGA CONTAMINANTE - PRIMER QUINQUENIO 2015 - 2019																							
USUARIO	FUENTE	2015					2016				2017				2018				2019				
		CARGA CONTAMINANTE SST (kg/año)					CARGA CONTAMINANTE SST (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE SST (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE SST (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE SST (kg/año)			
		Carga Contaminante Actual 2013	Carga Contaminante Proyectada 2015	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2016	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2017	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2018	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2019	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion
COLECTOR PRINCIPAL BOX COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	QUEBRADA BELÉN Y MAGDALENA	72290	74474,97	74474,97	Se tiene contemplando un	0	75592,09	75592,09	Se tiene contemplando	0	76725,97	39663,66	50%	37062,31	77876,86	39663,66	50%	38213,2006	79045,01	39663,66	50%	39381,35
COLECTOR NARANJAL		59280	60169,2	60169,2	0	0	61071,74	61071,74	0	0	61987,81	73113,83	UNIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS	73113,83	62917,63	74210,54	UNIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS	74210,5395	63861,4	34965	50%	34965
COLECTOR CEMENTERIO		10640	10799,6	10799,6	0	0	10961,59	10961,59	0	0	11126,02				11292,91				11462,3			
COLECTOR MAGDALENA		30230	30683,45	30683,45	0	0	31143,7	15110	PTAR 50%	16033,7	31610,86	15110	50%	16500,86	32085,02	15110	50%	16975,0201	32566,3	15110	50%	17456,3

METAS DE REDUCCION DE CARGA CONTAMINANTE - PRIMER QUINQUENIO 2015 - 2019																					
USUARIO	FUENTE	2020				2021				2022				2023				2024			
		CARGA CONTAMINANTE SST (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE SST (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE SST (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE SST (kg/año)				CARGA CONTAMINANTE SST (kg/año)			
		Carga Contaminante Proyectada 2019	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2020	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2020	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2020	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2021	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion
COLECTOR PRINCIPAL BOX COLECTOR VILLA DEL ROSARIO	QUEBRADA BELÉN Y MAGDALENA	80230,69	15853,58	80%	64377,11	81434,15	15853,58	80%	65580,57	65342,77	15853,58	80%	49489,19	66322,91	15853,58	80%	50469,33	67317,75	15853,58	80%	51464,17047
COLECTOR NARANJAL		35489,48	35489,48	50%	38721,06	36021,82	36021,82	50%	38721,06	39301,88	38721,06	50%	38721,06	39891,41	38721,06	50%	38721,06	40489,78	38721,06	50%	38721,06446
COLECTOR CEMENTERIO																					
COLECTOR MAGDALENA		33054,79	15110	50%	17944,79	33550,61	15110	50%	18440,61	18213,96	15110	50%	3103,962	18487,17	15110	50%	3377,171	18764,48	15110	50%	3654,47871

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA, TRATAMIENTO U OPTIMIZACION

Con base en las necesidades que presenta cada tramo en cada fuente se establecen los programas bajo los cuales se deben direccionar los proyectos a ejecutar, los responsables de su ejecución y los plazos en que se deben plasmar dichos proyectos para dar cumplimiento con el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Belén y Magdalena, en el siguiente cuadro se presentan y se plasman de manera práctica dichas acciones.

PROGRAMA QUEBRADA BELÉN Y MAGDALENA

PROGRAMA	NOMBRE
PROGRAMA 1	DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA
PROGRAMA 2	PROTECCI0N Y CONSERVACION DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA
PROGRAMA 3	GESTION INTEGRAL DEL RIESGO
PROGRAMA 4	SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL PLAN DE ORDENAMIENTO DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

PROGRAMAS, PROYECTOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Para la materialización del PORH se hace necesario que se planteen y se planifiquen las acciones que permitan mejorar las condiciones de la quebrada Belén y Magdalena en términos de calidad y cantidad, por esto se deben plantear cuales son los programas, proyectos y actividades con sus respectivos costos de ejecución, fuentes de financiación y los plazos en los que se deben ejecutar.

FUENTES DE FINANCIACION PORH

Las fuentes de financiación del PORH son del orden local, regional y nacional y dependiendo del programa se describe la fuente que tenga relación, a continuación se presentan dichas fuentes:

FUENTES DE FINANCIACION PORH

PROGRAMA	FUENTE DE FINANCIACION		
	DE ORDEN LOCAL	DE ORDEN REGIONAL	DE ORDEN NACIONAL
DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA	ALCALDIA MUNICIPAL	DEPARTAMENTO	NACION
	EMSAN	CORPONARIÑO	
PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA	ALCALDIA MUNICIPAL	CORPONARIÑO	MADS
	EMSAN	DEPARTAMENTO	
GESTION INTEGRAL DEL RIESGO	ALCALDIA MUNICIPAL	CORPONARIÑO	MADS
	EMSAN	DEPARTAMENTO	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL PLAN DE ORDENAMIENTO DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA		CORPONARIÑO	

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

PROYECTO – INTERCEPTOR QUEBRADA BELÉN

A continuación se presenta el proyecto, actividades, fuentes de financiación, costos y tiempos de ejecución presupuestal y de obras.

Cuadro 123. FUENTES DE FINANCIACION-INTERCEPTOR

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	***PROYECTO***	***COSTO TOTAl Miles de pesos***	***FUENTES DE FINANCIACION***		***% DE PARTICIPACION***	***COSTO DE PARTICIPACION Miles de pesos***
DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA BELÉN	***CONSTRUCCION INTERCEPTOR Q. BELÉN***	1’100.000	PORH	ALCALDIA MPAL	44,4	488400
				GOBERNACION	30,4	334400
				NACION	25,2	277200
			TOTAL		100	1100000

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Con respecto al cuadro anterior el valor total del proyecto será compromiso de todas las entidades involucradas en el proceso de descontaminación del recurso hídrico como son ADMINISTRACION MUNICIPAL DE SANDONÁ, GOBERNACION DE NARIÑO, CORPONARIÑO, NECION entre otros, cabe resaltar que en la actualidad el plan departamental de aguas tiene algunos recursos aprobados por el gobierno para la ejecución de este tipo de proyectos, pero es necesario de que cada administración realice la gestión para que esta meta se cumpla en el plazo propuesto por el equipo técnico encargado de la formulación del PORH de las quebradas Belén y Magdalena en el año 2013.

FICHA DEL PROYECTO-INTERCEPTOR

PROGRAMA: DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA
NUMERO DEL PROYECTO: 1
NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION INTERCEPTOR QUEBRADA BELÉN
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: RECUPERACION CALIDAD RECURSO HIDRICO
DIAGNOSTICO: la presencia de vertimientos de la red de alcantarillado del casco urbano en varios puntos a lo largo de la quebrada Belén han generado el deterioro de la quebrada impidiendo su aprovechamiento ambiental y socioeconómico.
ALCANCE: contar con el interceptor sobre las quebrada Belén que unifique los vertimientos existentes y que además permita unificar nuevos vertimientos que se puedan dar sobre su recorrido
JUSTIFICACION: evitar los vertimientos sobre la quebrada Belén lo cual generaría un gran paso en el proceso de descontaminación y mejoramiento de la calidad de la misma, así como mitigar el riesgo de vulnerabilidad del recurso a la alteración de la calidad.
OBJETIVO DEL PROYECTO: unificar vertimientos y permitir la recuperación de la quebrada Belén
DESCRIPCION DEL PROYECTO: diseñar y construir un interceptor sobre la quebrada Belén que permitan la unificación de los vertimientos que actualmente se hacen de manera directa sobre la quebrada en ordenamiento y permitir que nuevos vertimientos se realicen sobre estos interceptores y no sobre las fuentes directamente.
LUGAR: QUEBRADA BELÉN TRAMO II
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Diseño, Suministro de materiales y equipos y construcción
TIEMPO DE EJECUCION: 3 años
RECURSOS NECESARIOS:
Económicos: 1.100.000.000
RESPONSABLES: EMSAN - Alcaldía municipal
FUENTES DE FINANCIACION: ALCALDIA MUNICIPAL – GOBERNACION- NACION (REGALIAS)
BENEFICIOS: Saneamiento de la fuente Belén y mejorar el desarrollo urbano
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (longitud interceptor Belén
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: N° de vertimientos unidos/total de vertimientos

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

AMPLIACION COBERTURA DE ALCANTARILLADO

Cuadro 124. FUENTES DE FINANCIACION COBERTURA EN ALCANTARILLADO

FUENTES DE FINANCIACION					
PROGRAMA	PROYECTO	COSTO TOTAL	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION
DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA BELÉN	AMPLIACION COBERTURA ALCANTARILLADO BARRIO POTRERILLO	30.000.000	ALCALDIA MUNICIPAL + EMSAN	20	14.000.000
			DEPARTAMENTO	10	7.000.000
COSTO TOTAL		21.000.000			

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

EMSAN deberá presupuestar el costo de estos proyectos para cada año dentro de su plan de inversiones con los recursos provenientes de la tarifa.

Cuadro 125. CRONOGRAMA DE EJECUCION-ALCANTARILLADO

CRONOGRAMA DE EJECUCION					PLAZO DE EJECUCION	
PROGRAMA	PROYECTO	ACTIVIDADES	COSTO TOTAL	COSTO PARCIAL	2013	2014
DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA BELÉN	AMPLIACION COBERTURA ALCANTARILLADO BARRIO POTRERILLO	DISEÑO	21.000.000	1.500.000	X	
		SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS		15.000.000		X
		CONSTRUCCION		4´500.000		X

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

FICHA DEL PROYECTO - AMPLIACION COBERTURA ALCANTARILLADO BARRIO POTRERILLO

PROGRAMA: DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA
NUMERO DEL PROYECTO: 2
NOMBRE DEL PROYECTO: AMPLIACION COBERTURA ALCANTARILLADO BARRIO POTRERILLO
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: BARRIO POTRERILLO
DIAGNOSTICO: El Barrio Potrerillo genera vertimientos a la quebrada Belén generando problemas de contaminación y deterioro en la calidad del recurso
ALCANCE: el barrio Belén cuenta con cobertura de alcantarillado unificando los vertimientos de las viviendas pertenecientes al barrio.
JUSTIFICACION: evitar el vertimiento individual de las viviendas pertenecientes al barrio Potrerillo sobre la quebrada Belén se convierte en un gran paso en el proceso de descontaminación y mejoramiento de la calidad de la misma.
OBJETIVO DEL PROYECTO: dotar al barrio Potrerillo con sistema de alcantarillado
DESCRIPCION DEL PROYECTO: diseñar y construir el sistema de alcantarillado del Barrio Potrerillo que permita la unificación de los vertimientos que actualmente se hacen de manera directa e individual sobre la quebrada Belén
LUGAR: BARRIO POTRERILLO
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Diseño, construcción y entrega del sistema de alcantarillado al barrio POTRERILLO
TIEMPO DE EJECUCION: 1 año
RECURSOS NECESARIOS:
Económicos: $21.000.000
Logísticos: ingeniero – mano de obra – materiales y equipos - insumos
RESPONSABLES: EMSAN y Alcaldía municipal
FUENTES DE FINANCIACION: ALCALDIA MUNICIPAL – EMPSA – GOBERNACION
BENEFICIOS: Mejoramiento de la calidad de vida del barrio Potrerillo y saneamiento de la fuente Belén
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: el barrio Belén cuenta con alcantarillado

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Es necesario que este proyecto sea coordinado entre CORPONARIÑO, la alcaldía de SANDONÁ y la EMSAN (Empresa de Servicios Públicos de Sandoná) para que se cree un comité para la consecución de este proyecto en los porcentajes que se acuerden entre las partes; CORPONARIÑO por su parte deberá destinar el 60% del cobro de la Tasa Retributiva a la bolsa, la EMSAN destinará un 5% proveniente de la tarifa, un 20% será proveniente de regalías por lo que depende de la gestión que haga la alcaldía municipal teniendo como base de sustentación el PORH y por último se deberá introducir el proyecto de la construcción de la PTAR y poder así comprometer los recursos que hacen falta para completar el presupuesto necesario para la materialización de una PTAR para el Municipio de Sandoná.

Cuadro 126. FUENTES DE FINANCIACION-PTAR

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	***PROYECTO***	***COSTO TOTAL***	***FUENTES DE FINANCIACION***		***% DE PARTICIPACION***	***COSTO DE PARTICIPACION***
DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA BELÉN	***PTAR***	1´900.000.000	EMSAN		5	95000000
			GENERAL	MPIO	17,85	339150000
				DEPARTAMENTO	20	380000000
				NACION	20	380000000
			REGALIAS		20	380000000
			CORPONARIÑO		17,15	325850000

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Para el caso de la planta de tratamiento de aguas residuales será compromiso de todas las entidades involucradas en el proceso de descontaminación del recurso hídrico como son ADMINISTRACION MUNICIPAL DE SANDONÁ, GOBERNACION DE NARIÑO, CORPONARIÑO, NECION entre otros, cabe resaltar que en la actualidad el plan departamental de aguas tiene algunos recursos aprobados por el gobierno para la ejecución de este tipo de proyectos, pero es necesario de que cada administración realice la gestión para que esta meta se cumpla en el plazo propuesto por el equipo técnico encargado de la formulación del PORH de las quebradas Belén y Magdalena en el año 2013.

FICHA DE PROYECTO-PTAR

PROGRAMA: DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA
NUMERO DEL PROYECTO: 1
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION PTAR
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: RED DE ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUICIPIO DE SANDONÁ
DIAGNOSTICO: La disposición de aguas residuales provenientes del casco urbano del municipio de Sandoná de manera directa a la quebrada Belén han ocasionado su deterioro
ALCANCE: el casco urbano del municipio de Sandoná cuenta con una PTAR que permite entregar las aguas residuales cumpliendo con los objetivos de calidad establecidos para la quebrada Belén en su tramo final.
JUSTIFICACION: cumplir con los objetivos de calidad establecidos por la autoridad ambiental y procurar por la sostenibilidad ambiental del recurso en términos de calidad.
OBJETIVO DEL PROYECTO: construir y operar la PTAR para el casco urbano del municipio de Sandoná
DESCRIPCION DEL PROYECTO: construir una PTAR para el municipio de Sandoná
LUGAR: CASCO URBANO MUNICIPIO DE SANDONÁ
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Diseño y construcción de la PTAR
TIEMPO DE EJECUCION: 6 años
RECURSOS NECESARIOS:
Económicos: $ 1.900.000.000
RESPONSABLES: EMSAN - Alcaldía municipal
FUENTES DE FINANCIACION: ALCALDIA MUNICIPAL – EMSAN – GOBERNACION-CORPONARIÑO – NACION
BENEFICIOS: recuperación de la calidad del recurso hídrico de la quebrada Belén cumpliendo los objetivos de calidad establecidos
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: CUMPLIMIENTO META DE DESCONTAMINACION

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA

COMPRA DE PREDIOS

La compra de predios se convierte en una herramienta muy útil ya que no depende de terceros y por lo tanto se puede llevar un mejor control sobre la conservación y recuperación de los recursos naturales. Se plasma este proyecto por la necesidad que existe de mejorar las condiciones hidrológicas de las fuentes en sus partes altas.

Cuadro 127. FUENTES DE FINANCIACION-COMPRA

PROGRAMA	*PROYECTO*	*FUENTE DE FINANCIACION*	*AREA TOTAL (HAS)*	*COSTO HECTAREA*	*COSTO TOTAL($)*
PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA	COMPRA PREDIOS	ALCALDIA DE SANDONÁ	40	8000000	320.000.000

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

La ejecución de este proyecto se realizará con el 1% que deben destinar los entes territoriales de los ingresos corrientes del municipio a programas de conservación ambiental, esto implica que se debe destinar una parte a la compra de predios en zonas estratégicas de la microcuenca Belén, principalmente sobre las quebradas Belén y Magdalena.
El ingreso del municipio de Sandoná está por el orden de los 7 mil millones, el 1% es de 7 millones de los cuales se puede comprometer un porcentaje anual para cumplir con una meta en adquisición de predios sobre los que se puedan implementar los programas de reforestación y conservación para la preservación y protección del recurso hídrico.

Cuadro 128. CRONOGRAMA DE EJECUCION-COMPRA

CRONOGRAMA DE EJECUCION													
PROGRAMA	*PROYECTO*	*ACTIVIDADES*	*COSTO TOTAL*	*2015*	*2016*	*2017*	*2018*	*2019*	*2020*	*2021*	*2022*	*2023*	*2024*
PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA	***COMPRA DE PREDIOS***	IDENTIFICACION DE AREAS ESTRATEGICAS	320.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000	32.000.000
		NEGOCIACION											
		COMPRA Y LEGALIZACION											

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

El orden de priorización para la compra de predios obedecerá a los siguientes aspectos:

- Las partes altas de las quebradas
- Zonas de recarga hídrica y presencia de sistemas de abastecimiento
- La franja protectora de las quebradas donde exista riesgo o vulnerabilidad alta de afectación

FICHA DEL PROYECTO-COMPRA DE PREDIOS

PROGRAMA: **PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA**
NUMERO DEL PROYECTO: 1
NOMBRE DEL PROYECTO: COMPRA DE PREDIOS
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: CALIDAD Y CANTIDAD DEL RECURSO HIDRICO
DIAGNOSTICO: la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria ha traído consigo la desaparición de la ronda protectora de la quebradas Belén y Magdalena
ALCANCE: las fuentes Belén y Magdalena cuentan con una ronda protectora mínima que ha permitido mejorar sus condiciones de calidad y cantidad.
JUSTIFICACION: es necesaria la adquisición de predios para ser destinados a la reforestación con especies vegetales en las zonas aledañas a las fuentes de mayor vulnerabilidad, fragilidad y de recarga hídrica aspectos que son un factor clave en el mantenimiento y conservación del recurso hídrico
OBJETIVO DEL PROYECTO: comprar predios aledaños a las fuentes bajo ordenamiento y que sean prioritarios en el mantenimiento de la cantidad y calidad del recurso
DESCRIPCION DEL PROYECTO: compra de predios en un total de 40 hectáreas ubicados en el área de influencia de la microcuenca Belén y Magdalena
LUGAR: MICROCUENCA BELÉN Y MAGDALENA
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: visita de predios, legalización de predios, formalización de escrituras y demarcación de predios
TIEMPO DE EJECUCION: 9 años
RECURSOS NECESARIOS:
Económicos: 320.000.000
RESPONSABLES: Alcaldía Municipal – Gobernación - EMSAN
FUENTES DE FINANCIACION: ALCALDIA MPAL
BENEFICIOS: REGULACION Y RECUPERACION DE CAUDALES Y CALIDAD FISICO QUIMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS FUENTES
*INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (hectáreas compradas/total hectáreas proyectadas)*100*

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

SANEAMIENTO BASICO RURAL

La dotación de soluciones individuales de saneamiento para las viviendas cercanas a las fuentes hídricas se convierte en una necesidad ya que al no contar con posibilidades de conexión a una red sanitaria estas viviendas vierten de manera directa o al suelo las aguas residuales. Con la implementación de sistemas sépticos se dará solución al problema de contaminación.

La construcción estará a cargo de los dueños de las viviendas bajo la orientación y capacitación de personal técnico que pueden provenir de la alcaldía municipal y CORPONARIÑO, los materiales de construcción estarán a cargo de la administración municipal.

SISTEMAS SEPTICOS INDIVIDUALES

Cuadro 129. FUENTE DE FINANCIACION-SISTEMAS SEPTICOS

PROGRAMA	PROYECTO	FUENTE DE FINANCIACION	NUMERO DE VIVIENDAS	COSTO POR VIVIENDA	COSTO TOTAL($)
PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA	***SISTEMAS SEPTICOS***	***ALCALDIA MUNICIPAL***	100	2.000.000	100.000.000
		DEPARTAMENTO			100.000.000

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 130. CRONOGRAMA DE EJECUCION-SISTEMAS SEPTICOS

CRONOGRAMA DE EJECUCION				***PLAZO DE EJECUCION***									
PROGRAMA	***PROYECTO***	***ACTIVIDADES***	***COSTO TOTAL***	***2014***	***2015***	***2016***	***2017***	***2018***	***2019***	***2020***	***2021***	***2022***	***2023***
PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA	SISTEMAS SEPTICOCOS	CAPACITACION	200.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000
		SUMINSTRO DE MATERIALES											
		CONSTRUCCION Y PUESTAS EN MARCHA											

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

FICHA DEL PROYECTO-SISTEMAS SEPTICOS

PROGRAMA: SANEAMIENTO BASICO RURAL
NUMERO DEL PROYECTO: 1
NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMAS SEPTICOS INDIVIDUALES
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: VIVIENDA RURAL
DIAGNOSTICO: la presencia de viviendas cercanas a las fuentes se convierten en un riesgo de contaminación del recurso hídrico
ALCANCE: viviendas con sistemas de saneamiento básico
JUSTIFICACION: el vertimiento directo de aguas residuales a las fuentes hídricas se convierte en un factor de deterioro de la calidad ambiental de las fuentes hídricas por lo que es necesario que se tomen medidas prácticas para su tratamiento y disposición.
OBJETIVO DEL PROYECTO: dotar a las viviendas cercanas a las fuentes hídricas de sistemas de saneamiento básico
DESCRIPCION DEL PROYECTO: dotar con sistemas de tratamiento a las viviendas que generen riesgo de deterioro ambiental sobre las fuentes hídricas en ordenamiento.
LUGAR: Microcuenca Belén y Magdalena

OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: selección de viviendas datación de sistemas de tratamiento a viviendas seleccionadas		
TIEMPO DE EJECUCION: 10 años		
RECURSOS NECESARIOS:		
Económicos: 200.000.000		
RESPONSABLES: Alcaldía Municipal – Departamento		
ANALISIS FINANCIERO:		
DESCRIPCION	*CANTIDAD*	*VALOR UNITARIO*
Viviendas	*100*	*2.000.000*
FUENTES DE FINANCIACION: ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL – GOBERNACION		
BENEFICIOS: minimizar el riesgo de contaminación por vertimientos rurales		
*INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (viviendas con saneamiento básico/total de viviendas)*100*		

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

EDUCACION AMBIENTAL

El temático bajo el cual se debe orientar las campañas educativas ambientales tendrá en cuenta el recurso hídrico como eje fundamental y todos los aspectos que determinan su estado en términos de calidad y cantidad, por lo tanto se deben tener en cuenta temas tales como, aguas residuales, residuos sólidos, ronda hídrica, sistemas productivos sostenibles entre otros.

Tanto la administración municipal y CORPONARIÑO cuentan con personal apto para dirigir y coordinar este proyecto por lo tanto deben adoptar dentro de su trabajo las temáticas que se necesitan para lograr que la comunidad adopte los programas del PORH y trabaje en consecuencia de los mismos.

Se proyectan dos campañas anuales, una estará a cargo de CORPONARIÑO y la segunda a cargo de la alcaldía municipal de Sandoná, estas campañas serán coordinadas entre las dos entidades tanto en la época del año en que se lleve a cabo como en la temática a tratar.

Cuadro 131. FUENTE DE FINANCIACION-EDUCACION AMBIENTAL

PROGRAMA	*PROYECTO*	*FUENTE DE FINANCIACION*	*NUMERO DE CAMPAÑAS AÑO*	*COSTO CAMPAÑA*	*COSTO TOTAL($)*
PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA	*EDUCACION AMBIENTAL*	*ADMINISTRACION MUNICIPAL*	1	1.000.000	10.000.000
		CORPONARIÑO	1	1.000.000	10.000.000
	COSTO TOTAL				20.000.000

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 132. CRONOGRAMA DE EJECUCION-EDUCACION AMBIENTAL

CRONOGRAMA DE EJECUCION				*PLAZO DE EJECUCION*									
PROGRAMA	*PROYECTO*	*ACTIVIDADES*	*COSTO TOTAL*	*2014*	*2015*	*2016*	*2017*	*2018*	*2019*	*2020*	*2021*	*2022*	*2023*
PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA	*EDUCACION AMBIENTAL*	CONVOCATORIA	10.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
		MATERIALES DIDACTICOS E INFORMATICOS											
		CAPACITACION											
		EVALUACION DE LA ACTIVIDAD											

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

FICHA DEL PROYECTO-EDUCACION AMBIENTAL

PROGRAMA: PROTECCION Y CONSERVACION DEL RECURSO HIDRICO
NUMERO DEL PROYECTO: 1
NOMBRE DEL PROYECTO: EDUCACION AMBIENTAL
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: COMUNIDAD EN GENERAL
DIAGNOSTICO: la posición de las comunidades frente al tema ambiental y particularmente con el recurso hídrico refleja el estado de deterioro en el cual se encuentra el recurso hídrico
ALCANCE: una comunidad proactiva por la recuperación del recurso hídrico desde el punto de vista individual y colectivo
JUSTIFICACION: CORPONARIÑO como autoridad ambiental a través del fomento de la Educación ambiental fortalece los conceptos ambientales en la comunidad y busca una actitud proactiva para la protección y conservación del recurso hídrico.
OBJETIVO DEL PROYECTO: dotar a la comunidad de criterios con los cuales puedan actuar en su vida productiva y social.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: llevar a cabo campañas educativo ambientales bianuales a cargo de CORPONARIÑO y la administración municipal de Sandoná, abarcando temas concernientes a la conservación y protección del recurso hídrico
LUGAR: Municipio de Sandoná
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: capacitaciones, socializaciones, discusión sobre los temas tratados y logros en cada tema
TIEMPO DE EJECUCION: 10 años
RECURSOS NECESARIOS:
Económicos: 10.000.000
RESPONSABLES: CORPONARIÑO y Alcaldía Municipal de Sandoná
FUENTES DE FINANCIACION: CORPONARIÑO y Alcaldía Municipal de Sandoná
BENEFICIOS: prevención y control de la contaminación y apoyo de la comunidad a proyectos ambientales
*INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (No de campañas realizadas /total de campañas proyectadas)*100*

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

Se encamina a alcanzar la sostenibilidad técnica, financiera y operativa de la empresa de servicios públicos, que permita la participación de la misma como actor importante en la ejecución del PORH de las quebradas BELÉN Y MAGDALENA.

Cuadro 133. FUENTES DE FINANCIACION FORTALECIMIENTO INSTTUCIONAL

FUENTES DE FINANCIACION					
PROGRAMA	***PROYECTO***	***COSTO TOTAL Miles de pesos***	***FUENTES DE FINANCIACION***	***% DE PARTICIPACION***	***COSTO TOTAL***
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	*Fortalecimiento Institucional de la EMSAN*	*50.00.000*	*EMSAN*	*70*	*35.000.000*
			DEPARTAMENTO	*30*	*15.000.000*
			TOTAL	*100*	*50.000.000*

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

Cuadro 134. CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE COSTOS FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL						
PROYECTO	***ACTIVIDADES***	***2014***		***2015***		***TOTAL***
		%	***VALOR***	***%***	***VALOR***	
Fortalecimiento Institucional de la EMSAN	*Revisión y Propuesta de Estructura Tarifaria*	100	20.000.000			
	Consolidación de una estructura operativa y Administrativa en la Empresa			*100*	20.000.000	
	Esquema Financiero con capacidad de Recursos que permitan la ejecución de los proyectos del PORH			*50*	10.000.000	
						50,000,000

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

FICHA DEL PROYECTO-FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

PROGRAMA: FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL
NUMERO DEL PROYECTO: 1
NOMBRE DEL PROYECTO: Fortalecimiento institucional EMSAN
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: Control y seguimiento a la ejecución del PORH.
DIAGNOSTICO: La empresa de servicios públicos de Sandoná, es una empresa consolidada que presta los servicios de acueducto y alcantarillado, sin embargo se requiere se revise su estructura tarifaria encaminada a cumplir costos relacionados con la ejecución del plan.
ALCANCE: Empresa con capacidad técnica, financiera, operativa y administrativa para cubrir los compromisos de inversión relacionados con la ejecución del PORH de la quebrada Belén y Magdalena.
JUSTIFICACION: Teniendo en cuenta el protagonismo que ejerce la empresa de servicios públicos en la formulación y ejecución del PORH de la quebrada Belén y Magdalena, es necesario consolidar aspectos técnicos, financieros, operativos y administrativos que permitan la gestión eficiente de la empresa a fin de garantizar la actividades y proyectos del plan.
OBJETIVO DEL PROYECTO: Empresa prestadora de servicios públicos de alcantarillado con capacidad técnica, financiera, operativa y administrativa para la ejecución de las obras, proyectos y actividades contempladas en el PORH.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: Con el acompañamiento de las principales entidades de del departamento, se incentiva la participación de la empresa prestadora del servicio de alcantarillado con el fin de consolidar una estructura técnica, financiera, operativa y administrativa que permita la ejecución de los proyectos establecidas en el PORH
LUGAR: Municipio de Sandoná
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Revisión y propuesta de estructura tarifaria, consolidación de una estructura técnica, financiera, operativa y administrativa en la empresa.
TIEMPO DE EJECUCION: 2 años
RECURSOS NECESARIOS
Económicos: $ 50.000.000 en dos años
Humanos: Mano de obra calificada
RESPONSABLES: EMSAN, DEPARTAMENTO y municipio
FUENTES DE FINANCIACION: EMSAN, DEPARTAMENTO y municipio
BENEFICIOS: Empresa fortalecida técnica, financiera, operativa y administrativamente.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: Resolución de aprobación de tarifas emitido por la CRA, cumplimiento de requisitos y directrices emitidos por la Súper intendencia de Servicios públicos Domiciliarios, esquema financiero con capacidad de recursos que permitan ejecutar los proyectos establecidos en el PORH de la Belén y Magdalena

Fuente: Este estudio-CORPONARIÑO 2013

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL PORH DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA

Se fundamenta en la supervisión, la valoración continua de la marcha del PORH. Es importante para poder modificar sobre la marcha, para conocer como se está desarrollando lo que se había previsto. Se refiere sobre todo a si se van cumpliendo los plazos previstos, si se sigue el presupuesto, si las actividades se realizan con normalidad.

Siendo el PORH una herramienta para los municipios, no debe perderse de vista que como tal, estará integrado por proyectos claves que deben ser objeto de articulación y seguimiento por parte de CORPONARIÑO, estos son:

PROYECTOS INSTITUCIONALES

- MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO
- CONCESIONES DE AGUA
- PUEAA
- PERMISOS DE VERTIMIENTO
- PSMV
- TASA RETRIBUTIVA POR VERTIMIENTOS PUNTUALES
- TASA POR USO DEL AGUA

PROYECTOS PRIORIZADOS

- INTECEPTOR
- PTAR
- AMPLIACION ALCANTARILLADO
- COMPRA DE PREDIOS
- REFORESTACION PREDIOS
- SANEAMIENTO BASICO RURAL
- EDUCACION AMBIENTAL
- EVALUACION Y SEGUIMIENTOS DEL PORH

Cuadro 135.PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL PORH

SEGUIMIENTO A PROGRAMAS Y PROYECTOS PLAN DE ORDENAMIENTO DE LA QUEBRADA BELÉN Y MAGDALENA					
DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	Construcción planta de tratamiento de aguas residuales.	Estudios y diseños	revisión y aprobación de estudios y diseños	Corponariño	3 meses y medio después de entregada la información
		Compra de predios	verificación de documentos		
		Inicio fase I. tratamiento preliminar	avance en obra		2 veces en el año
		Inicio fase II. Tratamiento primario	avance en obra		2 veces en el año
		Monitoreo calidad del recurso	monitoreo entrada y salida PTAR	EMSAN	2 veces en el año
			monitoreo corriente hídrica	Corponariño	2 veces en el año
				Alcaldía SANDONÁ	1 vez en el año
	Construcción interceptor de aguas residuales sobre quebrada Belén	Estudios y diseños	revisión y aprobación de estudios y diseños	Corponariño	3 meses y medio después de entregada la información
		Construcción I. Fase tramo I.	avance en obra		2 veces en el año
		Construcción II. Fase tramo II.	avance en obra		2 veces en el año

Fuente: Este Estudio. CORPONARIÑO 2013

Cuadro 136. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL PORH

SEGUIMIENTO A PROGRAMAS Y PROYECTOS PLAN DE ORDENAMIENTO DE LA QUEBRADA BELÉN Y MAGDALENA					
PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DE LAS QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA	Recuperación de la ronda hídrica zona	siembra	verificación de la actividad de siembra	Corponariño	el día de la siembra
		Mantenimiento	verificación de árboles sembrados		2 veces al año
		monitoreo	verificar el estado de la siembra		1 vez al año
	Educación ambiental	capacitaciones y talleres	evaluación y seguimiento fichas metodológicas	Corponariño	1 vez al año

Fuente: Este Estudio. CORPONARIÑO 2013

Cuadro 137. SEGUIMIENTO INSTRUMENTOS DE CONTROL

PROGRAMA	PROYECTO	INSTRUMENTO DE CONTROL	INDICADOR	TIEMPO DE SEGUIMIENTO	RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO
INSTITUCIONAL					
SEGUIMIENTO Y EVALUACION	**INSTRUMENTOS DE CONTROL, PLANIFICACION Y ECONOMICOS PARA EL CONTROL DEL RECURSO HIDRICO EN LA EJECUCION DEL PORH QUEBRADA BELÉN Y MAGDALENA**	PSMV	Cumplimiento plan de acción	El seguimiento a este tipo de planes se realiza anualmente	CORPONARIÑO
		PUEAA	Cumplimiento plan de acción		
		Permiso de Vertimientos	Numero de usuarios generadores de vertimientos con permiso		
			Numero de usuarios generadores de vertimientos con cumplimiento de las disposiciones establecidas		
		CONCESIONES	Numero de usuarios que utilizan el recurso con concesión de agua.		
		Tasa de Uso	Numero de usuarios que hacen uso del recurso con cobro de TUA		
			Porcentaje de recaudo por TUA		
		Tasa Retributiva	Numero de usuarios que hacen uso del recurso con cobro de TR		
			Porcentaje de recaudo por TR		
		Estructuración de una Red de Monitoreo	Red de Monitoreo operando y con seguimiento	Cada 6 meses	IDEAM, CORPONARIÑO, ADMINISTRACION MUNICIPAL.
		Instalación de estación de muestreo.	Número de estaciones implementadas	Cada 6 meses	CORPONARIÑO ADMINISTRACION MUNICIPAL.

Fuente: Este Estudio. CORPONARIÑO 2013

PROGRAMA DE GESTION INTEGRAL DEL RIESGO

Cuadro 138. GESTION INTEGRAL DEL RIESGO

Tipo de Riesgo	Descripción del Riesgo	Actividades Generadoras del Riesgo	Intensidad del Riesgo	Acción de Mitigación
Riesgo por disminución del caudal natural de la corriente superficial	Acciones Climáticas que generen disminución del caudal de manera temporal en ciertas épocas del año.	• Deforestación y desprotección de la ronda hídrica por ampliación de la frontera agrícola.	Medio	Recuperación de la ronda hídrica.
		• Temporada de verano y fenómenos climáticos como el del Niño que generan un déficit en la precipitación interanual.		Reforestación d e la ronda hídrica.
Riesgo por contaminación de la corriente superficial	Alteración de la calidad fisicoquímica y bacteriológica natural del agua de las quebradas volviéndolas no aptas para la satisfacción de los usos estipulados.	• Vertimientos puntuales de origen doméstico, industrial y de servicios.	Alto	Implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales a los afluentes de origen domestico e industrial.
		• Vertimientos difusos o esporádicos provenientes de arrastre de suelos con agroquímicos y fungicidas.		
		• Disposición inadecuada de residuos sólidos de agroquímicos y fungicidas.		• Control en la aplicación de fungicidas y agroquímicos.
Riesgo por inundaciones o desbordamientos	Crecimientos de caudal de la Corriente superficial que afecten a poblaciones o cultivos ubicados en áreas no apropiadas.	Invasión de la Ronda Hídrica por cultivos, actividad pecuaria o construcción de viviendas	Alto	• Recuperación de la ronda hídrica,

Fuente: Este Estudio. CORPONARIÑO 2013

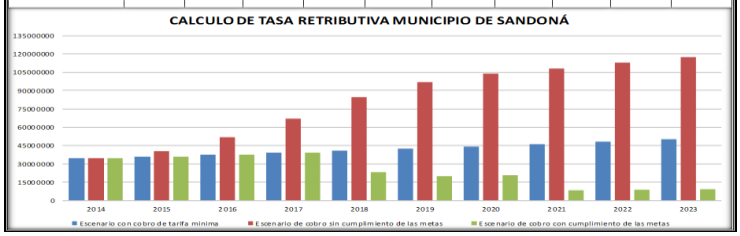
INDICADORES PORH QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA

Cuadro 1399. CUADRO DE INDICADORES

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES	
NOMBRE DEL INDICADOR	**Cumplimiento de metas para los vertimientos municipales en las quebradas Belén y Magdalena**
TIPO DE INDICADOR	**Gestión - Eficiencia.**
FORMULA PARA EL CALCULO	(Carga Proyectada - Carga vertida) / Carga Proyectada
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje %
META	Porcentaje de cumplimiento de meta a verter.en los quinquenios 2015 - 2019 y 2020 - 2025
PERIODO DE MEDICION	Quinquenal
CALCULO DEL INDICADOR	80%
PRESENTACION DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje de cumplimiento de metas de reduccion de vertmientos encontrados en el municipio de Sandoná teniendo en cuenta que en la fase de Formulacion se proyectaron algunas obras de descontaminación que permiten realizar la reduccion de cargas contaminantes vertidas a las fuentes con plan de ordenamiento.	
REPRESENTACION GRAFICA DEL RESULTADO DEL INDICADOR	

ESCENARIOS COBRO TASA RETRIBUTIVA MUNICIPIO DE SANDONÁ

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Escenario con cobro de tarifa mínima	34423059,85	35881220,66	37401149,17	38985461,85	40636886,01	42358264,51	44152560,59	46022863,06	47972391,54	50004502,04
Escenario de cobro sin cumplimiento de las metas	34423059,85	40228934,39	52028472,46	67099344,77	84561165,7	97035884,27	103794725,1	108191469,6	112774460,3	117551586,4
Escenario de cobro con cumplimiento de las metas	34423059,85	35881220,66	37401149,17	38985461,85	23246074,28	19952880,42	20798084,43	8467204,335	8825875,111	9199739,18

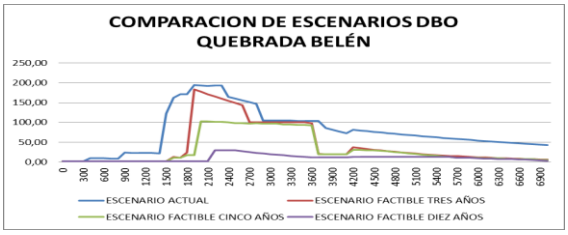


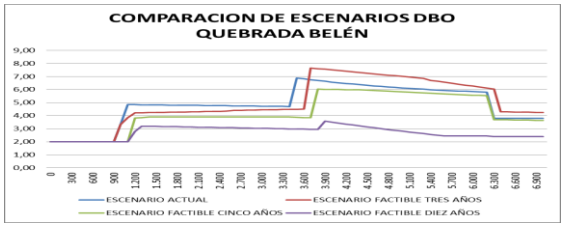
CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA	
NOMBRE DEL INDICADOR	Educación y Sensibilización en torno al Recurso Hídrico
TIPO DE INDICADOR	**Gestión - Efectividad**
FORMULA PARA EL CALCULO	(Actividades ejecutadas del Programa de Educación Ambiental / Actividades programadas del Programa de Educación Ambiental)*100
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje (%)
META	Porcentaje de Actividades ejecutadas del Programa de Educacion Ambiental
PERIODO DE MEDICION	Anual
CALCULO DEL INDICADOR	100%
PRESENTACION DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje total de actividades ejecutadas en un periodo comprendido de 1 a 10 años en los programas ambientales programados anualmente y definidos segun la necesidad de la comunidad del Municipio de Sandoná relacionada al deterioro en la calidad de las quebradas fuente de estudio.	

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES PORH SANDONÁ	
NOMBRE DEL INDICADOR	**Eliminación de puntos de Vertimientos en las quebradas Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná.**
TIPO DE INDICADOR	**Gestión - Efectividad**
FORMULA PARA EL CALCULO	Cuerpos de agua o tramos que cumplen la meta a verter por SST/Total número de cuerpos de agua o tramos a los cuales se les determinó meta en SST
	Cuerpos de agua o tramos que cumplen la meta a verter por DBO/Total número de cuerpos de agua o tramos a los cuales se les determinó meta en DBO
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje (%)
META	% de cumplimiento de la carga meta a verter en el quinquenio
PERIODO DE MEDICION	Quinquenal
CALCULO DEL INDICADOR	100%
PRESENTACION DE RESULTADOS	

con respecto a la eliminación de puntos de Vertimientos en las quebradas Belén y Magdalena con jurisdicción en el municipio de Sandoná se establecen metas para este indicador a partir del año 2015, sin embargo también se tiene identificadas metas hasta el año 2024 con respecto a DBO y SST obtenidas del proceso de formulación del plan de ordenamiento del recurso hídrico realizado en el año 2013. Las metas de reducción de carga contaminante están establecidas para las micro cuencas a su vez están divididas por sectores productivos y por empresas municipales prestadoras del servicio de alcantarillado.
Para el parámetro Demanda Bioquímica de oxígeno DBO y SST, la empresa prestadoras del servicio de alcantarillado de Sandoná deberá dar cumplimiento con la meta establecida, teniendo en cuenta que el cálculo de la carga contaminantes realizó para todos los casos, asumiendo el valor de vertimiento per cápita para aguas residuales domésticas para DBO con un valor de 50 g/habitante*día.

REPRESENTACION GRAFICA DEL RESULTADO DEL INDICADOR





CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA	
NOMBRE DEL INDICADOR	Porcentaje de Ronda Hidrica recuperada en el cauce de la quebrada Belén y Magdalena
TIPO DE INDICADOR	**Gestión - Efectividad**
FORMULA PARA EL CALCULO	(Km Ronda Hidrica Recuperada / Km Ronda Hidrica Total)*100
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje (%)
META	Porcentaje total de área recuperada para conservación de Ronda Hidrica de las quebradas Belén y Magdalena
PERIODO DE MEDICION	Anual
CALCULO DEL INDICADOR	100%
PRESENTACION DE RESULTADOS	

El indicador representa el porcentaje de Kilometros de área recuperada anualmente, logrando de esta manera el aumento de la cobertura vegetal y la protección de la calidad del recurso evitando asi inundaciones y perdidas de cultivos y viviendas a lo largo del cauce de las quebradas fuente de estudio.

CORPONARIÑO CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	**CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO**
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA	
NOMBRE DEL INDICADOR	Porcentaje de Fortalecimiento Institucional
TIPO DE INDICADOR	**Gestión - Efectividad**
FORMULA PARA EL CALCULO	(Actividades realizadas en Proceso Fortalecimiento Institucional / Actividades programadas en Proceso Fortalecimiento Institucional)*100
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje (%)
META	Porcentaje de Actividades encaminadas al Fortalecimiento Institucional
PERIODO DE MEDICION	Anual
CALCULO DEL INDICADOR	100%
PRESENTACION DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje de actividades ejecutadas para consolidar aspectos técnicos, financieros, operativos y administrativos de la empresa de servicios públicos.	

CORPONARIÑO CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	**CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO**
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADAS BELÉN Y MAGDALENA	
NOMBRE DEL INDICADOR	Mitigación del Riesgo por inundaciones o Desbordamientos asociado al cauce principal de las quebradas Belén y Magdalena
TIPO DE INDICADOR	Gestión - Efectividad
FORMULA PARA EL CALCULO	(Número de Muros de Contención construidos/Número de Muros de contencion identificados en lugares de amenaza)*100
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje (%)
META	Porcentaje de Número de Muros de Contención construidos en zonas de amenaza
PERIODO DE MEDICION	Anual
CALCULO DEL INDICADOR	100%
PRESENTACION DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje total de acciones encaminadas a la mitigación de riesgos en un periodo comprendido de 1 - 10 años en zonas de riesgo para la Protección de viviendas asentadas a la orilla de cauce principal y Protección de zonas con bosques primarios - secundarios.	

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El municipio de Sandoná cuenta con un PORH para las quebradas Belén y Magdalena que le permite priorizar todas las acciones necesarias para la recuperación de la calidad del recurso hídrico a través de programas, proyectos y actividades, ya que estos programas apuntan a desarrollar soluciones integrales en infraestructura, ronda hídrica, sistemas productivos sostenibles y saneamiento básico rural, es decir que el PORH se debe adoptar como una herramienta de priorización y de planificación del municipio de Sandoná.
- El estudiar el recurso hídrico en su unidad técnica Ambiental permite por un lado a CORPONARIÑO contar con una herramienta de control más eficiente sobre el estado del recurso y por otro lado el municipio adopta este plan como una herramienta de planificación del territorio respetando y procurando proteger los recursos naturales.
- Con la reglamentación de vertimientos de la quebrada Belén y Magdalena el municipio de Sandoná cuenta con un marco regulatorio que no puede pasar por alto por ningún motivo.
- Dentro del trabajo de campo se pudo comprobar cuál es la relación entre los usos del suelo que se presentan sobre el área de influencia de las quebradas Belén y Magdalena y el recurso hídrico encontrando múltiples factores que vulneran y ponen en riesgo el recurso en términos de calidad y cantidad, la perdida de cobertura vegetal propia, invasión de la ronda hídrica para reemplazarla con cultivos o pastos, presencia de viviendas, son además de los vertimientos urbanos factores que han determinado en el tiempo el estado de las quebradas fuente de estudio.
- La quebrada Belén al igual que la quebrada Magdalena no manejan grandes caudales esto determinan en gran medida su capacidad de asimilación haciéndolas susceptibles de contaminación, lo que se busca es que estas fuentes no sean receptoras de vertimientos una vez se cuenten con el interceptor de las aguas residuales del casco urbano.
- La capacidad de asimilación de las fuentes Belén y Magdalena no es capaz de soportar la carga contaminante proveniente de los vertimientos urbanos debido a varios aspectos como son, los caudales de las fuentes son bajos, el comportamiento hidráulico de las fuentes no permite una reaireación constante ya que las velocidades son bajas y no existen resaltos importantes, la temperatura es otro factor que influye en la viscosidad del agua que no permite oxigenar el agua y una carga contaminante es muy alta proveniente de los vertimientos urbanos. Estas características propias de estas dos fuentes hacen necesario que se recuperen por medio de las diferentes actividades planteadas en el plan de ordenamiento del recurso hídrico.
- Comprometer recursos de vigencias futuras por parte de los actores involucrados se convierte en un factor primordial dentro del proceso que se debe cumplir dentro del PORH ya que los programas son costosos y su cumplimiento solo se posibilita segmentando estos programas en el tiempo, por lo tanto los actores involucrados deben mantener el PORH como parte activa dentro de sus procesos de planificación.

- En la actualidad las fuentes Belén y Magdalena no son capaces de asumir usos futuros por el estado de deterioro desde el punto de vista de calidad y de cantidad, por lo que no se deben aprobar nuevas concesiones.
- La empresa de servicios públicos deberán incluir dentro de su presupuesto a la ejecución de los planes para el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico.
- CORPONARIÑO deberá incluir dentro de su presupuesto la ejecución de los programas y proyectos propuestos en este plan de ordenamiento del recurso hídrico.
- La administración municipal debe priorizar los recursos y las acciones necesarias para la implementación de la planta de tratamiento teniendo en cuenta que sin dicha planta la contaminación al recurso hídrico seria critica.
- Deberán revisarse y ajustarse todos los permisos de vertimiento de conformidad con lo dispuesto en el plan de ordenamiento del recurso hídrico y/o en la reglamentación de vertimientos.

RECOMENDACIONES

- Adoptar el PORH como parte del plan de desarrollo del municipio de Sandoná sobre todo cuando la expansión urbana del casco apunta sobre la quebrada Belén y Magdalena, en este sentido se debe llevar a cabo un ejercicio de potencializar las fuentes como foco de desarrollo y valorización del suelo. Bajo esta perspectiva es posible la viabilizarían de recursos para la ejecución de los programas presentados en el PORH.
- El Municipio de Sandoná cuenta con un PORH, el cual se debe convertir en un criterio de priorización para la gestión de recursos tendientes a la recuperación ambiental de las fuentes ordenadas, por lo que el PORH se convierte en una herramienta muy útil para el municipio al momento de gestionar recursos del orden departamental y nacional.
- Mantener en el tiempo la vigilancia, avance y monitoreo del PORH como parte de las funciones propias de CORPONARIÑO.
- Cada año se debe socializar y discutir los avances de los programas establecidos dentro del cronograma de ejecución de los programas, esta discusión se debe hacer entre la Corporación, la alcaldía municipal, EMSAN y representantes de las comunidades beneficiarias, estas socializaciones no solo deben apuntar los avances sino a retroalimentar y encontrar deficiencias y poder ajustarlas para el siguiente año.
- Durante la identificación de los vertimientos se observó la falta de alcantarillado en la zona periférica urbana (Barrio Belén y Potrerillo), zonas residenciales de bajos recursos económicos, lo que evidencia la necesidad de ejecutar a corto y mediano plazo los programas y proyectos contenidos en el presente Ordenamiento Hídrico, con el propósito de influir positivamente a largo plazo en la calidad del recurso hídrico.
- Se debe formular e implementar un proyecto de saneamiento básico rural, tendiente a mejorar las condiciones sanitarias y ambientales de las viviendas rurales de las veredas alto Jiménez, el Maco entre otros que se encuentran dentro del área de influencia de las fuentes bajo procesos de ordenamiento.
- Los proyectos priorizados dentro del PORH apuntan a la recuperación del recurso hídrico no solo desde el punto de vista de calidad sino también de cantidad ya que son dependientes uno del otro. Por tanto debe existir una voluntad política y

administrativa de parte de los actores involucrados que contemple los dos aspectos y así cumplir con la meta final del plan, contar con unas fuentes con potencialidades ambientales y de aprovechamiento social.

- Se debe dar estricto cumplimiento a los PSMV Y PUEAA presentados a la Corporación y dar orden de prioridad a los programas que el PORH establece como prioritarios y seguir con la vigilancia y control de los que actualmente están dentro del PSMV Y PUEAA.
- Los objetivos de calidad de las quebradas Belén y Magdalena que tienen que ver con uso pecuario están sujetos al establecimiento de los programas de protección de la ronda hídrica, los plazos establecidos están programados a diez años, sin embargo según la materialización de avances en cada programa se evaluará las fuentes y sus posibilidades de aprovechamiento.
- Es necesario realizar una socialización de los resultados obtenidos del presente estudio, tanto a las comunidades directamente involucradas como también a la administración municipal, con el fin de que se conviertan en actores activos y permanentes para el cumplimiento de las metas propuestas.
- La recuperación de los ecosistemas vulnerables y rondas hídricas debe ser una prioridad regional. En este sentido las acciones para su recuperación deben provenir no solo de la alcaldía municipal, sino también de CORPONARIÑO, entidades departamentales y de la comunidad en general.

16. BIBLIOGRAFIA

- CORPONARIÑO. Implementación de Tasa Retributiva en la jurisdicción de CORPONARIÑO conforme al Decreto 2667 de 2012.

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

- MADS, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Decreto 2667 de 2012, "Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización di recta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones. Bogotá, Octubre de 2003.

- MAVDT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 3930 de 2010, el cual modifica el Decreto 1594 de 1984.

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

- Ministerio de Salud. Decreto 1594 de 1984, Capítulo 4, Criterios de Calidad para destinación del recurso. Bogotá, Julio de 1984.Diciembre de 2006.

- MAVDT, CORPOCALDAS. Guía para el Ordenamiento y Reglamentación del Recurso Hídrico – Fuentes Superficiales. Bogotá, Marzo de 2007.

- Esquema de Ordenamiento Territorial. Sandoná 2008.

- Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV). Sandoná

- Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA). Sandoná

- Guía de calidad del agua. Servicio nacional de estudios territoriales El Salvador. San Salvador, Centro América.

- CHAPRA., S. C (1997). Surface Water Quality Modeling. Mc Graw Hill. New York, United State.

- CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

- FISCHER H.,IMBERGER J.,LIST.,KOH E., BROOKS (1979). Mixing in Inland and Coastal Waters. Academic Press, Inc. New York.

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

- LOZANO G.,ZAPATA, M.A. y PEÑA, L.E (2003). Selección del Modelo de Simulación de Calidad de Agua en el Proyecto “Modelación de Corrientes hídricas Superficiales en el Departamento del Quindío”. CIDERA Grupo de Investigación, desarrollo y estudio del recurso hídrico y el ambiente, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

- PEREIRA R., (2004). Modelos de Qualidade de Água. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

- ROLDÁN G., (1992). Fundamentos de Limnología. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

- TUCCI C. (1993). Hidrología Ciencia e Aplicacao. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.