CORPONARIÑO
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO

SUBDIRECCION DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION AMBIENTAL

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO – PORH QUEBRADA SANTA LUCIA



San Juan de Pasto 2014

CUERPO DIRECTIVO

YOLANDA BENAVIDES ROSADA
Directora General

FREDY RODRIGUEZ AUX
Subdirector Administrativa y Financiera

ALVARO ALBORNOZ
Subdirector de Conocimiento y Evaluación Ambiental

FERNANDO BURBANO VALDEZ
Subdirector de Intervenciones para la Sostenibilidad Ambiental

TERESA ENRIQUEZ ROSERO
Jefe Oficina Jurídica

FRANKLIN JONNY ROSERO PATIÑO
Jefe Oficina de Control Interno

HUGO MARTIN MIDEROS LOPEZ
Jefe Oficina de Planeación y Direccionamiento Estratégico

EQUIPO TECNICO

KAROL ANDREA TORRES VALENCIA
Elaboración del PORH
Ingeniera Química

MAURICIO BASTIDAS BEDOYA
Coordinador PORH
Ingeniero Químico

CAMILO CAGUASANGO
Cartografía y Sistemas de Información Geográfica
Geógrafo

EDGAR JULIAN CERON FIGUEROA
Análisis Hidrobiologicos de Calidad de Agua
Ingeniero Biologico

EQUIPO DE APOYO

MARIA FERNANADA FOLLECO VILLARREAL
Profesional Universitario SUBCEA

JAIRO CAÑIZARES
Supervisor
Coordinador Centro Ambiental Norte

EQUIPO PROFESIONAL DE CONTRATISTAS AÑO 2014 ORDENAMIENTO
RECURSO HÍDRICO CORPONARIÑO

FRANCISCO RICARDO MAFFLA CHAMORRO
Modelo de Simulación Matemático QUAL2K
Ingeniero Sanitario

ELIZABETH ERAZO
Diagnóstico Social Participativo
Psicologa

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

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION 1

2. GLOSARIO 2

3. MARCO LEGAL 9

3.1 ALCANCE NORMATIVO AMBIENTAL 12

4. MARCO CONCEPTUAL 15

4.1 FASES DEL PORH 16

5. APRESTAMIENTO 20

5.1 APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL 21

5.2 PRIORIZACION DE LA FUENTE HIDRICA SUPERFICIAL 22

5.2.1 TECNICO 22

5.2.2 SOCIAL 22

DISPONIBILIDAD DE INFORMACION Y LOGISTICA: 23

5.3 PRIORIZACION DE LA QUEBRADA SANTA LUCIA 23

5.4 DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO 23

6. DIAGNOSTICO 25

6.1 ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO 26

6.1.1 LOCALIZACION 26

6.1.2 AREA DE LA CUENCA 29

6.1.3 DATOS HIDROCLIMATOLOGICOS QUEBRADA SANTA LUCIA BASADOS EN LAS ESTACIONES DEL IDEAM 30

6.2 MORFOLOGIA 32

6.3 COBERTURAS DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA SANTA LUCIA 33

6.4 DIAGNOSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO 37

6.4.1 ASPECTOS GENERALES 38

6.4.2 PRESENCIA INSTITUCIONAL 38

6.4.3 PARTICIPACION COMUNITARIA A TRAVES DEL TALLER DE DIAGNOSTICO SOCIAL 38

6.4.4 ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE CONTAMINACIÓN Y USOS GENERADOS EN LA QUEBRADA SANTA LUCIA 40

6.5 DIAGNOSTICO DE LA CORRIENTE HIDRICA 43

6.5.1 CENSO USUARIOS 44

6.5.2 USUARIOS CALIDAD 44

6.6 OFERTA Y DEMANDA HIDRICA 55

6.6.1 DELIMITACION DE LA CUENCA 55

6.6.2 OFERTA HIDRICA 56

6.6.3 INFORMACIÓN HIDROLÓGICA Y METEOROLÓGICA 56

6.7 DIAGRAMA DE UBICACIÓN O TOPOLOGICA DE VERTIMIENTOS Y AFLUENTES 84

6.7.1 PERFIL DE MODELACIÓN O TOPOLOGIA DE LA QUEBRADA SANTA LUCIA. 88

6.7.2 DETERMINACION DE LINEA BASE DE CARGAS CONTAMINANTES 91

6.8 EVALUACION DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL 98

6.8.1 PERFILES DE CALIDAD 99

6.8.2 INDICE DE CALIDAD ICA 119

6.9 DIAGNOSTICO HIDROBIOLOGICO DE CALIDAD DEL AGUA 126

6.9.1 MARCO CONTEXTUAL 126

6.9.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES DE LA ZONA DE ESTUDIO 128

6.9.3 METODOLOGÍA 131

6.9.4 RESULTADOS 135

6.9.5 EVALUACIÓN DE RESULTADOS 139

6.9.6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 142

6.9.7 RESULTADOS HIDROBIOLOGICOS SEGUNDA JORNADA DE MUESTREOS 144

6.10 MODELO DE CALIDAD DE AGUAS 145

6.10.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL MODELO DE CALIDAD DE AGUA 145

6.10.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MODELO 146

6.10.3 ABSTRACCIONES CONCEPTUALES DEL MODELO 148

6.10.4 ENTRADAS DEL MODELO 153

6.10.5 SALIDAS DEL MODELO 156

6.10.6 SIMULACIÓN DE CALIDAD DE AGUA 156

6.10.7 ESCENARIOS 167

7. PROSPECTIVA 169

7.1 ANALISIS SOCIAL 170

7.2 DEFINICIONES ESPECÍFICAS PARA LA DETERMINACION DE ESCENARIOS DE CALIDAD DE LA QUEBRADA SANTA LUCIA 173

7.2.1 ESTADO ACTUAL DE LA CORRIENTE HIDRICA 173

7.2.2 OBRAS PROYECTADAS 173

7.2.3 CARGAS PROYECTADAS 174

7.2.4 FINANCIACION PARA OBRAS 177

7.3 ESCENARIOS DE CALIDAD SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL 177

7.3.1 ESCENARIO TENDENCIAL DE CALIDAD 177
7.3.2 ESCENARIO IDEAL 179
7.3.3 ESCENARIO FACTIBLE A 1 AÑO 181
7.3.4 ESCENARIO FACTIBLE A 4 AÑOS 182
7.3.5 ESCENARIO FACTIBLE A 10 AÑOS 183

7.4 CRITERIOS DE CALIDAD PARA LOS USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HIDRICO 185
7.4.1 USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA SANTA LUCIA 185
7.4.2 CRITERIOS DE CALIDAD ESTABLECIDOS PARA LOS USOS ASIGNADOS. 186

7.5 DEFINICIÓN DE TRAMOS DE CALIDAD SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL 188

8. FORMULACION 191

8.1 OBJETIVOS DE CALIDAD 192
8.1.1 PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD 192

8.2 NECESIDADES DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO 194

8.3 CARGAS CONTAMINANTES A VERTER EN LOS ESCENARIOS FACTIBLES 194

8.4 PROPUESTA DE REGLAMENTACIÓN DE VERTIMIENTOS 198

8.5 VINCULACIÓN DE INSTRUMENTOS DE CONTROL Y PLANIFICACIÓN 199

8.6 METAS DE REDUCCION 200

8.7 TASA RETRIBUTIVA 203
8.7.1 ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MÍNIMA 203
8.7.2 ESCENARIO DE COBRO SIN CUMPLIMIENTO DE LAS METAS DE DESCONTAMINACIÓN 203
8.7.3 ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS DE DESCONTAMINACIÓN 204

8.8 PROGRAMAS Y PROYECTOS 210
8.8.1 FUENTES DE FINANCIACIÓN 210
8.8.2 DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO 211
8.8.3 PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD QUEBRADA SANTA LUCIA 213
8.8.4 FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL 215
8.8.5 GESTIÓN DEL RIESGO 216

8.9 EVALUACION Y SEGUIMIENTO A GESTION DEL RIESGO 217

8.10 INDICADORES DE SEGUIMIENTO _____ 218

9 CONCLUSIONES_____ 221

10 RECOMENDACIONES _____ 222

BIBLIOGRAFIA _____ 223

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 *Clasificación de cobertura de suelo microcuenca Santa Lucia* ____ *35*
Cuadro 2 *Afluente natural Quebrada el Chamizo* ____ *45*
Cuadro 3 *Afluente vertimiento Colector 1* ____ *46*
Cuadro 4 *Afluente vertimiento Colector 2* ____ *47*
Cuadro 5 *Afluente vertimiento Colector 3* ____ *48*
Cuadro 6 *Afluente natural Quebrada Peña Blanca* ____ *49*
Cuadro 7 *Afluente vertimiento Colectores 4 y 5* ____ *50*
Cuadro 8 *Afluente vertimiento Colector 6* ____ *51*
Cuadro 9 *Afluente vertimiento Colector 7* ____ *52*
Cuadro 10 *Afluente natural Quebrada el Salado* ____ *53*
Cuadro 11 *Desembocadura Rio Juanambú* ____ *54*
Cuadro 12 *Ítems Para El Cálculo De La De Manda Por Uso Domestico* ____ *69*
Cuadro 13 *Población Proyectada Por Municipio Microcuenca Santa Lucia* ____ *70*
Cuadro 14 *Población Proyectada Por Zona Microcuenca Santa Lucia* ____ *70*
Cuadro 15 *Asignación Del Nivel De Complejidad* ____ *71*
Cuadro 16 *Dotación Neta Según El Nivel De Complejidad Del Sistema* ____ *71*
Cuadro 17 *Porcentajes Máximos Admisibles De Pérdidas Técnicas* ____ *72*
Cuadro 18 *Demanda De Uso Domestico Microcuenca Santa Lucia, Municipio de San Lorenzo* ____ *73*
Cuadro 19 *Demanda De Uso Domestico Microcuenca Santa Lucia* ____ *73*
Cuadro 20 *Establecimientos Del Sector De Servicios Municipio de San Lorenzo* ____ *74*
Cuadro 21 *Centro Educativo Microcuenca Santa Lucia* ____ *74*
Cuadro 22 *Factores de Consumo Retomados por López Cualla,2000* ____ *74*
Cuadro 23 *Factores de consumo* ____ *75*
Cuadro 24 *Consumo de agua para establecimientos* ____ *75*
Cuadro 25 *Consumo de agua para centros educativos* ____ *75*
Cuadro 26 *Consumo de agua para el sector de servicios microcuenca Santa Lucia* ____ *75*
Cuadro 27 *Categorías del Índice de escasez* ____ *83*
Cuadro 28 *Metodología para Tomas de Muestras en Campo* ____ *91*
Cuadro 29 *Estaciones de Muestreo Quebrada Santa Lucia* ____ *95*
Cuadro 30 *Piso térmicos que atraviesa la quebrada Santa Lucia y características generales del clima y temperaturas de la zona donde se ubica la microcuenca.* ____ *129*
Cuadro 31 *Características generales de cobertura vegetal de la ronda hídrica discriminada por zonas* ____ *129*
Cuadro 32 *Morfología general y características físicas de la corriente.* ____ *130*
Cuadro 33 *Usos del recurso hídrico y principales intervenciones antrópicas de la corriente.* *130*
Cuadro 34 *Criterios para determinar los puntos de evaluación de la calidad hidrobiológica del agua.* ____ *132*
Cuadro 35 *Registros fotográficos de las salidas de campo correspondientes a las dos jornadas realizadas.* ____ *134*

Cuadro 36 *Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los Macroinvertebrados para el punto 1 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias.* _____ *135*
Cuadro 37 *Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 2 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias.* _____ *136*
Cuadro 38 *VClase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 3 y registro fotográficos de laboratorio de la familia identificada.* _____ *137*
Cuadro 39 *Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 4 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias* _____ *137*
Cuadro 40 *Clases de calidad de agua, valores BMWP/Col, significado y colores para representaciones cartográficas. (Roldan 2003).* _____ *138*
Cuadro 41 *Clase, calidad de agua, valores BMWP/Col y significado de resultados hidrobiológicos para la quebrada Santa Lucia. (Roldan 2003).* _____ *139*
Cuadro 42 *Objetivos de Calidad – Quebrada Santa Lucia* _____ *193*
Cuadro 43 *Necesidades de Implementación* _____ *194*
Cuadro 44 *Cargas kg/día a verter Quebrada Santa Lucia año 2015* _____ *195*
Cuadro 45 *Cargas kg/día a verter Quebrada Santa Lucia año 2018* _____ *196*
Cuadro 46 *Cargas kg/día a verter Quebrada Santa Lucia año 2024* _____ *197*
Cuadro 47 *Proyectos PSMV – San Lorenzo* _____ *199*
Cuadro 48 *Ficha del Proyecto – Construcción PTAR* _____ *212*
Cuadro 49 *Ficha del Proyecto – Educación y sensibilización San Lorenzo* _____ *213*
Cuadro 50 *Ficha del Proyecto – Recuperación Ronda Hídrica Quebrada Santa Lucia* _____ *214*
Cuadro 51 *Ficha del Proyecto – Fortalecimiento Institucional EMSANLORENZO E.S.P* ____ *215*
Cuadro 52 *Ficha del Proyecto – Gestión del Riesgo* _____ *216*
Cuadro 53 *Indicador Programa Educacion y Sensibilización* _____ *218*
Cuadro 54 *Indicador Programa Protección Ronda Hídrica* _____ *218*
Cuadro 55 *Indicador Programa Fortalecimiento Institucional* _____ *219*
Cuadro 56 *Indicador Programa Gestión de Riesgo* _____ *219*
Cuadro 57 *Indicador Programa Protección y Conservación* _____ *220*

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Diagrama Normatividad Ambiental* ____ *11*
Figura 2 *Tipos de Morfologías para Cauce Principal* ____ *33*
Figura 3 *Talleres Sociales* ____ *39*
Figura 4 *Taller Diagnóstico* ____ *42*
Figura 5 *Diagnóstico Corriente Hídrica* ____ *43*
Figura 6 *Topología – Titulo y Leyenda* ____ *85*
Figura 7 *Topología – Tramo Principal* ____ *86*
Figura 8 *Topología – Entradas Descargas* ____ *87*
Figura 9 *Topología – Entradas Afluentes Naturales* ____ *87*
Figura 10 *Topología – Puntos de Muestreo* ____ *88*
Figura 11 *Topología – Puntos de Aforo* ____ *88*
Figura 12 *Topología Detallada Quebrada Santa Lucia Segmentol* ____ *89*
Figura 13 *Topología Detallada Quebrada Santa Lucia Segmento II* ____ *89*
Figura 14 *Topología Detallada Quebrada Santa Lucia Segmento III* ____ *90*
Figura 15 *Macroinvertebrados representativos de aguas de buena, intermedia y mala calidad.* ____ *127*
Figura 16 *Relación e influencia de parámetros físicos y químicos que determinan las comunidades bentónicas de un río.* ____ *128*
Figura 17 *Captura de macroinvertebrados con red de Surber.* ____ *133*
Figura 18 *Esquema del proceso de recolección de macroinvertebrados bentónicos.* ____ *133*
Figura 19 *Quebrada Santa Lucia, caudal de entrada al casco urbano de Santa Lucia.* ____ *143*
Figura 20 *Configuración de Corrientes Hídricas Superficiales.* ____ *149*
Figura 21 *Esquema de Balance de Flujo* ____ *149*
Figura 22 *Esquema de Variables de la ecuación de Manning.* ____ *150*
Figura 23 *Esquema de Balance de Masa.* ____ *151*
Figura 24 *Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos* ____ *152*
Figura 25 *Hoja de cálculo condiciones fisicoquímicas y microbiológicas iniciales.* ____ *153*
Figura 26 *Hoja de cálculo de Posición y elevación de elementos computacionales.* ____ *154*
Figura 27 *Hoja de cálculo de Parámetros Hidráulicos de la corriente.* ____ *154*
Figura 28 *Hoja de cálculo de Constantes Cinéticas* ____ *155*
Figura 29 *Hoja de cálculo Descargas Puntuales* ____ *155*
Figura 30 *Hoja de cálculo Descargas Difusas* ____ *156*
Figura 31 *Topología Quebrada Santa Lucia* ____ *157*
Figura 32 *Resultado prueba de trazadores parta alta quebrada Santa Lucia* ____ *160*
Figura 33 *Resultado prueba de trazadores parta baja quebrada Santa Lucia* ____ *161*
Figura 34 *Resultado de Calibración de Caudal quebrada Santa Lucia- modelo Qual2kw* ____ *163*
Figura 35 *Resultado de Calibración de pH quebrada anta Lucia- modelo Qual2kw* ____ *164*
Figura 36 *Resultado de Calibración de Temperatura quebrada Santa Lucia- modelo Qual2kw.* ____ *164*
Figura 37 *Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto quebrada Santa Lucia- modelo Qual2kw.* ____ *165*

Figura 38 *Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación quebrada Santa Lucia- modelo Qual2kw.* _____ *165*
Figura 39 *Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación quebrada Santa Lucia- modelo Qual2kw.* _____ *166*
Figura 40 *Resultado de Calibración de Nitrógeno Total quebrada Santa Lucia- modelo Qual2kw.* _____ *166*
Figura 41 *Resultado de Calibración de Coliformes Totales quebrada Santa Lucia- modelo Qual2kw.* _____ *167*
Figura 42 *Escenarios DBO5 Quebrada Santa Lucia* _____ *167*
Figura 43 *Escenarios SST Quebrada Lucia* _____ *168*
Figura 44 *Tramo Uso Pecuario* _____ *189*
Figura 45 *Tramo Uso Agrícola* _____ *190*

INDICE DE MAPAS

Mapa 1 *Localización Geográfica Quebrada Santa Lucia* *26*
Mapa 2 *Localización Subcuenca Santa Lucia* *27*
Mapa 3 *División de Microcuenca parte Alta, Media y Baja* *29*
Mapa 4 *Estaciones IDEAM Quebrada Santa Lucia* *30*
Mapa 5 *Cobertura y Usos de Suelo Quebrada Santa Lucia* *37*
Mapa 6 *Usuarios de la Subcuenca Quebrada Santa Lucia* *44*
Mapa 7 *Mapa Base* *55*
Mapa 8 *Precipitacion Quebrada Santa Lucia* *59*
Mapa 9 *Temperatura Quebrada Santa Lucia* *61*
Mapa 10 *Evapotranspiración Potencial Quebrada Santa Lucia* *63*
Mapa 11 *Evapotranspiración Real Quebrada Santa Lucia* *64*
Mapa 12 *Escurrimiento Superficial Quebrada Santa Lucia* *65*
Mapa 13 *Sectorización de Microcuencas de la Quebrada Santa Lucia* *67*
Mapa 14 *Áreas Cultivadas Quebrada Santa Lucia* *78*
Mapa 15 *Áreas Cultivadas de la Quebrada Santa Lucia* *84*
Mapa 16 *Indice de Calidad de Agua de la Quebrada Santa Lucia* *126*
Mapa 17 *Ubicación geográfica de puntos de muestreo e intervenciones antrópicas* *131*
Mapa 18 *Cartografía de calidad del agua Puntaje BMWP/col, calidad de agua y color para representación cartográfica de cada* *138*
Mapa 19 *Tramos de Usos Potenciales Quebrada Santa Lucia* *188*

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Cronograma de ejecución para la Formulación del Plan de Ordenamiento y Reglamentación del recurso Hídrico* 17
Tabla 2 *Valores totales de precipitación* 31
Tabla 3 *Valores totales de temperatura* 32
Tabla 4 *Puntos de verificación en campo microcuenca Santa Lucia* 34
Tabla 5 *Estaciones meteorológicas* 56
Tabla 6 *Estaciones meteorológicas utilizadas para determinar el régimen de Precipitación* 57
Tabla 7 *Periodos de tiempo por estación* 58
Tabla 8 *Estaciones de temperatura* 60
Tabla 9 *Oferta hídrica total* 66
Tabla 10 *Oferta hídrica total y neta por microcuencas Quebrada Santa Lucia* 68
Tabla 11 *Oferta hídrica neta* 68
Tabla 12 *Coeficiente De Consumo De Agua Por Tipo De Cultivo (Kc)* 76
Tabla 13 *Uso consuntivo para Cultivo* 77
Tabla 14 *Estimación Demanda De Agua Para Uso Agrícola Microcuenca Santa Lucia* 77
Tabla 15 *Consumo Neto Teórico de Agua en bebederos (L/Animal*Día)* 79
Tabla 16 *Factor de consumo por tipo de animal (m3/año)* 79
Tabla 17 *Consumo de agua – Bovinos microcuenca Santa Lucia* 80
Tabla 18 *Consumo de agua – porcinos microcuenca Santa Lucia* 80
Tabla 19 *Consumo De Agua – Equinos Microcuenca Santa Lucia* 80
Tabla 20 *Consumo de agua – ovinos microcuenca Santa Lucia* 80
Tabla 21 *Factor de consumo - sector avícola (m3/año)* 81
Tabla 22 *Consumo de agua – avícola microcuenca Santa Lucia* 81
Tabla 23 *Demanda De Agua Para Uso Pecuario Microcuenca Santa Lucia* 81
Tabla 24 *Consumo De Agua Por Municipio, Microcuenca Santa Lucia* 82
Tabla 25 *Metodología para Aforo* 93
Tabla 26 *Resultados de muestreo sobre la Quebrada Santa Lucia jornadas de 28 de mayo y 08 de octubre de 2014* 99
Tabla 27 *Clasificación Calidad De Agua Según El ICA* 120
Tabla 28 *Pesos Relativos Por Cada Parámetro ICA* 121
Tabla 29 *ICA Punto de Muestreo ES_QSL1 ANTES BOCATOMA* 122
Tabla 30 *ICA Punto de Muestreo ES_ QSL6 DESPUES QUEBRADA EL CHAMIZO* 123
Tabla 31 *ICA Punto de Muestreo ES_ QSL7 DESPUES COLECTOR 3* 123
Tabla 32 *ICA Punto de Muestreo ES_ QSL9 DESPUES COLECTOR 7* 124
Tabla 33 *ICA Punto de Muestreo ES_ QSL10 ANTES QUEBRADA EL SALADO* 124
Tabla 34 *ICA Punto de Muestreo ES_ QSL19 DESEMBOCADURA RIO JUANAMBU* 125
Tabla 35 *Parámetros fisicoquímicos del agua en los puntos de muestreo hidrobiológico.* 139
Tabla 36 *Puntajes y clasificación cualitativa de los índices de calidad del agua fisicoquímica ICA e hidrobiológica BMWP/Col en cada punto de muestreo* 141
Tabla 37 *Velocidades de la corriente en diferentes tramos de la quebrada Santa Lucia* 161
Tabla 38 *Coeficientes Hidráulicos quebrada Santa Lucia* 161
Tabla 39 *Calidad de agua afluentes quebrada Santa Lucia* 162

Tabla 40 *Calidad de agua en diferentes puntos de la quebrada Santa Lucia 162*
Tabla 41 *Tabla de Cargas – Escenario Tendencial 174*
Tabla 42 *Tabla de Cargas – Escenario Factible 1 años 175*
Tabla 43 *Tabla de Cargas – Escenario Factible 4 años 175*
Tabla 44 *Tabla de Cargas – Escenario Factible 10 años 176*
Tabla 45 *Tabla de Cargas – Escenario Ideal 176*
Tabla 46 *Usos Actuales y Potenciales Cauce Principal delaQuebrada Santa Lucia 185*
Tabla 47 *Criterios de Calidad para usos Actuales y Potenciales Quebrada Santa Lucia 186*
Tabla 48 *Tramos En La Corriente Principal de la Quebrada Santa Lucia 189*
Tabla 49 *Tramo I. Pecuario 189*
Tabla 50 *Tramo II. Agrícola 190*
Tabla 51 *Cargas para DBO a verter al cauce principal Quebrada Santa Lucia 198*
Tabla 52 *Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO Vertimientos Domésticos - Primer Quinquenio 2015 – 2019 ..... 201*
Tabla 53 *Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO Vertimientos Domésticos - Segundo Quinquenio 2020– 2024 ..... 202*
Tabla 54 *Escenario con Cobro de Tarifa Mínima Vertimientos Domésticos 2015 - 2019 ..... 205*
Tabla 55 *Escenario con Cobro de Tarifa Mínima Vertimientos Domésticos 2020–2024 ..... 205*
Tabla 56 *Escenario Sin Cumplimiento de Metas Vertimientos Domésticos 2015 -2019 ..... 206*
Tabla 57 *Escenario Sin Cumplimiento de Metas Vertimientos Domésticos 2020 - 2024 ..... 206*
Tabla 58 *Escenario Con Cumplimiento de Metas Vertimientos Domésticos 2015 -2019 ..... 207*
Tabla 59 *Escenario Con Cumplimiento de Metas Vertimientos Domésticos 2020 - 2024 ..... 207*
Tabla 60 *Costos directos de inversión para sistemas de tratamiento de aguas residuales 211*
Tabla 61 *Fuente de Financiación - Construcción PTAR 212*
Tabla 62 *Fuente de Financiación - Educación y sensibilización San Lorenzo 214*
Tabla 63 *Fuente de Financiación – Recuperación Ronda Hídrica Quebrada Santa Lucia 215*
Tabla 64 *Fuente de Financiación – Fortalecimiento Institucional EMSANLORENZO E.S.P ... 216*
Tabla 65*Fuente de Financiación – Gestión del Riesgo 217*
Tabla 66 *Riesgos Quebrada Santa Lucia 217*

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1 *Comportamiento Precipitación* ____ *31*
Gráfica 2 *Comportamiento Temperatura* ____ *32*
Gráfica 3 *Porcentaje de Cobertura definitiva en la microcuenca Santa Lucia* ____ *35*
Gráfica 4 *Distribución temporal de la lluvia* ____ *58*
Gráfica 5 *Régimen de precipitación mono modal* ____ *59*
Gráfica 6 *Población Proyectada Microcuenca Santa Lucia* ____ *70*
Gráfica 7 *Demanda De Agua Para Uso Doméstico Microcuenca Santa Lucia* ____ *73*
Gráfica 8 *Distribución Demanda De Agua Para Uso Pecuario Microcuenca Santa Lucia* ____ *82*
Gráfica 9 *Distribución De Animales En La Microcuenca Santa Lucia* ____ *82*
Gráfica 10 *Caudal Quebrada Santa Lucia* ____ *100*
Gráfica 11 *Potencial de Hidrogeno Quebrada Santa Lucia* ____ *101*
Gráfica 12 *Conductividad Quebrada Santa Lucia* ____ *102*
Gráfica 13 *Sólidos Totales Quebrada Santa Lucia* ____ *103*
Gráfica 14 *Sólidos Disueltos Totales Quebrada Santa Lucia* ____ *103*
Gráfica 15 *Sólidos Suspendidos Totales Quebrada Santa Lucia* ____ *104*
Gráfica 16 *Color Aparente Quebrada Santa Lucia* ____ *105*
Gráfica 17 *Turbiedad Quebrada Santa Lucia* ____ *106*
Gráfica 18 *Alcalinidad Quebrada Santa Lucia* ____ *107*
Gráfica 19 *Acidez Quebrada Santa Lucia* ____ *108*
Gráfica 20 *Dureza Quebrada Santa Lucia* ____ *109*
Gráfica 21 *DBO Quebrada Santa Lucia* ____ *110*
Gráfica 22 *DQO Quebrada Santa Lucia* ____ *111*
Gráfica 23 *OD Quebrada Santa Lucia* ____ *112*
Gráfica 24 *Amonio Quebrada Santa Lucia* ____ *113*
Gráfica 25 *Nitritos Quebrada Santa Lucia* ____ *113*
Gráfica 26 *Nitratos Quebrada Santa Lucia* ____ *114*
Gráfica 27 *Fosforo Total Quebrada Santa Lucia* ____ *115*
Gráfica 28 *Fosfatos Quebrada Santa Lucia* ____ *116*
Gráfica 29 *Coliformes Totales Quebrada Santa Lucia* ____ *117*
Gráfica 30 *Echerichia Coli Quebrada Santa Lucia* ____ *117*
Gráfica 31 *Grasas y Aceites Quebrada Santa Lucia* ____ *118*
Gráfica 32 *Detergentes Quebrada Santa Lucia* ____ *119*
Gráfica 33 *Perfil de Calidad Quebrada Santa Lucia* ____ *125*
Gráfica 34 *Comportamiento del índice BMWP/Col, DBO, O.D y punto de mayor perturbación de los parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos.* ____ *139*
Gráfica 35 *Comportamiento del ICA, BMWP/col y número de familias* ____ *141*
Gráfica 36 *Valores de puntajes BMWP/col y número de familias para primera y segunda jornada de muestreos para cada punto. Clasificación de calidad de acuerdo al puntaje del índice BMWP/Col segunda jornada de muestreos.* ____ *144*
Gráfica 37 *Comportamiento DBO5 – Escenario Tendencial* ____ *178*
Gráfica 38 *Comportamiento OD – Escenario Tendencial* ____ *179*
Gráfica 39 *Comportamiento DBO5 – Escenario Ideal* ____ *179*

Gráfica 40 *Comportamiento OD – Escenario Ideal* _____ *180*
Gráfica 41 *Comparacion escenarios Actual-Ideal-Tendencial* _____ *180*
Gráfica 42 *Comportamiento DBO5 – Escenario Factible 1 año* _____ *181*
Gráfica 43 *Comportamiento OD – Escenario Factible 1 año* _____ *182*
Gráfica 44 *Comportamiento DBO5 – Escenario Factible 4 años* _____ *183*
Gráfica 45 *Comportamiento OD – Escenario Factible 4 años* _____ *183*
Gráfica 46 *Comportamiento DBO5 – Escenario Factible 10 años* _____ *184*
Gráfica 47 *Comportamiento OD – Escenario Factible 10 años* _____ *184*
Gráfica 48 *Comparacion de Escenarios Factibles* _____ *185*
Gráfica 49 *Reglamentacion de Vertimientos Domesticos DBO - Quebrada Santa Lucia* ____ *198*
Gráfica 50 *Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO Vertimientos Domésticos Primer Quinquenio 2015 – 2019* _____ *201*
Gráfica 51 *Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO Vertimientos Domésticos - Segundo Quinquenio 2020– 2024* _____ *202*
Gráfica 52 *Cobro de Tasa Retributiva Vertimientos Domésticos 2015 - 2019* _____ *208*
Gráfica 53 *Cobro de Tasa Retributiva Vertimientos Domésticos 2020 – 2024* _____ *208*
Gráfica 54 *Cobro de Tasa Retributiva Vertimientos Domésticos 2015 - 2024* _____ *209*

INDICE DE ANEXOS

INTRODUCCION

Planificar el aprovechamiento y uso sostenible de los recursos hídricos en calidad y cantidad con visión regional, eficiencia económica y equidad social, previniendo conflictos entre usuarios por acceso al recurso y garantizando su sostenibilidad, son los ideales sobre los cuales el Sistema Nacional Ambiental SINA, en cabeza del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT y apoyado por las Corporaciones Autónomas Regionales, viene orientando su gestión para la implementación de un modelo de manejo integral del recurso hídrico en el país.

El ordenamiento del Recurso Hídrico es una herramienta facilitadora de gestión de las Corporaciones Autónomas Regionales, el cual permite un mayor conocimiento sobre el recurso hídrico a través del establecimiento de normas de vertimiento y objetivos de calidad, todo esto en conjunto con procesos participativos que vinculen a la comunidad.

La Corporación Autónoma Regional de Nariño como administradora de los recursos naturales y máxima autoridad ambiental en el departamento de Nariño, en su Plan de Acción 2012 - 2015, contempla la Gestión Integrada del Recurso Hídrico y se establece el Programa “Ordenamiento del Recurso Hídrico, Control de Vertimientos y Monitoreo de Corrientes”, teniendo como una de las metas el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para varias Subcuencas, con lo cual se pretende brindar un escenario adecuado para su conservación y manejo.

La elaboración del plan de ordenamiento del recurso hídrico en el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia se realizo teniendo en cuenta la naturaleza, problemática, tipología y tamaño de la cuenca, además se conto con un equipo profesional capacitado para identificar los principales actores involucrados en los problemas de calidad de las cuerpos de agua que finalmente nos lleva al planteamiento de escenarios basados en las necesidades identificadas durante el desarrollo de las diferentes etapas del ordenamiento del recurso.

Este documento es solo un avance de una meta, cuyo objetivo principal es la implementación de lo que aquí se ha planteado, cuyo compromiso no es solo de la Corporación sino de todos los entes que de una u otra manera estén involucrados con la calidad del agua del cauce principal de la Quebrada Santa Lucia.

2. 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:
Es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estadolíquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor.

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 RESIDUAL INDUSTRIAL:
Conjunto de las aguas que son contaminadas durante su empleo en actividades realizadas dentro de los procesos de una industria.

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.

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.

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

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

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

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

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

COLECTOR:
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).

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

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5).
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).

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.

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

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.

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.

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

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

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

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

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

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

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

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.

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.

TANQUE DE SEDIMENTACIÓN.
Sistema que permite realizar la retención de sólidos suspendidos mediante el principio físico de la sedimentación.

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.

TRAMPA DE GRASAS.
Estructura por medio de la cual se separa el agua residual de las grasas y aceites por diferencia de densidades.

TRATAMIENTO BIOLÓGICO.
Proceso de tratamiento que intensifica la acción de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica presente.

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

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

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

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

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

3. MARCO LEGAL

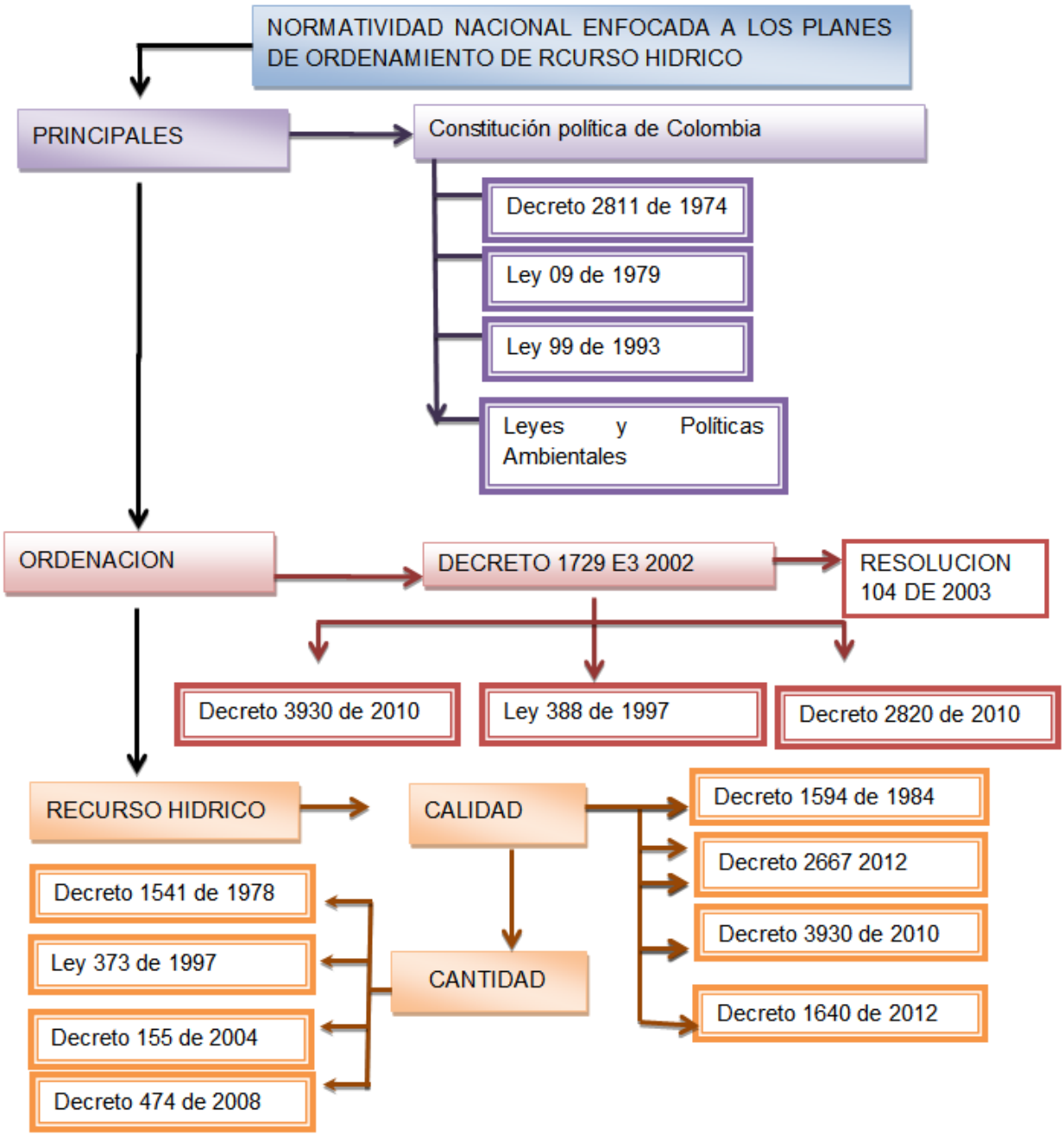


La legislación ambiental es un grupo de normas, que busca establecer un marco jurídico encaminado a la administración, protección, mejoramiento y aprovechamiento racional y sostenible tanto del medio ambiente como de los recursos naturales existentes en la corriente.

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. Razón por la cual, la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO es la máxima Autoridad Ambiental en el Departamento, la cual tiene dentro de sus funciones la ejecución de las normas del Ministerio, entre las cuales se encuentran, 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.

A continuación se presenta el diagrama de la Principal Normatividad Ambiental que rige actualmente en Colombia, empezando por los aspectos y políticas generales hasta los lineamientos y directrices específicas del recurso hídrico y su proceso de ordenamiento, además una tabla explicativa de cada norma, resaltando el tema y su alcance con relación al Ordenamiento del Recurso Hídrico.

Figura 1. Diagrama Normatividad Ambiental



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

3.1 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**
CALIDAD	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**
CANTIDAD	Decreto 1541 de 1978	Reglamenta las normas relacionadas con el recurso agua en todos sus estados: reglamenta el dominio y usos de las aguas con fines de desarrollo humano, económico y social, restringe y limita el dominio de las aguas para asegurar su aprovechamiento sostenible y expone las sanciones por el incumplimiento de la norma, entre otros aspectos
	Ley 373 de 1997	Obliga a incorporar el programa de uso eficiente del agua a nivel regional y municipal, y a utilizar métodos eficientes en el uso del recurso hídrico. También obliga a definir una estructura tarifaria que incentive el uso eficiente y ahorro del agua.
	Decreto 155 de 2004	Reglamenta el instrumento económico de las tasas por utilización del agua – TUA
	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.

4. MARCO CONCEPTUAL



4.1 FASES DEL PORH

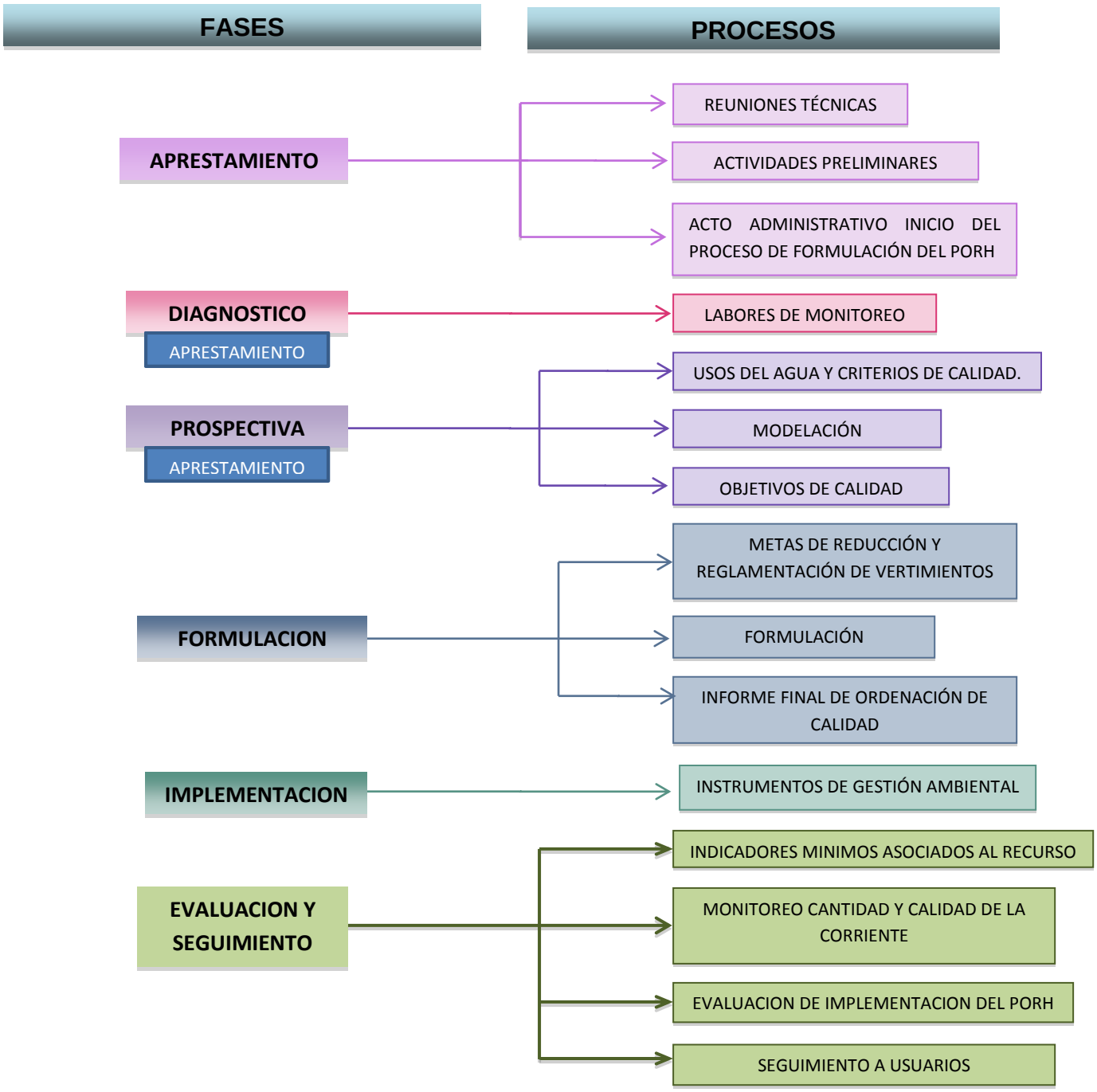


Tabla 1 Cronograma de ejecución para la Formulación del Plan de Ordenamiento y Reglamentación del recurso Hídrico

Teniendo en cuenta lo estipulado en el Artículo 8 del Decreto 3930 de 2010, el Ordenamiento y reglamentación del Recurso Hídrico se desarrolla de acuerdo con las siguientes fases:

- Priorización: Se determina el orden de importancia de las corrientes hídricas en la jurisdicción de cada Autoridad Ambiental que requieren o ameritan iniciar procesos de ordenamiento y reglamentación del recurso hídrico.

- Aprestamiento Institucional: Proceso de preparación el cual se basa en el decreto 1729 de 2002, cuyo objetivo es establecer las bases para iniciar el proceso de ordenación y reglamentación del recurso hídrico, en esta fase se contempla entre otros, la articulación de los grupos técnicos al interior de la Autoridad Ambiental, el acercamiento a la comunidad, el reconocimiento de fortalezas y debilidades institucionales y la expedición de actos administrativos.

- **Diagnóstico:** Durante esta fase se determina la situación ambiental actual del recurso hídrico, involucrando aspectos sociales, físicos, bióticos y antrópicos, para lo cual se desarrollan actividades de recopilación de información, visitas de campo, monitoreos.

- **Prospectiva:** A partir de los resultados del diagnóstico, se diseñan los escenarios futuros de uso del recurso, para lo cual se realiza una reflexión colectiva en la que participen los diversos actores del recurso hídrico superficial, atendiendo criterios tanto de cantidad, como de calidad, brindando elementos de juicio que permitan plantear escenarios a corto, mediano y largo plazo.

- **Plan de Ordenamiento del Recurso:** En esta fase se adopta el escenario elegido tanto en cantidad “proyecto de reglamentación” como en calidad “Objetivos de Calidad” como directrices de planificación y orientadores de la administración, control y vigilancia de Recurso Hídrico.

Específicamente el Ordenamiento del Recurso Hídrico es la responsabilidad que tienen las Autoridades Ambientales Competentes de realizar la clasificación de las aguas superficiales, subterráneas y marinas para fijar en forma genérica su destinación a los diferentes usos que trata el artículo 9 del Decreto 3930 de 2010.

Entre otros aspectos, los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico, determinan los casos en que deba prohibirse el desarrollo de actividades como la pesca, el deporte y otras similares, en toda la fuente o en sectores de ella, de manera temporal o definitiva, fija las zonas en las que se prohibirá o condicionará la descarga de aguas residuales o residuos líquidos o gaseosos, provenientes de fuentes industriales o domésticas, urbanas o rurales, en las aguas superficiales, subterráneas, o marinas y establecen las normas de preservación de la calidad del recurso para asegurar la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies.

- Implementación: Tiene por objetivo 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 201)
- ✓ 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)

- 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
- ✓ Monitoreo de la Cantidad y Calidad de la Corriente
- ✓ Evaluación de la Implementación del Plan
- ✓ Seguimiento a Usuarios legalizados

El Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico será adoptado mediante resolución 142 de Marzo de 2014.

5. APRESTAMIENTO



En la fase de aprestamiento se tiene en cuenta tres aspectos, cuya implementación permitió el desarrollo y la aplicación de las demás fases del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 3930 de 2010.

Estos aspectos son:

5.1 APRESTAMIENTO INSTITUCIONAL

Es la etapa preliminar en la cual se realizo la planificación del Proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico proyectado por CORPONARIÑO para el periodo 2014.

Es esta etapa se desarrollaron las siguientes actividades:

1. ***Consecución y Destinación de recursos para el PORH:*** De acuerdo con lo establecido en el Decreto 3440 de 2004 el Consejo Directivo de CORPONARIÑO aprobó el Acuerdo 018 de 2009 por medio del cual creó la cuenta Fondo Regional para la Inversión en Descontaminación Hídrica destinando el 40% de los recursos recaudados por Tasa Retributiva para ser invertidos en Procesos o Planes de Ordenamiento de Recurso Hídrico.

2. ***Definición del Alcance del PORH:*** Con base en los recursos disponibles y la complejidad de los Planes de Ordenamiento del recurso Hídrico, se estableció para el año 2014 ordenar doce (12) corrientes hídricas del Departamento de Nariño.

3. ***Conformación del Equipo Técnico:*** Está integrado por la Dirección General, los Subdirectores de Conocimiento y Evaluación Ambiental y de Intervención para la Sostenibilidad Ambiental, la parte técnica está conformada por Ingenieros Sanitarios, Ambientales, Químicos y/o afines destinados cada uno al ordenamiento de una fuente principal, Geógrafos, Ingeniero Biologico, psicologa y Trabajadora social, un Coordinador General del Proyecto e Interventores.

4. ***Inclusión del PORH en el PAI 2014:*** Dentro del Plan de Acción Institucional PAI está contemplado el Ordenamiento del Recurso Hídrico, cuyas metas están articuladas a los indicadores proyectados para el 2014.

5. ***Articulación con los Procesos Institucionales:*** Los POHR se relacionan y articulan con los Procesos Institucionales Misionales de la Corporación como son: Licencias, Permisos y Autorizaciones Ambientales, Ordenación y Manejo de los Recurso Naturales y Gestión Jurídica.

5.2 PRIORIZACION DE LA FUENTE HIDRICA SUPERFICIAL

De acuerdo con lo establecido en el Decreto 3930 de 2010, la Autoridad Ambiental Competente es la autorizada para realizar el Ordenamiento del Recurso Hídrico de las aguas superficiales, subterráneas y marinas existentes en el área de su jurisdicción; teniendo en cuenta que este proceso es complejo, el Decreto establece unos criterios mínimos de priorización para que la Autoridad Ambiental priorice en sus Planes de Acción Institucional los cuerpos de agua a ordenar.
Por lo tanto, la Corporación Autónoma Regional de Nariño COORPONARIÑO ha priorizado en el Plan de Acción Institucional PAI para la vigencia 2014, el ordenamiento de doce (12) corrientes hídricas superficiales basado en los siguientes criterios:

5.2.1 TECNICO

a. **Calidad del Agua:** Las aguas superficiales son las mayores receptoras de vertimientos de tipo domestico e industrial en comparación con las aguas subterráneas y marinas.

b. **Ecosistemas estratégicos y/o áreas protegidas:** Las cabeceras y nacimientos de las corrientes son puntos estratégicos ya que garantizan la producción y regulación hídrica, además es importante resaltar que la mayoría de la población Nariñense se abastece de aguas superficiales para su consumo.

c. **Cantidad de Agua:** La demanda de agua se presenta en su mayoría sobre fuentes hídricas y afloramientos que escurren de manera superficial. La oferta hídrica se concentra en aguas superficiales por sus ventajas en cuanto a captación, transporte y tratamiento, entre otros.

d. **Presión sobre el Recurso Hídrico:** Las aguas superficiales tienen mayor presión en cuanto a calidad y cantidad que las aguas superficiales y marinas.

5.2.2 SOCIAL

a. **Asentamientos Humanos:** En Nariño la mayor parte de la población se concentra en la zona Andina, por lo tanto los usos del recurso hídrico, tanto para consumo como para descarga de aguas residuales, se presentan en su mayoría sobre las aguas superficiales.

b. **Conflictos sociales por el agua:** Conflictos entre personas y comunidades asociados a la disponibilidad del recurso hídrico en cuanto a calidad y cantidad para la satisfacción de los usos existentes (consumos humano, agrícola, pecuario, industrial, entre otros). Por lo tanto, los conflictos se presentan más en las aguas superficiales que en las marinas y subterráneas.

DISPONIBILIDAD DE INFORMACION Y LOGISTICA:

Existencia de información asociada al recurso hídrico: La información sobre el recurso hídrico disponible se enfatiza en el estudio, monitoreo y control de las aguas superficiales.

5.3 PRIORIZACION DE LA QUEBRADA SANTA LUCIA

De acuerdo con el Decreto 3930 de 2010. ***Artículo 5°***.*Criterios de Priorización para el Ordenamiento del Recurso Hídrico.*

La Quebrada Santa Lucia es un afluente importante de la Cuenca del Rio Juanambú, la cual a lo largo de su cauce presenta vertimientos directos de aguas residuales, lo que hace que se presenten conflictos por el uso del agua debido al deterioro de la calidad.

Se decidió priorizar la Ordenación del Recurso Hídrico del Cauce Principal de la Quebrada Santa Lucia, dado que es una corriente hídrica que sufre algún tipo de afectación en cuanto a su calidad fisicoquímica y bacteriológica por la recepción de descargas y vertimientos de aguas residuales de origen doméstico.

5.4 DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO

El proceso de Ordenamiento en el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia inicia con la declaratoria, la cual se desarrollo en cumplimiento a lo establecido en el Artículo 8 del decreto 3930 de 2010:

Artículo 8: *Proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico. El Ordenamiento del Recurso Hídrico por parte de la autoridad ambiental competente se realizara 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, declarara en 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…….”*

El Acto Administrativo por medio de la cual se declaro el inicio del Proceso de Ordenación del recurso hídrico en el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, del Municipio de San Lorenzo, en el departamento de Nariño corresponde a la Resolución No.142 de Marzo de 2014 (Ver Resolución Anexo 1).

La Resolución No.142 de Marzo de 2014 está establecida de la siguiente manera:

- *Titulo:* Parte inicial de la Resolución, la cual contiene el numero de la misma, el nombre o titulo y el marco jurídico mediante el cual la Directora General de CORPONARIÑO está en facultad de emitir dicho Acto Administrativo.

- *Considerando:* Contiene un resumen y soporte de la Normatividad Ambiental vigente en Colombia relacionada al Ordenamiento del Recurso Hídrico y además se justifica la priorización del cauce principal de la Quebrada Santa Lucia y demás corrientes priorizadas para e 2014.

- *Resuelve:* De acuerdo a lo expuesto en el Considerando, en el Resuelve se incluye Cuatro Artículos mediante los cuales se declaran el inicio del Proceso de Ordenación del cauce principal de la Quebrada Santa Lucia y demás corrientes priorizadas.

- *Final:* Contiene la directriz del Acto Administrativo (Publíquese y Cúmplase), la fecha de elaboración y las firmas correspondientes.

6. DIAGNOSTICO



6.1 ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

6.1.1 LOCALIZACION

El cauce principal de la Quebrada Santa Lucia se encuentra ubicado en el Municipio de San Lorenzo, en el Departamento de Nariño, en el país de Colombia.

El Municipio de San Lorenzo se encuentra localizado en el nororiente del Departamento de Nariño, está ubicado a 66 kilómetros de la capital de San Juan de Pasto. Tiene una extensión de 249Km2, área urbana de 25.87 has y área rural de 24874 has, la temperatura promedio es de 17ºC.

El municipio de San Lorenzo está conformado por 8 corregimientos, que son: SALINAS, SAN GERARDO, EL CARMEN, SANTA CECILIA, SANTA CRUZ, SANTA MARTA, SAN RAFAEL, ESPECIAL. Los cuales se encuentran subdivididos en 54 veredas.

Mapa 1 Localización Geográfica Quebrada Santa Lucia



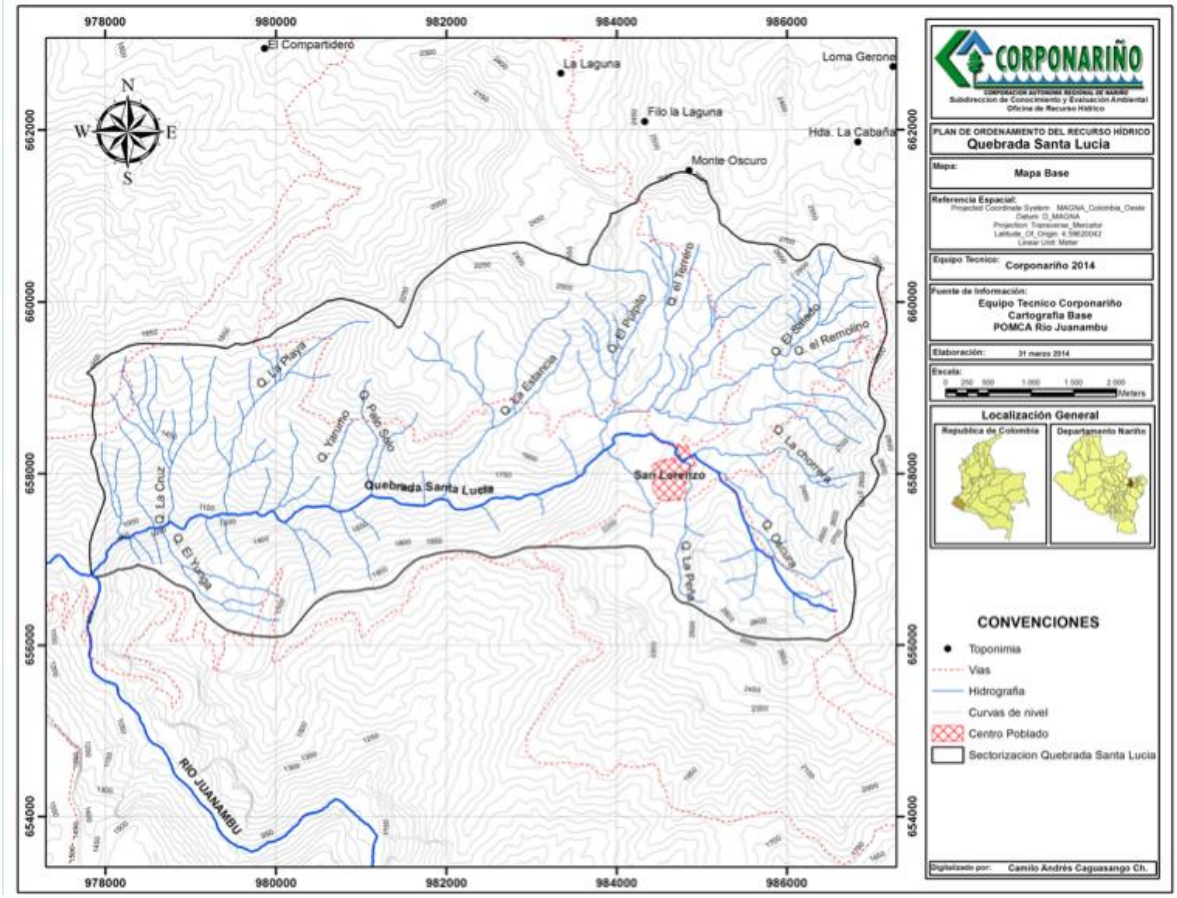
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

La contextualización Hidrográfica de la Quebrada Santa Lucia de acuerdo con la Zonificación y de Cuencas Hidrográficas en el Departamento de Nariño es:

- Región: Océano Pacifico
- Macrocuenca: Rio Patía
- Microcuenca: Rio Juanambu

- Subcuenca: Quebrada Santa Lucia
- Área: 3342,66Hec
- Longitud Cauce Principal: 11,126Km

Mapa 2 Localización Subcuenca Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

En el desarrollo de la etapa de diagnostico del cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, este se dividió o agrupo en tres partes.

Parte Alta: Para el desarrollo del presente estudio la parte Alta de la microcuenca comprende desde el Nacimiento de la Quebrada Santa Lucia a una altura aproximada de 2600 (m.s.n.m) hasta la cota 2080 (m.s.n.m); en la intersección de la quebrada chamizo con la quebrada Santa Lucia; este sector se caracteriza por no presentar ningún tipo de vertimientos y la calidad de agua es buena, se caracteriza por tener grandes zonas de bosques primario y secundario con grandes áreas de pastos con vegetación arbustiva y algunos cultivos misceláneos.



PARTE ALTA

Parte media: está localizada a partir de la cota 2.080 hasta la cota 1870 m.s.n.m, comprende la zona del casco urbano donde se encuentran los vertimientos a la quebrada Santa Lucia razón por la cual la calidad del agua es regular. En la zona media la cobertura de suelo se destina en su mayoría a mosaicos de cultivos fique y café combinados con pastos enrastrojados, además de presentar grandes extensiones de pastos naturales.

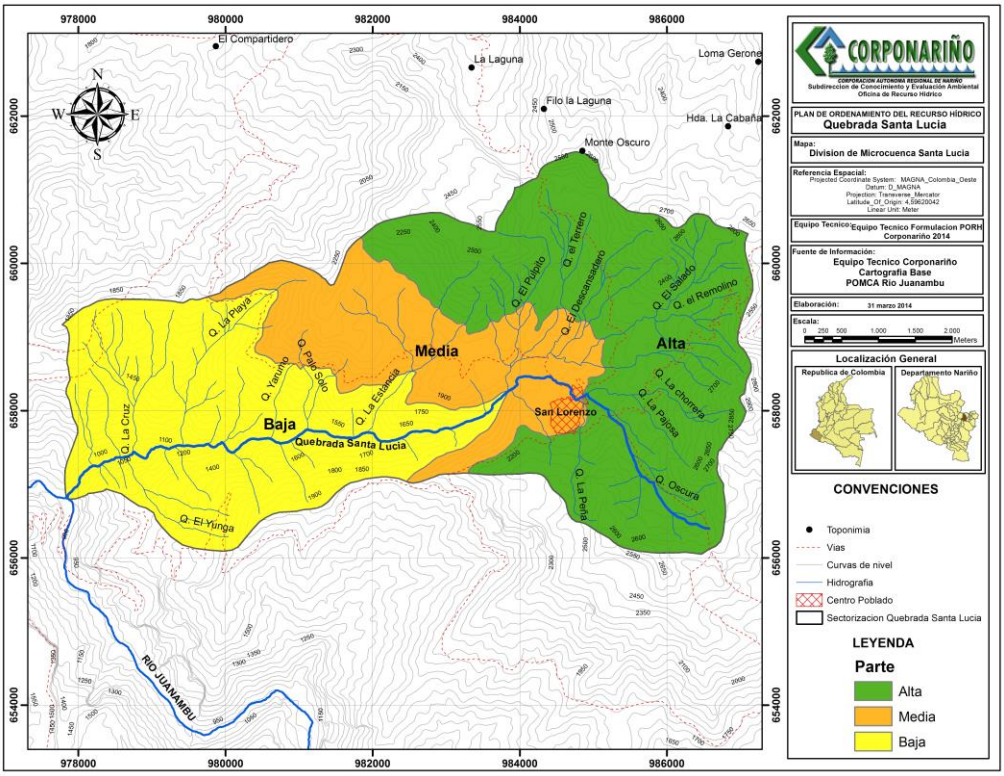


PARTE MEDIA

Parte baja: Ubicada desde los 1870 msnm hasta la desembocadura en el río Juanambú en los 900 msnm. Esta parte de la microcuenca posee grandes extensiones de pastos y cultivos misceláneos entre los cuales se destacan el cafe y el fique además de cultivos de frijol, yuca y maní.



Mapa 3 División de Microcuenca parte Alta, Media y Baja



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

6.1.2 AREA DE LA CUENCA

La Quebrada Santa Lucia atraviesa el municipio de San Lorenzo su área es de 3342,66Hec. Su longitud de cauce principal es 11,126Km. nace aproximadamente a 2156 m.s.n.m y desemboca en el Rio Juanambu a 833 m.s.n.m.

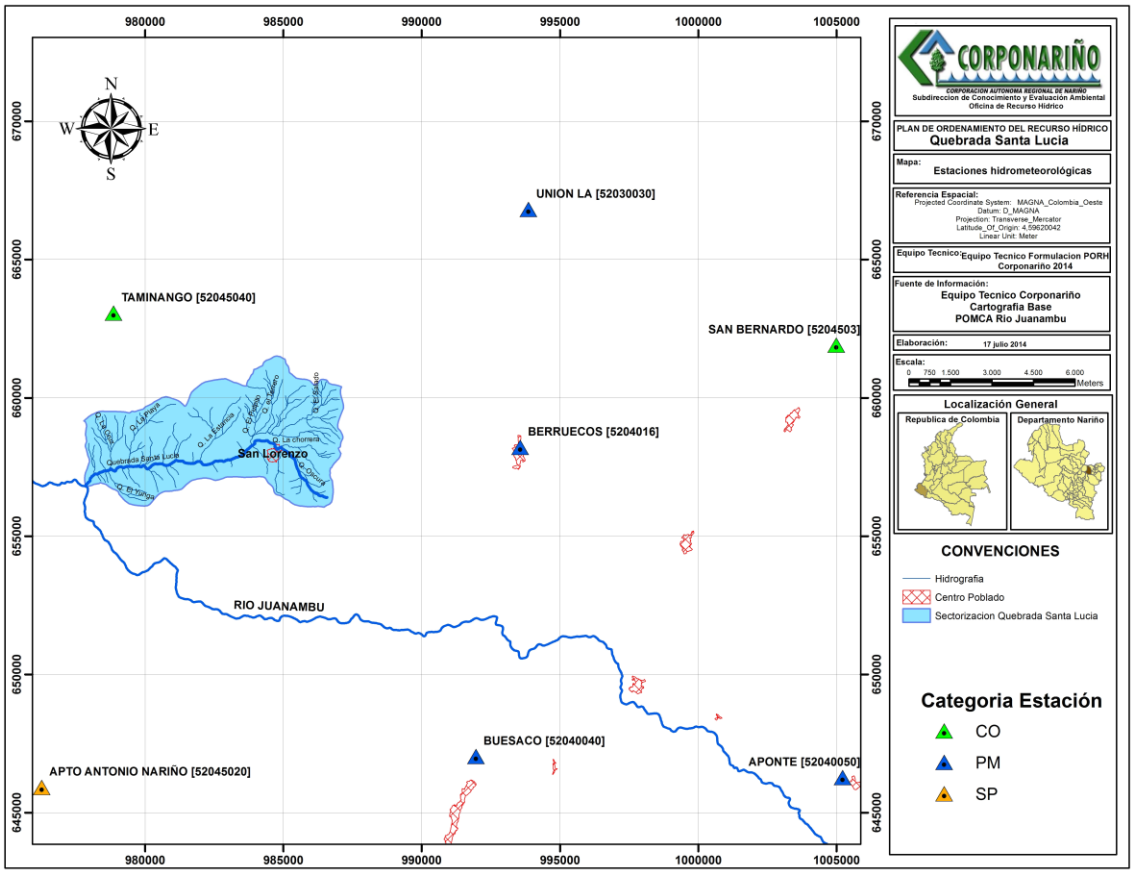
6.1.3 DATOS HIDROCLIMATOLOGICOS QUEBRADA SANTA LUCIA BASADOS EN LAS ESTACIONES DEL IDEAM

El régimen climático del municipio de San Lorenzo, y el de la región Andina de Nariño, está regulado por las variaciones de los fenómenos ecuatoriales.

Los vientos alisios del sureste que penetran al país con corrientes dirigidos hacia las montañas y valles del sur; el desplazamiento de estas masas de aire, genera la temperatura de verano, que se presenta en el municipio de San Lorenzo en los meses de julio, agosto y septiembre y es el origen de los vientos que se intensifican en el mes de agosto. La temporada de lluvias se presenta en los meses de octubre, noviembre y parte de diciembre. Entre enero y marzo, la precipitación disminuye, y se incrementa nuevamente en abril y mayo, hasta que en el mes de junio vuelve el ciclo de vientos, que caracterizan el estado climatológico de la zona.

El municipio de San Lorenzo, no cuenta con una estación meteorológica, razón por la cual se han tomado datos meteorológicos, suministrados por el IDEAM, La descripción y análisis de parámetros hidroclimatologicos de precipitación y temperatura, se obtuvieron de las Estaciones de la Union y San Bernardo respectivamente, los datos analizados corresponden a valores máximos, mínimos y medios obtenidos de los registros históricos desde el año 1959 hasta el 2012 procesados por el IDEAM.

Mapa 4 Estaciones IDEAM Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

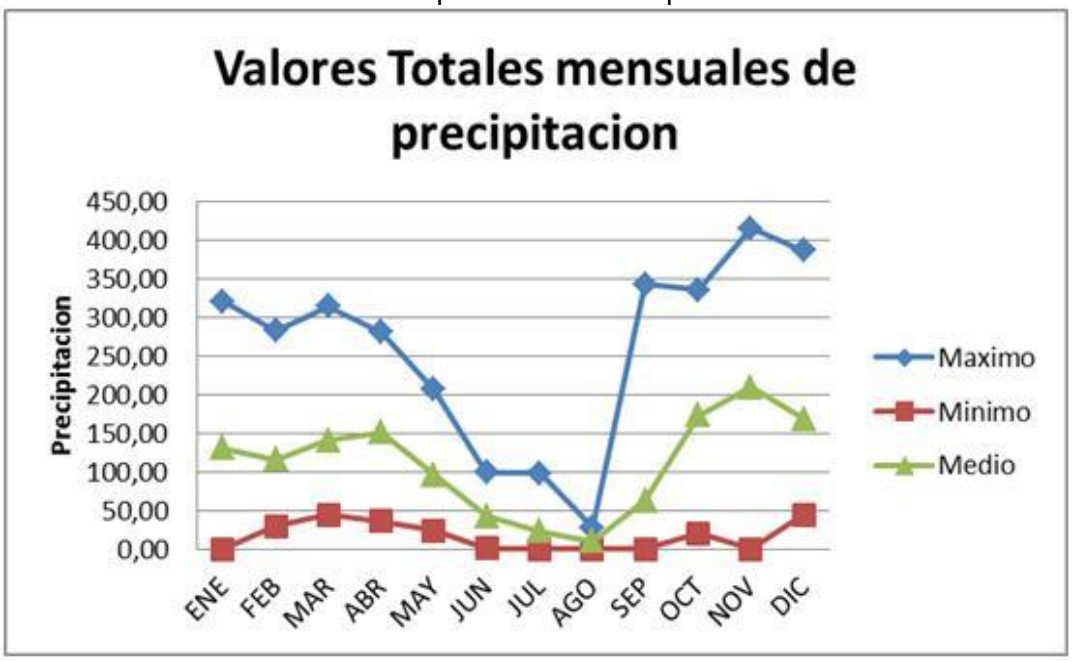
PRECIPITACION: La precipitación se origina por condensación y enfriamiento de masas de aire caliente provenientes del océano, en ascenso por las vertientes de la cordillera. El régimen de lluvias es bimodal que determinan períodos secos y lluviosos dentro del ciclo hidrológico. Las mayores precipitaciones se producen en los páramos y decrecen en razón directa a la altitud

Tabla 2 Valores totales de precipitación

AÑOS 1959-2012												
MES	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
MEDIA	174,5	171,3	196,1	234,2	188,7	107	51,4	48,3	103,6	271,4	323	239,6
MAXIM	471,2	493,1	422,6	921	413	290	171,8	165,6	357	807	698	557
MINIM	4	9,9	15,1	50,8	38,6	0	0	0	4,8	44,8	108,5	69,3

FUENTE. Registro IDEAM

Gráfica 1 Comportamiento Precipitación



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Según la grafica anterior los meses en los que se presentaron mayor precipitación son en abril y octubre. Durante los meses de Junio a Agosto se presenta la menor precipitación.

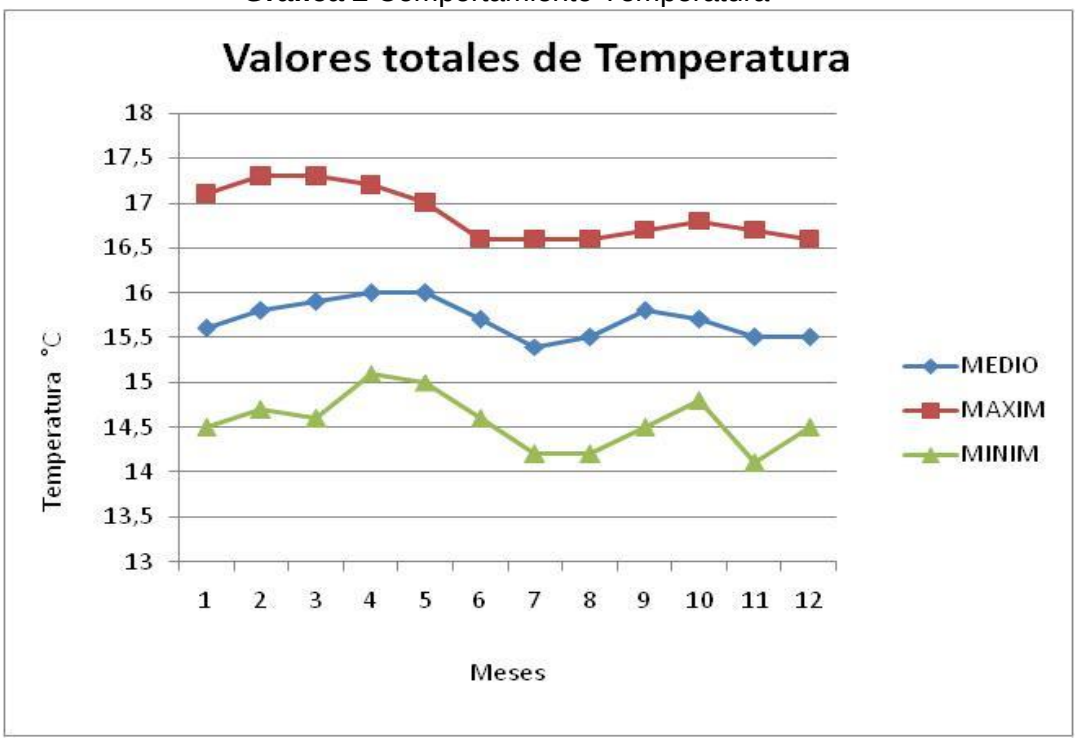
TEMPERATURA: La temperatura es la medida del calor y el frío, esta juega un papel importante en todos los procesos, químicos, físicos y biológicos, de las plantas, puesto que los cambios de calor o las transformaciones de luz en calor y viceversa determinan grandemente las velocidades a las cuales se efectúan las reacciones. En cada etapa del desarrollo los vegetales requieren condiciones externas complejas y particulares, la más importante de ellas es precisamente la temperatura, la cual está sujeta o correlacionada con la altitud.

Tabla 3 Valores totales de temperatura

AÑO 1973-2012												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MEDIO	15,6	15,8	15,9	16	16	15,7	15,4	15,5	15,8	15,7	15,5	15,5
MAXIM	17,1	17,3	17,3	17,2	17	16,6	16,6	16,6	16,7	16,8	16,7	16,6
MINIM	14,5	14,7	14,6	15,1	15	14,6	14,2	14,2	14,5	14,8	14,1	14,5

FUENTE. Registro IDEAM

Gráfica 2 Comportamiento Temperatura



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

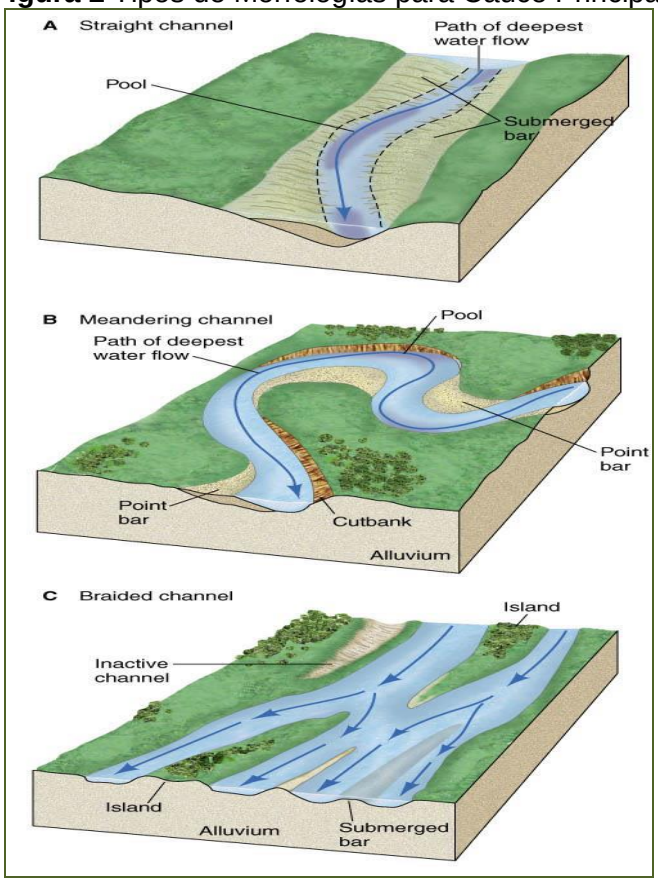
De acuerdo con el grafico, este parámetro se comporta de manera semejante a lo largo del año, se presenta un máximo en los meses de Febrero y Marzo y un mínimo en Julio y Noviembre.

6.2 MORFOLOGIA

RÍOS RECTOS

En la naturaleza prácticamente no existen ríos rectos. Se les suele considerar como un estado transitorio al meándrico.Un río recto podría definirse como aquel cuya sinuosidad es tan pequeña que puede despreciarse. En un tramo rectilíneo el Índice de Sinuosidad es teóricamente igual a 1. Referencialmente, se puede señalar que usualmente se llama “río recto” a aquél cuyo Índice de Sinuosidad es menor que 1,05.

Figura 2 Tipos de Morfologías para Cauce Principal



La morfología del tramo en estudio se considera Meandrico, debido a tienen pequeños tramos rectos, o casi rectos

6.3 COBERTURAS DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA SANTA LUCIA

La información de cobertura del suelo para la microcuenca Santa Lucia se retomo del estudio cálculo del índice de escasez del Río Juanambú facilitado por la subdirección de Conocimiento y Evaluación Ambiental (SUBCEA), estudio el cual fue trabajado con información de sensores remotos y con la utilización de imágenes satelitales para el año 2010.

Para la aplicación de dicha información para el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Santa Lucia fue necesaria la corrección de la misma con trabajo de verificación en campo y toma de puntos GPS con el objeto de ampliar la información sobre el área de estudio con recorridos en campo encaminados a actualizar y revisar el grado de confiabilidad de la interpretación de la base de datos para la aplicación en este estudio.

Tabla 4 Puntos de verificación en campo microcuenca Santa Lucia

Punto	Ubicación geográfica			Descripción	Registro fotográfico
	X	Y	Altura (msnm)		
1	977971	656652	750	Pastos y Rastrojos parte baja	 
2	977915	656838	720	Pastos y Cultivos parte baja desembocadura quebrada Sta Lucia	
3	977989	656950	833	Pastos y Rastrojos	
4	983963	658463	1996	micelaneo de pastos y cultivos	
5	985208	657949	2152	vegetacion arbustiva parte alta	
6	984502	658404	2041	Micelaneo de cultivos	
7	984295	658580	2028	micelaneo de pastos y cultivos	 
8	983945	658409	1979	Asociacion de pastos y cultivos	 
9	984871	658179	2062	Pastos, cultivos y vegetacion arbustiva	

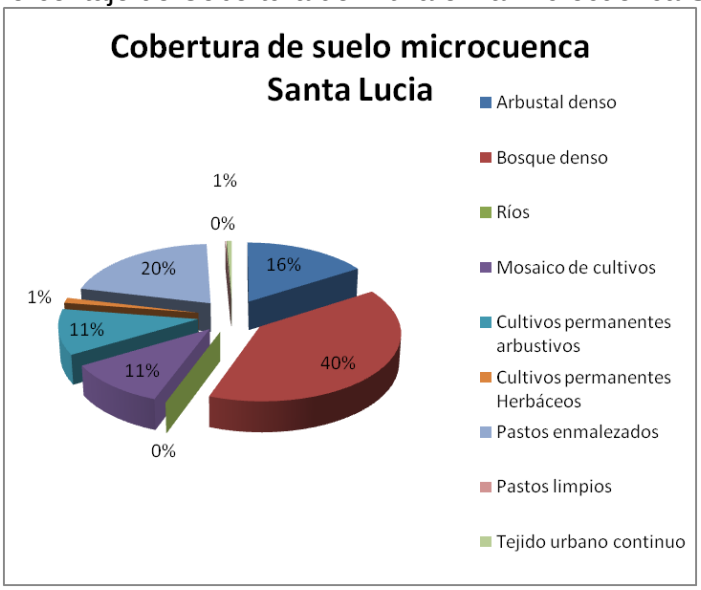
Cuadro 1 Clasificación de cobertura de suelo microcuenca Santa Lucia

COBERTURA DE SUELO METODOLOGIA CORINE LAND COVER QUEBRADA SANTA LUCIA			
NIVEL 1	**NIVEL 2**	**NIVEL 3**	**Nivel 4**
BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Arbustal denso	No aplica
	Bosques	Bosque denso	Bosque denso alto
SUPERFICIES DE AGUA	Aguas continentales	Ríos	No aplica
TERRITORIOS AGRICOLAS	Áreas agricolas heterogeneas	Mosaico de cultivos	No aplica
	Cultivos permanentes	Cultivos permanentes arbustivos	Café
		Cultivos permanentes Herbáceos	No aplica
	Pastos	Pastos enmalezados	No aplica
		Pastos limpios	No aplica
TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	Zonas Urbanizadas	Tejido urbano continuo	No aplica

Fuente. Índice de Escases de Agua Río Juanambú, CORPONARIÑO 2010.

La clasificación de uso y cobertura para la microcuenca Santa Lucia es de tipo semi-detallado de tercer nivel jerárquico de la clasificación con una cobertura definida para el presente estudio según la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia es:

Gráfica 3 Porcentaje de Cobertura definitiva en la microcuenca Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Mosaico de cultivos: Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual[1]. Dentro de los cultivos misceláneos de frijol, yuca y maní

Bosque Ripario: se refiere a la vegetación ubicada en las márgenes de quebradas, arroyos, cañada con o sin agua. Este tipo de cobertura está limitado en amplitud ya que bordea las fuentes de agua o patrones de drenaje naturales. Su importancia radica en ser unidades protectoras de agua, nichos de habitad para alimentación y refugio de fauna.[2] Ocupando una extensión del 2% del total del área de estudio.

Cultivos permanentes arbustivos: Son coberturas permanentes ocupadas principalmente por cultivos de hábito arbustivo como café, y fique. se destacan la presencia distribuida en toda la microcuenca combinados con especies arbóreas

Pastos limpios: son las áreas de tierras dedicadas a praderas y prados naturales. Unidad de cobertura vegetal que se caracteriza por presentar un estrato de maleza de hojas finas como las gramíneas.[3] En la microcuenca ocupan menos del 1% del territorio.

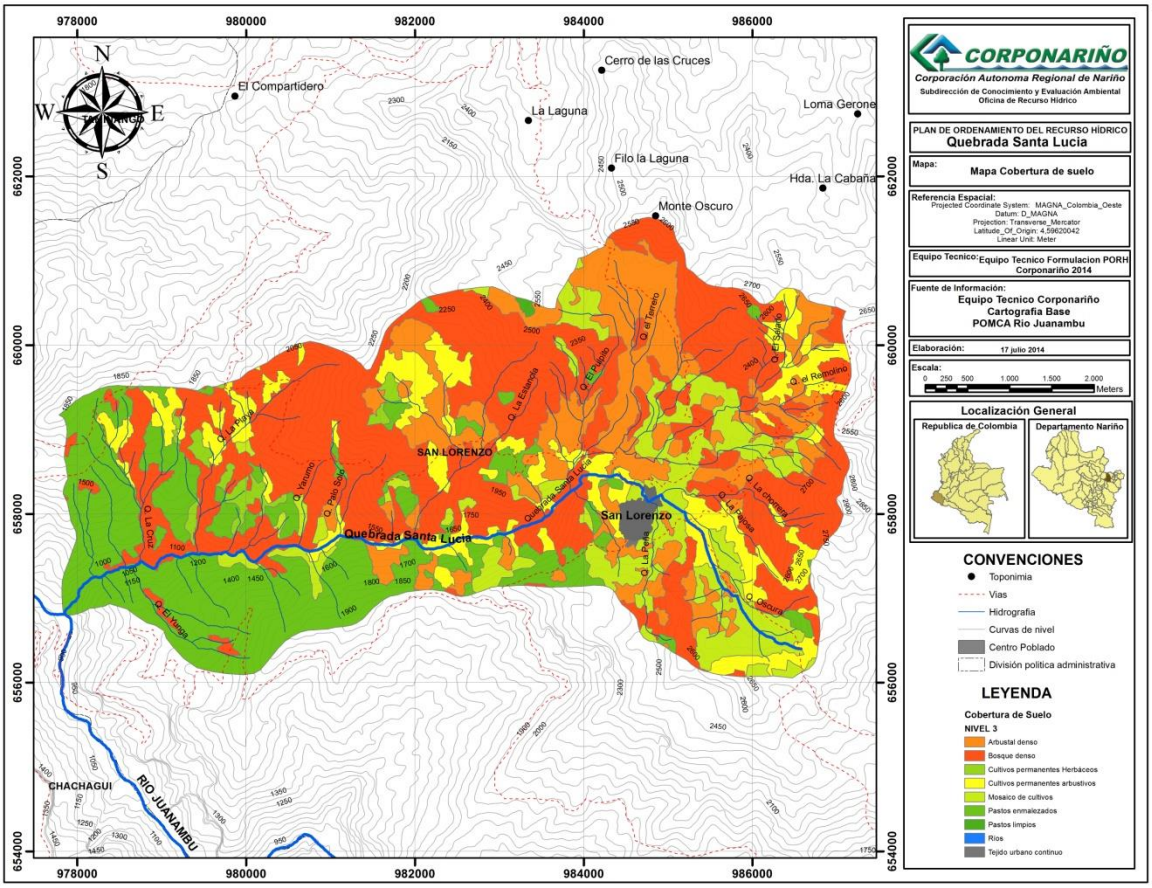
Arbustal denso: Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular,. La unidad puede contener elementos arbóreos dispersos. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales (IGAC, 1999).

Pastos enmalezados: Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m.

Centros Poblados: todas aquellas áreas u obras hechas por el hombre para su servicio y beneficio en las que comúnmente usan materiales como el hierro, cemento, ladrillo, madera, etc. Presentan un arreglo geométrico característico según su dedicación. (FAO, 1998). En la microcuenca ocupa un área cercana al 1% y está referido al centro poblado de San Lorenzo.

[1] Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. junio de 2010. P 28
[2] Instituto geográfico Agustín Codazzi. Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. P89
[3] Ibid. P 103

Mapa 5 Cobertura y Usos de Suelo Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

6.4 DIAGNOSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO

Para la realización del Diagnostico Social Participativo con los Actores de mayor incidencia en la quebrada Santa Lucia en proceso de ordenamiento se diseñó una metodología de intervención en la comunidad basada en lograr espacios de participación desde el inicio del proceso como lo establece la *Constitución Política de Colombia* en sus artículos 79 y 80 "Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Igualmente es importante resaltar que el componente social es parte integral de cada una de las fases, debido a su característica de transversalidad la cual permite que la comunidad se apropie del proceso técnico y participe durante

todo el desarrollo del ordenamiento del recurso hídrico de la quebrada Santa Lucia , logrando así una articulación entre los componentes social y técnico

6.4.1 ASPECTOS GENERALES

Para obtener el Diagnostico Social se realizó el acercamiento Institucional con la Administración Municipal de San Lorenzo y otras instituciones donde se explicó el proceso a ejecutar con la comunidad para la realización del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico PORH de la quebrada Santa Lucia, y la importancia de lograr el compromiso y apoyo de la Administración y las Instituciones de incidencia en dicho recurso hídrico, caracterizando así a los actores sociales de este municipio, Se logró una actitud positiva, de colaboración y coordinación para cumplir con el objetivo propuesto y dar inicio al proceso.

De igual forma se realizó revisión de información segundaria existente en el Municipio contemplada en el Esquema de Ordenamiento Territorial EOT, sobre los diferentes aspectos sociales de la comunidad asentada en la zona de influencia de la Quebrada Santa Lucia.

Obteniendo información de las veredas sus organizaciones de base y las instituciones de mayor presencia en la comunidad se realizó la convocatoria mediante visita a las veredas entregando el oficio de invitación y desarrollando la entrevista informal que permitió conocer su entorno y obtener información valiosa sustento de este diagnóstico, como también motivar en la importancia de la participación comunitaria en el taller de información y realización del diagnóstico social participativo.

6.4.2 PRESENCIA INSTITUCIONAL

Para el cumplimiento de los objetivos del Plan de Ordenamiento de la Quebrada Santa Lucia es necesario conocer las instituciones de mayor presencia para ser contactadas e integradas al proceso para garantizar la permanencia en el tiempo:

Actores sociales

- Alcaldía municipal
- CORPONARIÑO
- Policia nacional
- Servicios publicos-EMSALORENZO
- Instituciones educativas

6.4.3 PARTICIPACION COMUNITARIA A TRAVES DEL TALLER DE DIAGNOSTICO SOCIAL

Para adelantar la lectura de la problemática en cuanto a la contaminación que se esta realizando en la Quebrada Santa Lucia en el Municipio de San Lorenzo se debió comprometer no solo la información secundaria sino de la participación de la

instituciones y comunidad ya que la viven con clara realidad. Se realiza la presentación de un video como introducción al taller sobre la importancia del agua con una reflexión de los asistentes sobre el futuro que se esta generando actualmente, La metodología implementada ha sido el Diagnostico Social Participativo (D.R.P.) que es un proceso de dialogo y concientización que generan conocimientos sociales, orientados a acciones para transformar la realidad fomentando la organización democrática de las comunidades.

Figura 3 Talleres Sociales



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Este aspecto de participación comunitaria en la lectura de los problemas de contaminación en la quebrada generados, su priorización y análisis imprime mayor confiabilidad a la fases de Prospectiva y formulación donde se compromete a la comunidad no solo en el análisis sino también en la gestión para encontrar el camino de las soluciones.

En esta actividad se utiliza la herramienta metodológica de mapas parlantes temáticos sobre la dinámica del recurso agua que se tratan aspectos sobre contaminantes que afectan la corriente y usos actuales.

6.4.4 ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE CONTAMINACIÓN Y USOS GENERADOS EN LA QUEBRADA SANTA LUCIA

Se realiza acercamiento al representante legal de los barrios a nivel del casco urbano el señor ALVARO ARMERO quien esta comprometido con su comunidad en recuperar la Quebrada Santa Lucia ya que se encuentran varios aspectos de amenaza a los varios cercanos. El numero de familias es de 140 con un promedio de 5 personas 700 habitantes al que el representa, la principal actividad económica es la ganadería, café, caña y frutales limón, papaya, maracuyá se toma del la quebrada la peña y el Chamizo para consumo de los habitantes manejado por la empresa EMSALORENZO, los conflictos se generaban por la instalación de medidores que las personas se opusieron en esta instalaciones.

Para dar inicio a este importante proceso se realiza la socialización del Plan de Ordenamiento del Recurso Hidrico"PORH" en la Quebrada Santa Lucia, dando a conocer sus fases y objetivo que es planificar el aprovechamiento y uso sostenible del recurso hídrico en calidad y cantidad, esta es una etapa de motivación y generación de compromisos de las comunidades e Instituciones hacia la recuperación, conservación y protección del agua vital de todo ser humano.

La convocatoria realizada por medio de oficios a los participantes a nivel Institucional como la Administración Municipal, empresa Emsalorenzo y el representantes del casco Urbano que tiene influencia directa sobre la corriente en estudio donde se identifica la contaminación y uso del recurso agua dividiéndolo en parte alta, media y baja

CONTAMINACION PARTE ALTA:
Se identifica la parte alta desde el nacimiento de la Quebrada Santa Lucia hasta la Quebrada denominada el Chamizo donde se identifica:

- Le aumentan el caudal otros afluentes que se encuentran en la zona
- Se encuentran viviendas que realizan las descargas de las aguas residuales directamente a la quebrada.
- Tala del bosque y No respetan la ronda hídrica
- La mayor productibilidad es de ganado quien es contaminante para esta corriente.
- Se encuentra en esta zona alta problemas de deslizamientos

USOS:

- ✓ Bebederos de ganado
- ✓ Descarga de aguas residuales
- ✓ Riego

CONTAMINACION PARTE MEDIA: esta se encuentra entre la Quebrada el Chamizo hasta antes de llegar a la Quebrada el Salado

- Se realizan las descargas del colegio Sagrado Corazón de Jesús
- Descargas del casco urbano
- No respetan la ronda hídrica
- Problemas de deforestación
- La utilizan la corriente como sitio de botadero de basuras y de escombros
- Ampliación de la frontera agrícola
- Las viviendas se encuentran cercanas a ala Quebrada y cuando se encuentran en tiempo de invierno se siente temor de los habitantes por el arrastre de estas viviendas.
- Deposito de agroquímicos
- Descarga el estadio

USOS:

- ✓ Lavaderos de carros
- ✓ Bebedero del ganado
- ✓ Descarga de aguas residuales
- ✓ Botadero de basuras

CONTAMINACION PARTE BAJA: comprende desde la Quebrada el Salado hasta la desembocadura del Rio Juanambu.

- En este sitio se encuentran cultivos de café que en tiempos de cosecha utilizan para el proceso el agua produciendo gran contaminación
- Ampliación de cultivos de café, caña de azúcar frutales lulo, y tomate de mesa
- Descarga de aguas residuales de viviendas cercanas a la Quebrada
- Se presenta erosiones
- Deposito de empaques agroquímicos
- Se presenta mal olor por ello se presentan animales como gallinazos

USOS:

- ✓ Sitio que depositan basura
- ✓ Descarga de aguas residuales

Figura 4 Taller Diagnóstico



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Como uno de los resultados establecidos en la sesión del taller de diagnostico se conto con la variada participación de los involucrados, se logro identificar lo enunciado anteriormente y realizando el siguiente análisis mas relevante.

Percepciones generales de la comunidad.

- **Técnico Umata:** las personas necesitan del agua para sus cultivos pero luego de su uso la devuelven contaminada a la quebrada.

- **Desarrollo Comunitario:** No se tiene a nivel del Municipio la cultura de evitar arrojar basuras a orillas de las quebradas que generan contaminación y mal aspecto en las zonas que recorren los caudales.

- **Salud Ambiental:** estos focos de contaminación producen en las habitantes enfermedades por la proliferación de insecto, olores desagradables e infecciones a nivel de la piel.
- **Corponariño:** se realizan orientaciones en cuanto los requisitos para concesiones de aguas para diferentes usos y apoyo a las instituciones en el manejo para conservar y proteger este vital recurso.

- **Representante legal de los barrios:** la quebrada el Salado que es como la identifican a nivel de habitantes la identifican como peligrosa ya que las casas cercanas se están cuartando o sea partiendo y son también las basuras que arrojan los habitantes otro aspecto a tener en cuenta.

- **Representante de servicios Públicos:** se realizan brigadas de aseo con las instituciones pero la comunidad no tiene cultura y siguen realizando en las orillas dela corriente como sitios de botar basura, la recolección de basuras es un día en semana y llevadas al Municipio de Pasto.

- **Obras Públicas:** el sistema de alcantarillado es combinado y se encuentra en situación obsoleto tiene mas de cincuenta años por ello se necesita gestionar recursos económicos para una planta de tratamiento.

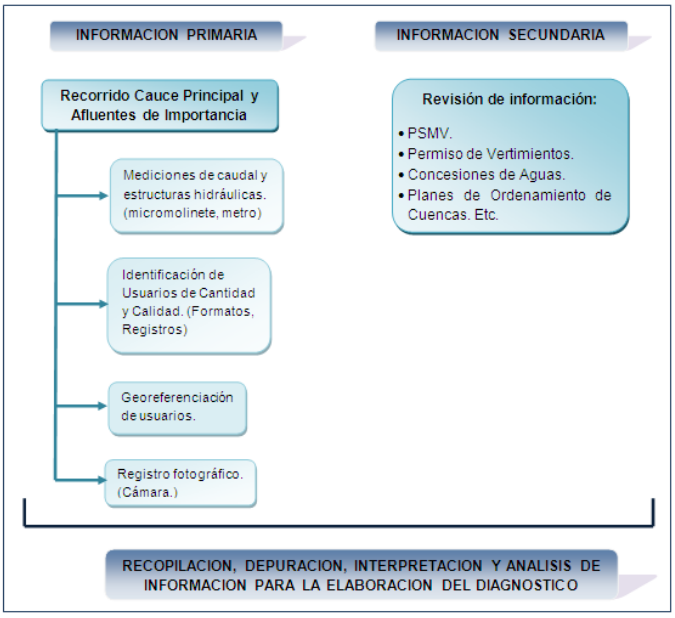
6.5 DIAGNOSTICO DE LA CORRIENTE HIDRICA

Para la elaboración de la fase de Diagnostico del cauce principal de la Quebrada Santa Lucia ubicada en la jurisdicción del municipio de San Lorenzo, se tomaron en cuenta principalmente las directrices del Decreto 3930 de 2010, Decreto 3100 de 2003, Decreto 3440 de 3004, Guía Técnico Científica de Ordenación y Manejo de Cuencas IDEAM- 2008 y Decreto 1640 del 2012.

El diagnostico está encaminado al levantamiento, recopilación, organización, análisis, evaluación e interpretación de información tanto primaria como secundaria, lo cual nos permitió determinar la situación actual de calidad y cantidad del cauce principal de la Quebrada Santa Lucia y de sus afluentes, se determino también los usos actuales y posibles conflictos entre usuarios del recurso hídrico.

Se realizo la identificación de usuarios que realizan captaciones de agua con el respectivo inventario de estructuras hidráulicas, vertimientos de aguas residuales o industriales con sus respectivos inventarios de estructuras hidráulicas, afluente naturales que llegan directamente al cauce principal, se efectuaron dos jornadas de muestreo y aforo en puntos estratégicos y algunos afluentes o descargas de importancia, se realizo trabajo de oficina durante el cual se proceso y analizo la información obtenida para determinar así los perfiles e índices de calidad, líneas de base de cargas contaminantes, se diseño la topología en la cual se ubico los vertimientos, afluentes y captaciones, se calculo la oferta y demanda hídrica y se realizo la modelación y simulación del comportamiento de la corriente superficial para la generación del escenario actual de calidad y cantidad.

Figura 5 Diagnóstico Corriente Hídrica



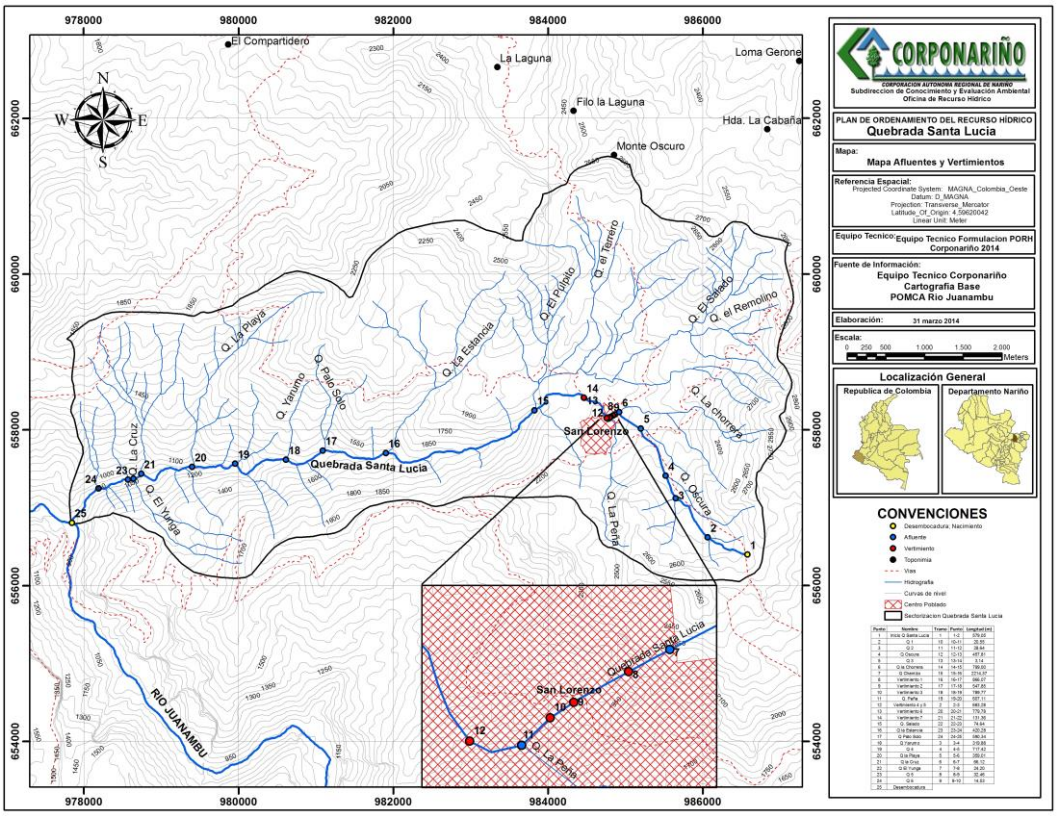
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

6.5.1 CENSO USUARIOS

Para la determinación del censo de usuarios en cuanto a Calidad, la corriente principal de la Quebrada Santa Lucia, se la tomó en tres zonas Zona Alta, Zona Media y Zona Baja, con el fin de situar y verificar los focos de contaminación del mismo.

Durante el recorrido en campo sobre el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, se identificaron los siguientes usuarios tanto del componente de cantidad como de calidad del recurso hídrico.

Mapa 6 Usuarios de la Subcuenca Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

6.5.2 USUARIOS CALIDAD

Son los afluentes naturales y usuarios generadores de vertimientos o aguas residuales de tipo domestico, industrial y de servicios que descargan al cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, incidiendo sobre su calidad fisicoquímica y biológica, además ocasionando un incremento en el caudal.

La descarga o vertimientos sobre la fuente receptora van acorde con el sentido de flujo de la corriente. Los principales puntos de vertimientos y afluentes que se encontraron en el recorrido de campo, son los siguientes:

Cuadro 2 Afluente natural Quebrada el Chamizo

FICHA QUEBRADAS NATURALES		
MUNICIPIO: SAN LORENZO	**VEREDA:**	**SECTOR:** RURAL
TIPO: QUEBRADA NATURAL EL CHAMIZO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A	
DESCARGA: QUEBRADA SANTA LUCIA		**MARGEN:** DERECHO
COORDENADAS:	**N** → 0984888 **W** → 0658179 **H** → 2. 079msnm	
DESCRIPCION:	Unión entre la Quebrada Natural el Chamizo con el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia.	

REGISTRO FOTOGRAFICO





Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 3 Afluente vertimiento Colector 1

FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS			
MUNICIPIO: SAN LORENZO	**VEREDA:** CASCO URBANO		**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO:DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A		
DESCARGA: QUEBRADA SANTA LUCIA			**MARGEN:** IZQUIERDO
COORDENADAS:	**N** → 0984867	**W** → 0658172	**H** → 2.081msnm
DESCRIPCION:	Vertimientos de aguas residuales al cauce principal a la Quebradas Santa Lucia. (Vertimiento 1)		
REGISTRO FOTOGRAFICO			





Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 4 Afluente vertimiento Colector 2

FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS		
MUNICIPIO: SAN LORENZO	**VEREDA:** CASCO URBANO	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO:DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A	
DESCARGA: QUEBRADA SANTA LUCIA		**MARGEN:** IZQUIERDO
COORDENADAS:	**N** → 0984842 **W** → 0658147 **H** → 2.078msnm	
DESCRIPCION:	Vertimientos de aguas residuales al cauce principal a la Quebradas Santa Lucia. (Vertimiento 2)	
REGISTRO FOTOGRAFICO		



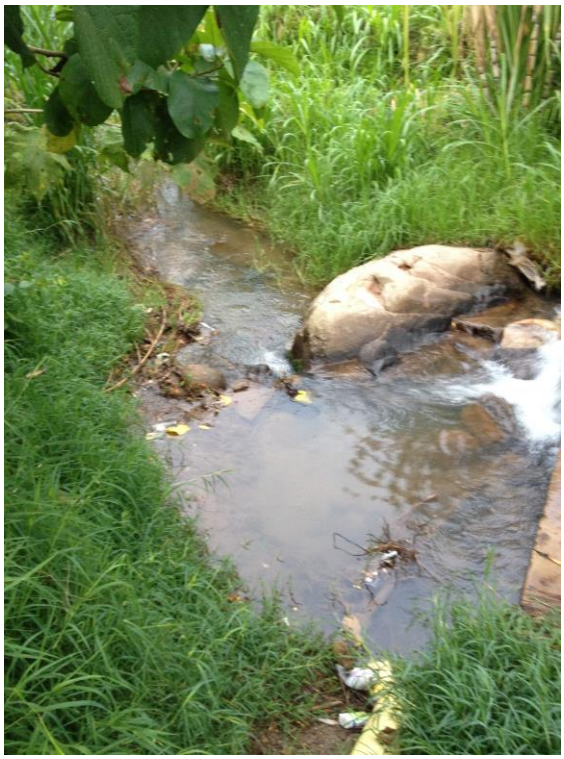


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 5 Afluente vertimiento Colector 3

FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS		
MUNICIPIO: SAN LORENZO	**VEREDA:** CASCO URBANO	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO:DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A	
DESCARGA: QUEBRADA SANTA LUCIA		**MARGEN:** IZQUIERDO
COORDENADAS:	**N** → 0984837 **W** → 0658141 **H** → 2.079msnm	
DESCRIPCION:	Vertimientos de aguas residuales al cauce principal a la Quebradas Santa Lucia. (Vertimiento 3)	
REGISTRO FOTOGRAFICO		





Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 6 Afluente natural Quebrada Peña Blanca

FICHA QUEBRADAS NATURALES		
MUNICIPIO: SAN LORENZO	**VEREDA:**	**SECTOR:** RURAL
TIPO: QUEBRADA NATURAL PEÑA BLANCA	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A	
DESCARGA: QUEBRADA SANTA LUCIA		**MARGEN:** IZQUIERDO
COORDENADAS:	**N** → 0984828 **W** → 0658131 **H** → 2. 076msnm	
DESCRIPCION:	Unión entre la Quebrada Natural Peña Blanca con el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia.	
REGISTRO FOTOGRAFICO		

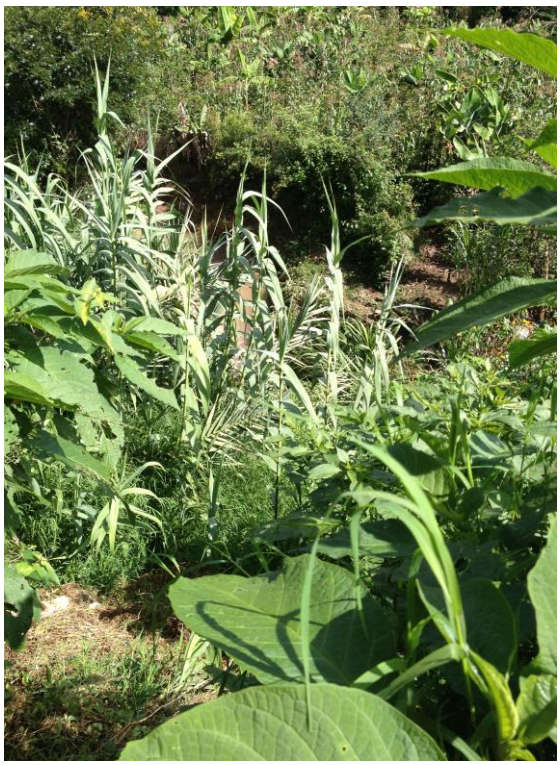




Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 7 Afluente vertimiento Colectores 4 y 5

FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS		
MUNICIPIO: SAN LORENZO	**VEREDA:** CASCO URBANO	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO:DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A	
DESCARGA: QUEBRADA SANTA LUCIA		**MARGEN:** IZQUIERDO
COORDENADAS:	**N** → 0984780 **W** → 0658129 **H** → 2.074msnm	
DESCRIPCION:	Vertimientos de aguas residuales al cauce principal a la Quebradas Santa Lucia. (Vertimiento 4 y 5)	
REGISTRO FOTOGRAFICO		





Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 8 Afluente vertimiento Colector 6

FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS		
MUNICIPIO: SAN LORENZO	**VEREDA:** CASCO URBANO	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO:DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A	
DESCARGA: QUEBRADA SANTA LUCIA		**MARGEN:** IZQUIERDO
COORDENADAS:	**N** → 0984486 **W** → 0658412 **H** → 2.077msnm	
DESCRIPCION:	Vertimientos de aguas residuales al cauce principal a la Quebradas Santa Lucia. (Vertimiento 6)	
REGISTRO FOTOGRAFICO		





Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 9 Afluente vertimiento Colector 7

FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS		
MUNICIPIO: SAN LORENZO	**VEREDA:** CASCO URBANO	**SECTOR:** URBANO
TIPO VTO:DOMESTICO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A	
DESCARGA: QUEBRADA SANTA LUCIA		**MARGEN:** IZQUIERDO
COORDENADAS:	**N** → 0984481 **W** → 0658399 **H** → 2.066msnm	
DESCRIPCION:	Vertimientos de aguas residuales al cauce principal a la Quebradas Santa Lucia. (Vertimiento 7)	
REGISTRO FOTOGRAFICO		





Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 10 Afluente natural Quebrada el Salado

FICHA QUEBRADAS NATURALES		
MUNICIPIO: SAN LORENZO	**VEREDA:**	**SECTOR:** RURAL
TIPO: QUEBRADA NATURAL EL SALADO	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A	
DESCARGA: QUEBRADA SANTA LUCIA		**MARGEN:** DERECHO
COORDENADAS:	**N** → 0984406 **W** → 0658761 **H** → 2. 090msnm	
DESCRIPCION:	Unión entre la Quebrada Natural El Salado con el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia.	
REGISTRO FOTOGRAFICO		





Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 11 Desembocadura Rio Juanambú

FICHA QUEBRADAS NATURALES		
MUNICIPIO: SAN LORENZO	**VEREDA:**	**SECTOR:** RURAL
TIPO: RIO JUANAMBU	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A	
DESCARGA: QUEBRADA SANTA LUCIA		**MARGEN:** DERECHO
COORDENADAS:	**N** → 0977921 **W** → 0656822 **H** → 963 msnm	
DESCRIPCION:	Dsembocadura de la Quebrada Santa Lucia al Rio Juanambu.	
REGISTRO FOTOGRAFICO		
		

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

6.6 OFERTA Y DEMANDA HIDRICA

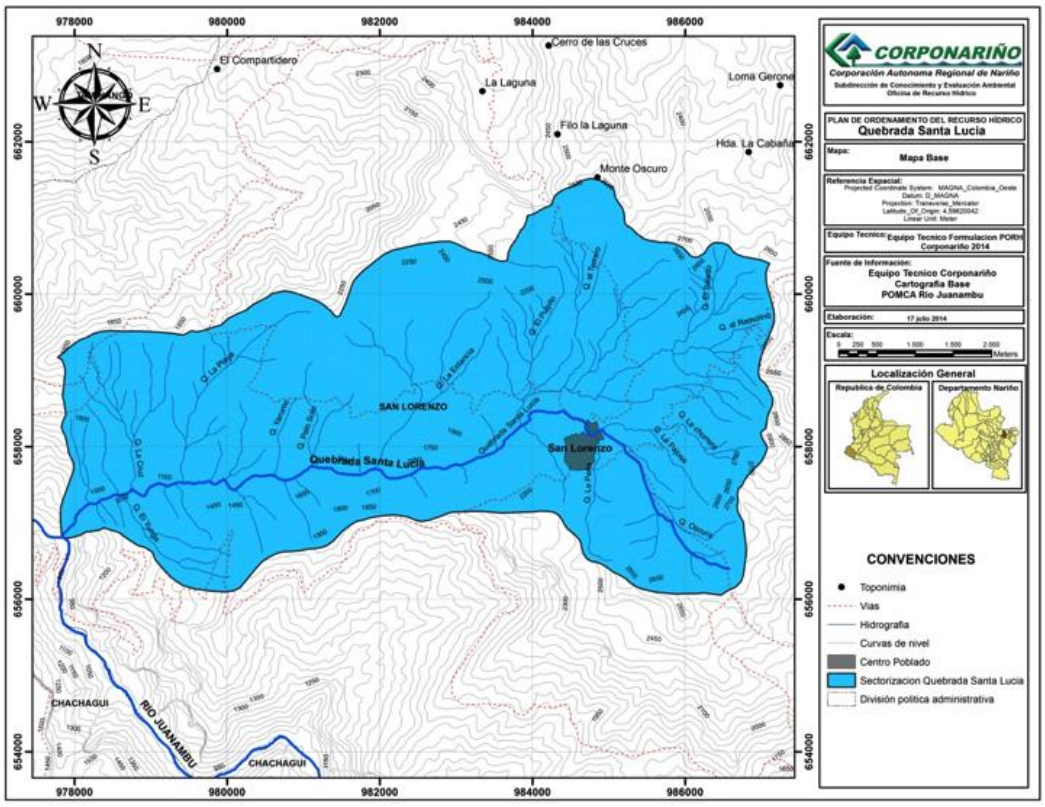
6.6.1 DELIMITACION DE LA CUENCA

La delimitación de la microcuenca quebrada Santa Lucia fue retomada inicialmente de los productos cartográficos a escala 1:25.000, generados para el Cálculo del Índice de escasez del Rio Juanambú, el cuál fue manejado de acuerdo a las disposiciones vigentes establecidas por el IDEAM y estuvo liderado por la Subdirección para la Intervención y Sostenibilidad Ambiental de CORPONARIÑO.

Con la identificación parcial del área de estudio se ajustó y actualizó la información de la cartografía para el Plan de Ordenamiento de la quebrada Santa Lucia con información tomada en campo además de información secundaria del EOT del municipio de San Lorenzo.

Para la delimitación de la microcuenca se tomó en cuenta las divisorias de agua definidas a través de la unión de puntos de mayor altitud conformando áreas de escurrimiento superficial entre laderas desde el nacimiento hasta su desembocadura con la ayuda de un Modelo Digital de Elevación DEM de versión libre descargado de la página de la NASA con una resolución de 30 metros por pixel e imágenes satelitales Rapid Eye con resolución de 6 metros disponibles en CORPONARIÑO, además de la ayuda del software ArcGis y su extensión ArcHydro.

Mapa 7 Mapa Base



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

6.6.2 OFERTA HIDRICA

La oferta hídrica de una cuenca es el volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre. Al cuantificar la escorrentía superficial a partir del balance hídrico de la cuenca, se está estimando la oferta de agua superficial de la misma.[4]

6.6.3 INFORMACIÓN HIDROLÓGICA Y METEOROLÓGICA

La información hidrológica y meteorológica necesaria para el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la microcuenca quebrada Santa Lucia fue suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales "IDEAM" y la Corporación Autónoma Regional de Nariño "CORPONARIÑO", facilitando los datos de estaciones con periodicidad mensual de precipitación y temperatura para un periodo de 21 años 1992-2013. Para la selección de las estaciones se tomó como principal parámetro la ubicación más cercana al área de estudio con criterios de selección con registros mayores a 20 años.

Tabla 5 Estaciones meteorológicas

ÍTEM	ESTACIÓN	CODIGO	TIPO	PARÁMETRO	ALTURA (msnm)	DATOS PERIODO	
1	Apto Antonio Nariño	52045020	SP	Precipitación Temperatura	1816	1992	2013
2	Buesaco	52040040	PM	Precipitación	2020	1992	2013
3	Berruecos	5204016	PM	Precipitación	2200	1992	2013
4	El Peñol	52050010	PM	Precipitación	1620	1992	2013
5	Taminango	52045040	CO	Precipitación Temperatura	1875	1992	2013
6	San Bernardo	5204503	CO	Precipitación Temperatura	2190	1992	2013
7	La Union	52030030	PM	Precipitación	1745	1992	2013

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Sobre el periodo de tiempo escogido de 21 años en cada estación hidrometeorológica se identifica meses con ausencia de datos en 6 de las 7 estaciones cercanas a la microcuenca quebrada Santa Lucia.

Todos los registros meteorológicos de precipitación y temperatura utilizados en la microcuenca quebrada Santa Lucia fueron completados directamente por este estudio mediante la identificación de estaciones vecinas prediciendo los datos de registros

[4] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 0865. (22, julio, 2004). Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2004. no. 45630. p. 4.

ausentes bajo una fuente de variabilidad inter anual es decir el dato no registrado de un mes del año en distintos años de la serie.[5] Por tal razón el método empleado para la predicción de valores fue la regresión simple que es un método estadístico que sirve para predecir un comportamiento real de un fenómeno en particular mediante un modelo matemático estableciendo una relación lineal entre la variable independiente "X" y la variable dependiente "Y"[6]; haciendo uso de programas estadísticos como STATGRAPHICS® Plus 5.0 y Microsoft Excel.

Dentro de los resultados se analizaron principalmente el valor de ajuste R-cuadrado que es un coeficiente de determinación que indica la bondad de ajuste del modelo y explica en qué porcentaje la variable independiente X explica a la variable dependiente Y.*

ESTIMACIÓN DE PRECIPITACION

La posición geográfica influye en la distribución espacial y temporal de la precipitación en el área de estudio, y se condiciona principalmente por la zona de convergencia intertropical (ZCIT), una franja donde interactúan corrientes de aire cálido y húmedo.[7] lo cual determina el régimen de precipitación presente en la zona de estudio, tomando como base los registros de las estaciones meteorológicas con información de valores totales de precipitación del área de estudio.

Tabla 6 Estaciones meteorológicas utilizadas para determinar el régimen de Precipitación

Código	Estación	Tipo	Parámetro	Elevación
52045020	Apto A. Nariño	SP	Precipitación	1816
5204016	Berruecos	PM	Precipitación	2200
52040040	Buesaco	PM	Precipitación	2020
52050010	El Peñol	PM	Precipitación	1620
52030030	La Union	PM	Precipitación	1745
5204503	San Bernardo	CO	Precipitación	2190
52045040	Taminango	CO	Precipitación	1875

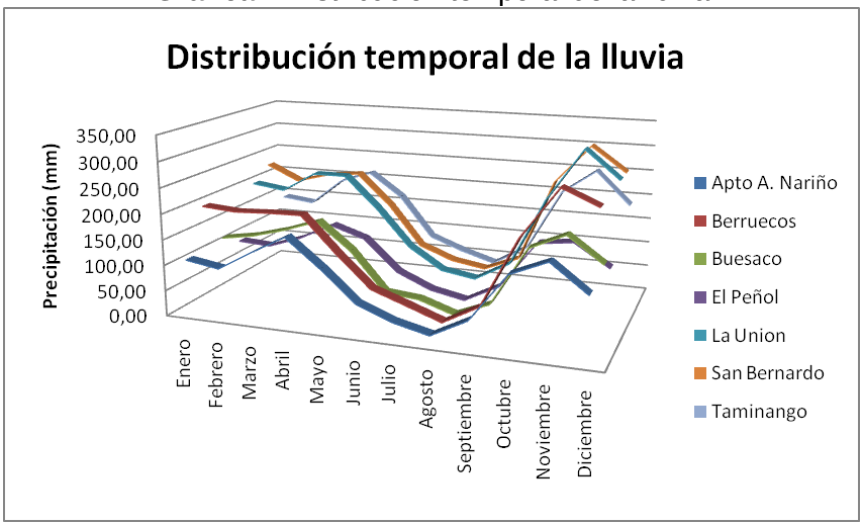
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Con el fin de analizar el comportamiento de la precipitación en la zona se analizan los datos históricos para un periodo de 21 años en las 7 estaciones meteorológicas

[5] CORPONARIÑO. Índice de escasez para aguas superficiales cuenca Río Guáitara. Colombia, Nariño, Pasto. Diciembre 2009. P 118
[6] UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Introducción a la geoestadistica, Bogotá. P 88.
* Ver todas las Regresiones anexo 2
[7] INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM. Caracterización climática del macizo Colombiano. Bogotá: p 19.

cercanas al área de estudio determinando el régimen de precipitación característico de la zona.

Gráfica 4 Distribución temporal de la lluvia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

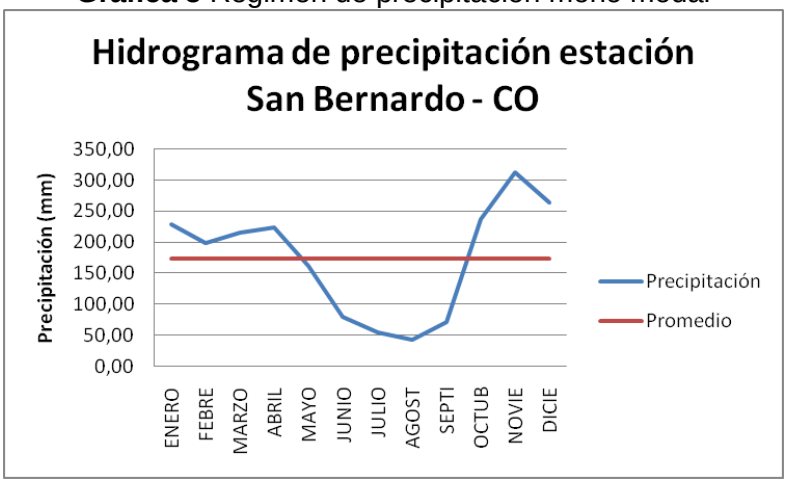
Con el análisis del hidrográma de precipitación se determina que las estaciones hidrometeorológicas presentan el periodo de lluvias entre los meses de octubre a mayo y un periodo seco entre los meses de junio a septiembre.

Tabla 7 Periodos de tiempo por estación

Estación	Tipo	Periodo		Régimen
		Húmedo	Seco	
Apto A. Nariño	SP	Octubre-mayo	Junio-septiembre	Monomodal
Buesaco	PM	Octubre-mayo	Junio-septiembre	Monomodal
Berruecos	PM	Octubre-abril	Mayo-septiembre	Monomodal
El Peñol	PM	Octubre-mayo	Junio-septiembre	Monomodal
Taminango	CO	Octubre-mayo	Junio-septiembre	Monomodal
San Bernardo	CO	Octubre-abril	Mayo-septiembre	Monomodal
La Union	PM	Octubre-mayo	Junio-septiembre	Monomodal

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

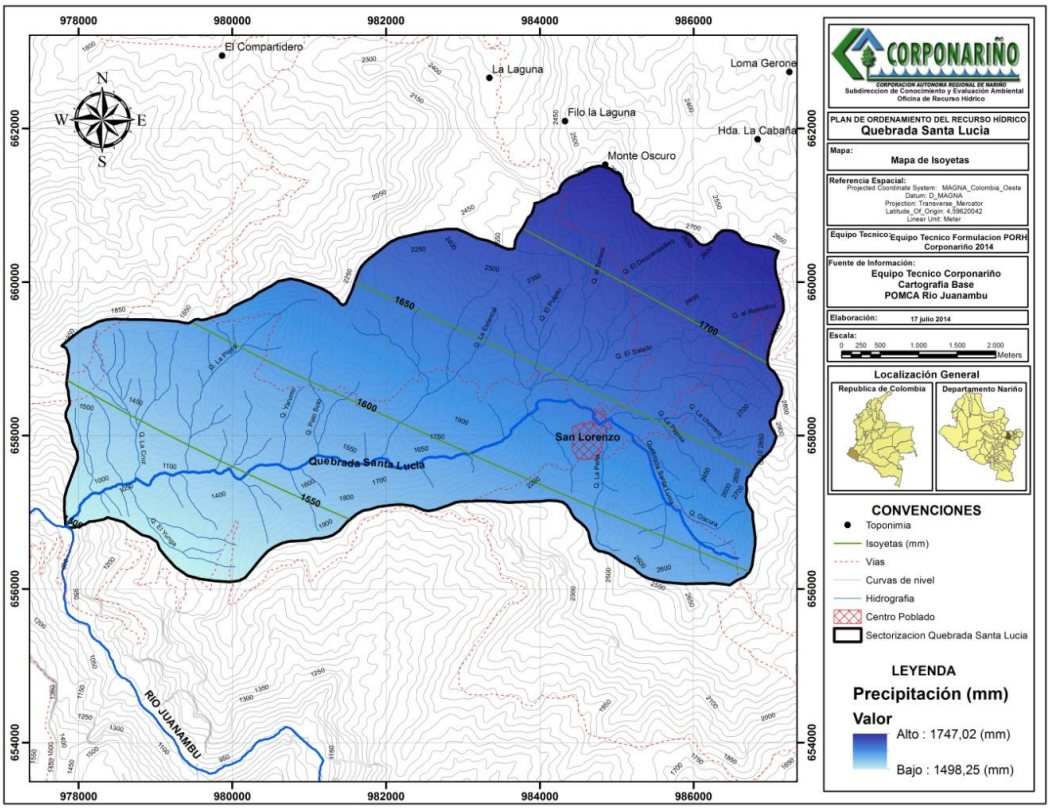
Gráfica 5 Régimen de precipitación mono modal



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

En la grafica anterior se muestra un régimen de precipitación mono modal con un periodo largo de lluvias entre los meses octubre – abril, siendo el mes menos lluvioso febrero y el más lluvioso noviembre; un periodo seco entre los meses de mayo a septiembre.

Mapa 8 Precipitacion Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

PRECIPITACIÓN (mm)		
MAXIMA	MEDIA	MINIMA
1747,02	1620,68	1498,25

ESTIMACIÓN DE TEMPERATURA

Para la estimación de la temperatura se tuvo en cuenta las estaciones cercanas al área de estudio, debido a las limitaciones en materia de estaciones ubicadas dentro de la microcuenca de la quebrada Santa Lucia, pero al estar contenida dentro de la cuenca del Rio Juanambú se trabajo con las siguientes estaciones teniendo en cuenta los registros históricos de un periodo de 21 años contados a partir del año 1993-2013.

Tabla 8 Estaciones de temperatura

Código	Estación	Tipo	Parámetro	Elevación
52045020	Apto A. Nariño	SP	Temperatura	1816
5204503	San Bernardo	CO	Temperatura	2190
52045040	Taminango	CO	Temperatura	1875

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

El mapa de temperatura se trabajó utilizando el método del gradiente térmico que permite calcular el régimen de una forma teórica, el valor de la temperatura de un sitio determinado, tomando como base la altura[8].

- ✓ **Análisis exploratorio de datos de temperatura**

Los datos de temperatura fueron analizados y tratados de igual forma que los de registros de precipitación, analizando parámetros como centralidad, dispersión y asimetría lo que permite conocer la naturaleza y comportamiento de la variable antes de aplicar algún modelo de interpolación.

Con el análisis de los datos de temperatura media multianual de las estaciones cercanas a la microcuenca quebrada Santa Lucia, se determina que existe una normalidad de los datos de temperatura con tendencia positiva y no necesitan ninguna transformación además se observó que la distribución de los datos presenta una tendencia normal debido a que los datos representados no muestran desviaciones representativas.

- ✓ **Análisis estructural de los datos de temperatura**

El análisis estructural de los datos de temperatura señala similares parámetros a los datos de precipitación teniendo en cuenta variables propias para su estudio pero

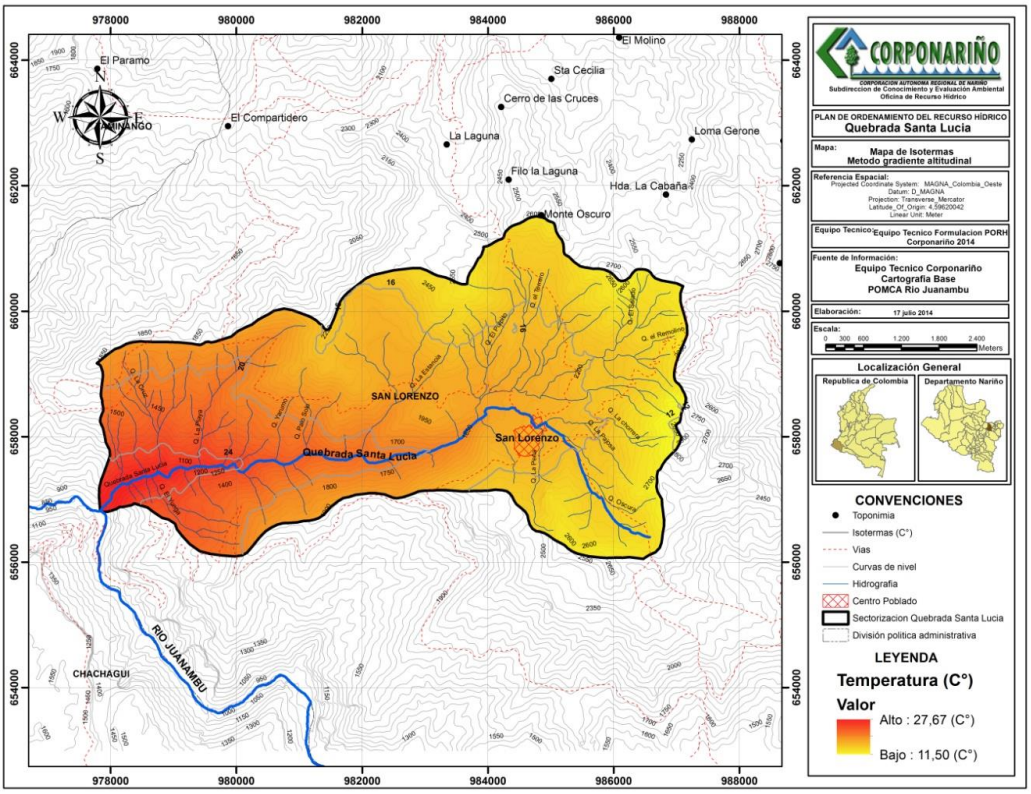
[8] Plan de ordenamiento del recurso hídrico rio pasto tomo 1 pág. 45

diferenciándose del método de interpolación aplicado para determinación de la temperatura.

El método de interpolación escogido para la estimación de la temperatura es el método Cokriging el cual utiliza información sobre varios tipos de variables que poseen una dependencia espacial para realizar predicciones. Lo que justifica utilizar la información de otras variables para hacer predicciones, incluyendo la estimación de la autocorrelación para cada variable, así como todas las correlaciones cruzadas[9].

Por tal razón y debido a la relación inversa existente entre temperatura vs altura, se utiliza como segunda variable para la auto correlación del modelo de interpolación Cokriging un modelo digital de elevación "DEM" en formato raster con una resolución de 30 metros por pixel, creado a partir de las isolíneas de altura o curvas de nivel del área de estudio.

Mapa 9 Temperatura Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

TEMPERATURA (°C)		
MAXIMA	MEDIA	MINIMA
27,67	19,58	11,5

[9] http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#//003100000053000000

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

La evapotranspiración es la suma de la cantidad de agua que pasa a la atmósfera por los procesos de evaporación del agua interceptada por el suelo y de la transpiración de las plantas.[10]

- ✓ **Evapotranspiración potencial (ETP)**

La evapotranspiración potencial, es la pérdida de agua observada en una superficie liquida o sólida saturada, por evaporación y por transpiración de las plantas, que ocurriría en caso de existir un adecuado abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento.[11]

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se toma como base teórica la guía metodológica para el balance hídrico para América del sur (1982), aplicando la formula empírica de Thornthwaite y Mather (1955), la cual se obtiene de calcular para cada mes la evapotranspiración potencial y a partir de la sumatoria mensual el valor anual, utilizando factores para los cálculos como la temperatura media mensual y la latitud tomada como duración teórica de insolación[12].

Para la aplicación de la formula de Thornthwaite y Mather, se procedió a calcular un índice térmico mensual (i) a partir de los valores de temperaturas medias mensuales del área de estudio para calcular el índice térmico anual (I) producto de la sumatoria de (i) mediante la siguiente formula.

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

Además, se estimó la evapotranspiración no corregida para cada mes, con 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:

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

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

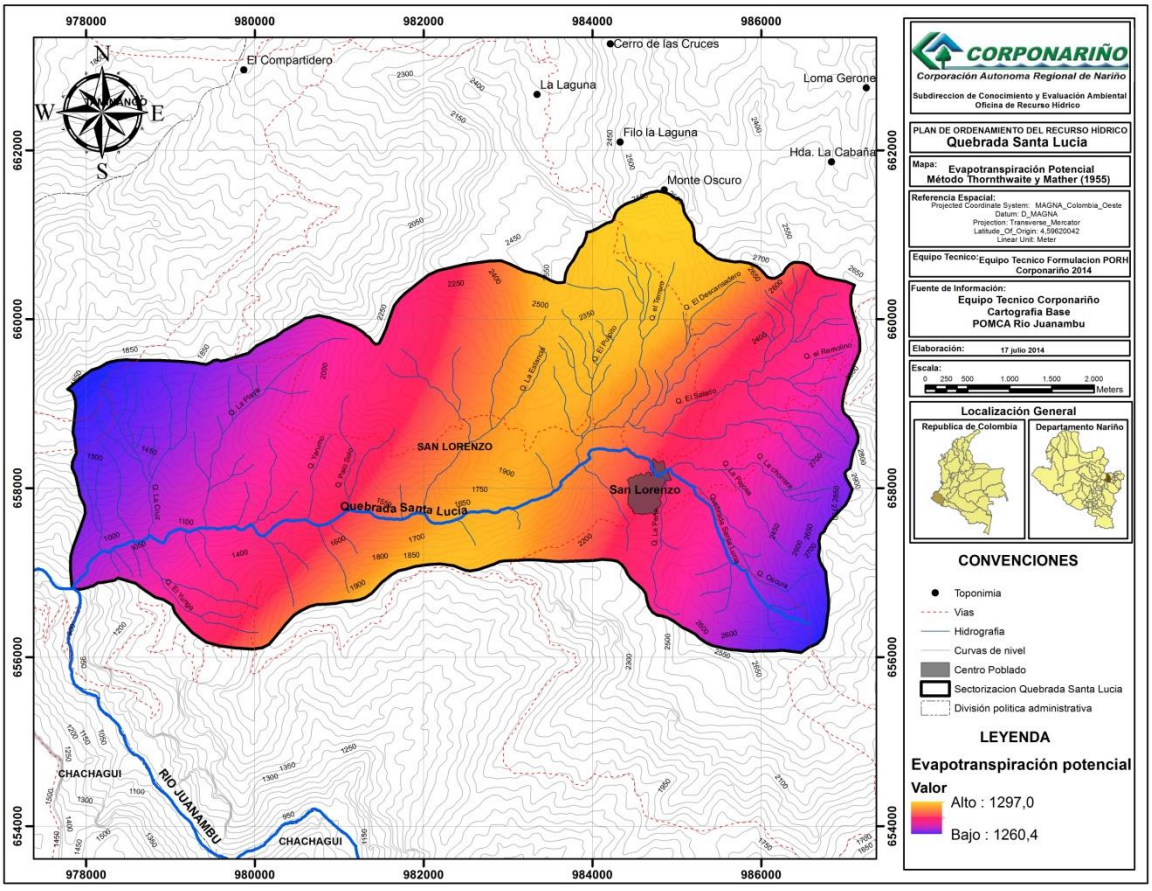
[10] Guía metodológica para el balance hídrico de América del sur. p 40.
[11] Resolución 865 de 2004. p 9
[12] Ibíd. Pag.54

Para obtener los valores corregidos de evapotranspiración se afectaron los valores mensuales ETP por un coeficiente de corrección K, para la duración de la insolación teórica para cada mes con una latitud de 0°[13]. Con la siguiente expresión:

$$ETP = k\ ETP'$$

En donde:
K= coeficiente de corrección mensual (°C)
ETP = Evapotranspiración mensual sin corregir (°C)
Finalmente, para la estimación de la ETP Corregida anual se obtuvo con la suma de los valores mensuales de ETP.

Mapa 10 Evapotranspiración Potencial Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

[13] Guía metodológica para el balance hídrico de América del sur. p 57.

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL		
MAXIMA	MEDIA	MINIMA
1297	1285,2	1260,4

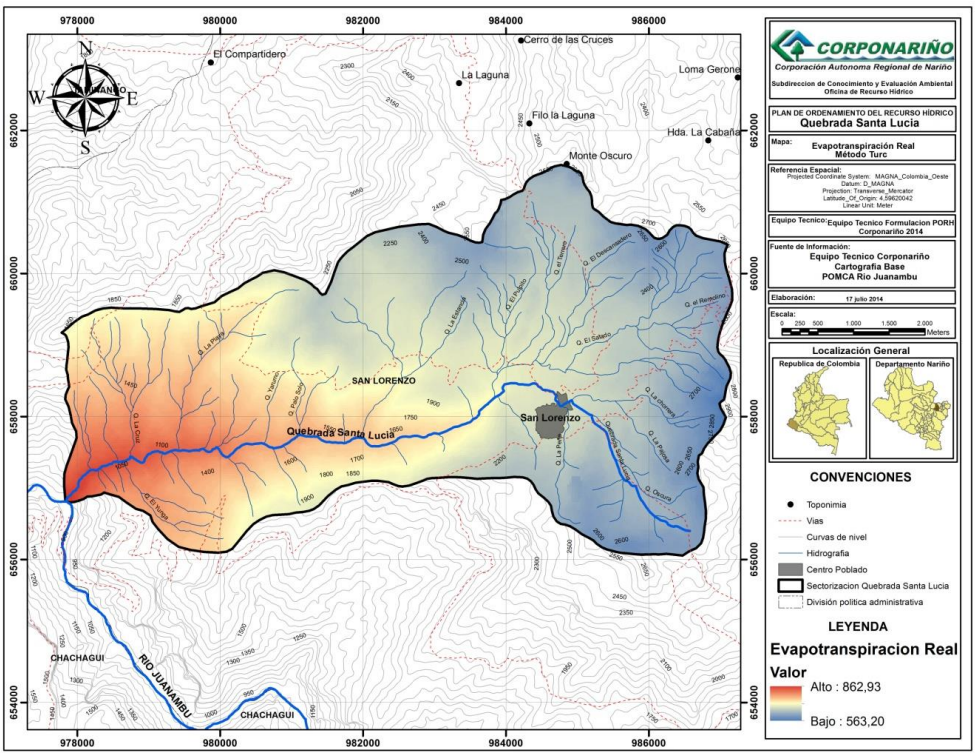
- ✓ **Evapotranspiración real (ETR)**

La evapotranspiración real se estimó utilizando el método de Turc (1955) que utiliza como parámetros la precipitación anual y la temperatura media anual[14] calculada mediante la expresión:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

En donde:
ETR= Evapotranspiración anual (mm)
P= Precipitación media anual (mm)
L = Parámetro heliotérmico, igual a: $L = 300 + 250 + 0,05\ t^3$
t= temperatura media anual (°C)

Mapa 11 Evapotranspiración Real Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

[14] Guía metodológica para el balance hídrico para América del sur 1982 pág. 51

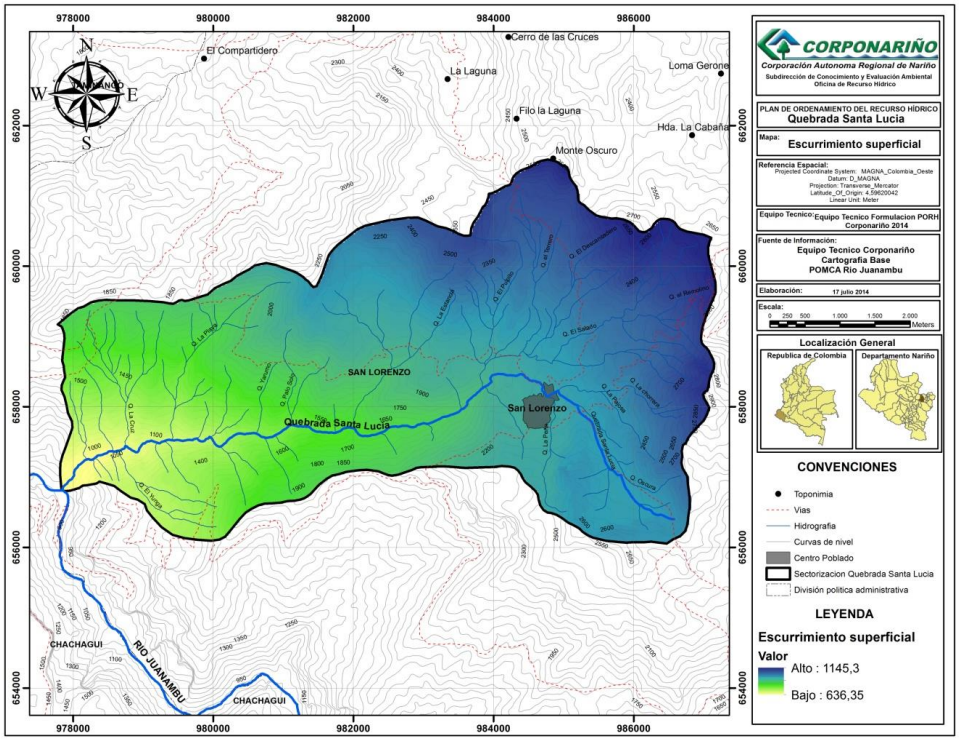
EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL (mm)		
MAXIMA	MEDIA	MINIMA
862,93	691,5	563,2

OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL TOTAL

La oferta hídrica superficial total entendida como aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo-cobertura vegetal escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales alimenta lagos, lagunas y reservorios confluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar o denominada comúnmente como escurrimiento superficial[15].

Para la determinación de la oferta hídrica superficial de la microcuenca quebrada Santa Lucia se procedió a calcular el escurrimiento superficial total en lámina de agua, operando los mapas en formato raster de precipitación y evapotranspiración real con la ayuda de herramientas de análisis espacial.

Mapa 12 Escurrimiento Superficial Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

[15]Metodología calculo índice de escasez. Ideam. Pag.10

ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL		
MAXIMA	MEDIA	MINIMA
1145,29	929,18	636,35

ESTIMACIÓN DE OFERTA HÍDRICA

Para la determinación de la oferta hídrica para la quebrada Santa Lucia se tomó como base conceptual la metodología para del cálculo del índice de escasez de agua superficial, desarrollado por el IDEAM, la cual toma de la cuenca el volumen disponible de agua para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre. Al cuantificar la escorrentía superficial a partir del balance hídrico de la cuenca, se estima la oferta de agua superficial de la misma[16].

Para el cálculo de la oferta hídrica neta para la quebrada Santa Lucia primero se estima la oferta hídrica total transformando el valor de lámina de agua resultado del mapa de escurrimiento superficial total a caudal expresado en (millones de m^3 /año), usándola fórmula propuesta en la guía metodológica para el cálculo del índice de escasez desarrollada por el Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales "IDEAM".

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

Dónde:

Y: Escorrentía superficial
Q: Caudal modal para el periodo de agregación seleccionado (m^3/s)
T: cantidad de segundos en el periodo de agregación (s) 31536000 seg.
A: Área de la microcuenca Km^2.

Tabla 9 Oferta hídrica total

MICROCUENCA	ÁREA KM2	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL (mm)	OHT Q= Millones m3/año	OHT Lts/Seg
Quebrada Santa Lucia	33,4	929,18	31,03	984,10

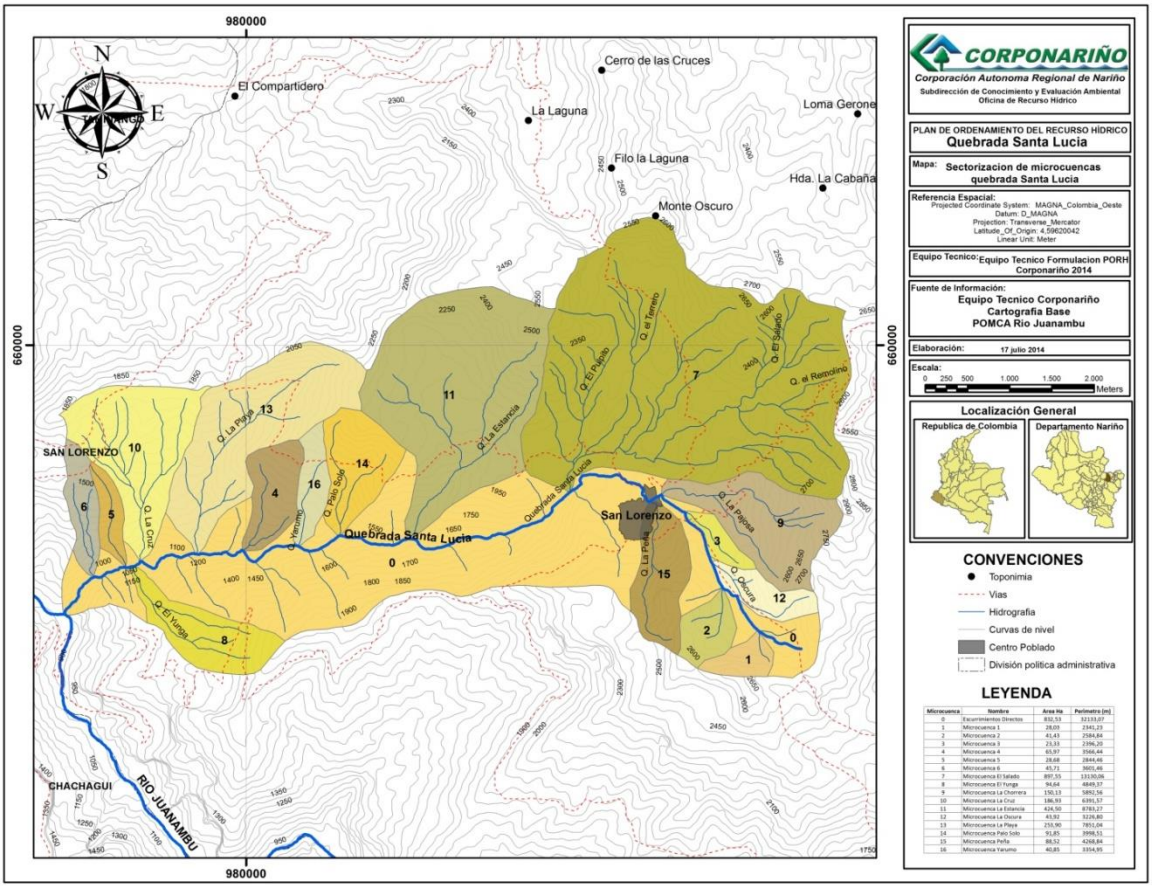
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

OFERTA HÍDRICA NETA

Para el cálculo de la oferta hídrica neta para la quebrada Santa Lucia se tuvieron en cuenta las microcuencas que la conforman, las cuales se obtuvieron a través de la aplicación del modelo de delimitación de cuencas hidrográficas en software SIG, donde se encontró que la Quebrada Santa lucia posee 16 microcuencas y una zona de escurrimiento directo distribuida en toda el área de la microcuenca.

[16] IDEAM. Metodología para El Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial. BOGOTÁ, D.C., 2004. p 10.

Mapa 13 Sectorización de Microcuencas de la Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Finalmente para el cálculo de oferta hídrica neta se aplica los factores de reducción por régimen de estiaje (25%) y reducción por fuentes frágiles (25%), valores tomados del documento de índice de escases de aguas superficiales cuenca Rio Guáitara[17], y la aplicación metodológica propuesta por el IDEAM, sobre la oferta hídrica superficial total empleando la siguiente ecuación:

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

Dónde:

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

[17] CORPONARIÑO. Calculo de Índice de escasez para aguas superficiales cuenca rio Guáitara. Colombia, Nariño, Pasto. Diciembre 2009. P 118.

Tabla 10 Oferta hídrica total y neta por microcuencas Quebrada Santa Lucia

Punto	Microcuenca	OHT-millones m3/año	OHT Lts/Seg	RFF	RRE	OHN-millones m3/año	OHN Lts/Seg
0	Escurrimientos Directos	7,11	225,46			3,56	112,73
1	Microcuenca 1	0,28	8,88			0,14	4,44
2	Microcuenca 2	0,4	12,68			0,20	6,34
3	Microcuenca 3	0,23	7,29			0,12	3,65
4	Microcuenca 4	0,54	17,12			0,27	8,56
5	Microcuenca 5	0,22	6,98			0,11	3,49
6	Microcuenca 6	0,35	11,10			0,18	5,55
7	Microcuenca El Salado	9,36	296,80			4,68	148,40
8	Microcuenca El Yunga	0,71	22,51	**25%**	**25%**	0,36	11,26
9	Microcuenca La Chorrera	1,53	48,52			0,77	24,26
10	Microcuenca La Cruz	1,53	48,52			0,77	24,26
11	Microcuenca La Estancia	4,13	130,96			2,07	65,48
12	Microcuenca La Oscura	0,44	13,95			0,22	6,98
13	Microcuenca La Playa	2,2	69,76			1,10	34,88
14	Microcuenca Palo Solo	0,82	26,00			0,41	13,00
15	Microcuenca Peña	0,86	27,27			0,43	13,64
16	Microcuenca Yarumo	0,35	11,10			0,18	5,55

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Con la aplicación de la fórmula para el total del área para la microcuenca Santa Lucia encontramos que el valor del caudal es:

Tabla 11 Oferta hídrica neta

MICROCUENCA	OHT Q= Millones m3/año	OHT Lts/Seg	RFF	REE	OHN Q= Millones m3/año	OHN Lts/Seg
Quebrada Santa Lucia	31,03	984,10	25%	25%	15,52	492,05

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

ESTIMACIÓN DE DEMANDA HÍDRICA

Para la estimación de la demanda hídrica se tiene en cuenta el volumen de agua utilizada para el desarrollo de actividades socioeconómicas medidas en millones de metros cúbicos en un espacio y tiempo determinado y corresponde a una sumatoria de las demandas sectoriales (actividades antrópicas sociales y económicas) que se presentan en la microcuenca Santa Lucia.

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

Dónde:
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 para uso agrícola
DUP = Demanda para uso pecuario

Se informa que para la microcuenca Santa Lucia la Demanda de agua para uso industrial no aplica debido a que no se encuentran actividades industriales dentro de la microcuenca.

- ✓ **Demanda de Agua Por uso Doméstico**

La información para estimar la demanda de uso doméstico para la microcuenca Santa Lucia fue suministrada por el equipo técnico para la formulación del plan de ordenamiento del recurso hídrico para la vigencia 2014, obtenida de la base de datos de concesiones del recurso hídrico existente en Corponariño y que se ubiquen dentro del área de la microcuenca Santa Lucia.

Para el cálculo de la demanda por uso domestico para la microcuenca Santa Lucia se tuvo en cuenta la sumatoria de los caudales para la zona urbana y rural de la microcuenca, además se tuvo en cuenta el número de habitantes del municipio de San Lorenzo proyectados para el 2014 según datos tomados del censo de población realizado por el DANE en el año 2005.

Para el cálculo de la demanda por uso domestico se tiene en cuenta los siguientes ítems:

Cuadro 12 Ítems Para El Cálculo De La De Manda Por Uso Domestico

ITEMS
Poblacion Proyectada
Nivel De Complejidad
Dotacion Neta (l/hab/dia)
Perdidas
Perdidas Tecnicas
Dotacion Neta Corregida (m3/hab/dia)
Dotacion Bruta (m3/hab/dia)
Demanda de Agua Uso Domestico (m3/año)
Demanda de Agua Uso Domestico Total (millones m3/año)

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Para el cálculo de la población proyectada por municipio se utiliza los valores de población urbana total, ya que dentro de la microcuenca se encuentra en su totalidad el área urbana del municipio del San Lorenzo. La población rural se proyecta en base al área rural que cubre el municipio dentro de la microcuenca.

Cuadro 13 Población Proyectada Por Municipio Microcuenca Santa Lucia

ESTIMACION DE LA POBLACION EN LA MICROCUENCA								
Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Poblacion Urbana	Poblacion Rural	Poblacion Total	Area Municipio Dentro De La Microcuenca (Km2)	Poblacion Dentro de la Microcuenca	Area Rural en la Microcuenca (Km2)	Proyeccion de Poblacion Area rural
San Lorenzo	248,90	2714	16988	19702	33,38	2642	33,18	2626

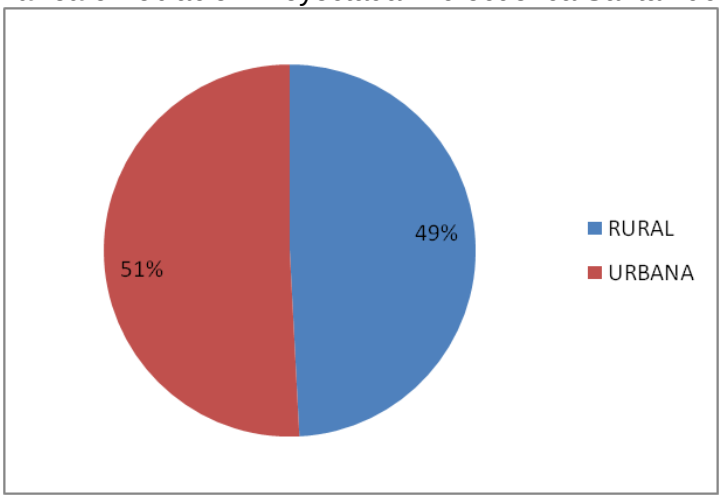
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 14 Población Proyectada Por Zona Microcuenca Santa Lucia

MICROCUENCA	ZONA	Nº DE HABITANTES
Q. Santa Lucia	RURAL	2626
	URBANA	2714

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 6 Población Proyectada Microcuenca Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Para determinar el nivel de complejidad para la población hasta el año 2014, en el área urbana y rural de la microcuenca Santa Lucia se utilizan los niveles de complejidad del sistema establecidos por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000[18].

[18] MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL**.** Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Bogotá: Guía RAS-001

Cuadro 15 Asignación Del Nivel De Complejidad

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana (1) (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios(2)
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente: RAS 2000, Capitulo A.3

La dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema y se determina según la **Resolución 2320 de 2009,**[19] **la cual** por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1096 de 2000

Cuadro 16 Dotación Neta Según El Nivel De Complejidad Del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máxima para poblaciones con clima Frio o Templado (L/hab.día)	Dotación neta máxima para poblaciones con clima Cálido (L/hab.día)
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

Fuente: Resolución 2320 De 2009

Las pérdidas de agua se establecen según la Guía RAS 2000, la cual explica lo siguiente:

Pérdidas en la aducción (agua cruda): Debe establecerse un nivel de pérdidas en la aducción antes de llegar a la planta de tratamiento. El nivel de pérdidas en la aducción debe ser inferior al 5%, **Necesidades de la planta de tratamiento** Debe considerarse entre 3% y 5% del caudal medio diario para atender las necesidades de lavado de la planta de tratamiento y **Pérdidas en la conducción (agua tratada):** Debe establecerse el nivel de pérdidas en la conducción expresa después de la planta de tratamiento y antes del comienzo de la red de distribución. Esta cantidad debe ser un porcentaje del caudal medio diario, el cual debe ser inferior al 5%.[20]

Para el caso de la microcuenca Santa Lucia el porcentaje de pérdidas se calcula sumando el porcentaje de pérdidas establecidas en la metodología Ras 2000 para un total de 15%.
Las pérdidas técnicas corresponden a la diferencia entre el volumen de agua tratada y medida a la salida de la(s) planta(s) potabilizadora(s) y el volumen entregado a la

[19] MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL**. Resolución 2320, Bogotá: Ministro De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. 2009.**
[20]MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, ras 2000, Bogotá: 2000. Capitulo B.2.5, p.35, 36.

población medido en las acometidas domiciliarias del municipio. Para estimar el porcentaje de pérdidas técnicas deben tenerse en cuenta los datos registrados disponibles en el municipio sobre pérdidas de agua en el sistema de acueducto desde la planta potabilizadora, incluidos los consumos operaciones en la red. Para los municipios que no tengan registros sobre las pérdidas de agua en el sistema de acueducto, el porcentaje de pérdidas técnicas admisible depende del nivel de complejidad del sistema.[21]

Cuadro 17 Porcentajes Máximos Admisibles De Pérdidas Técnicas

Nivel de complejidad del sistema	Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta
Bajo	40 %
Medio	30 %
Medio alto	25 %
Alto	20 %

Fuente: RAS 2000, Capitulo B.2.5.4

Para el cálculo de la dotación neta corregida se tiene en cuenta el valor establecido anteriormente para la dotación neta. El valor de la **dotación neta** expresado en **litro/habitante/día** se trasforma a **metros^3/habitante/día.**

Para el cálculo de la dotación bruta se tuvo en cuenta la **Resolución 2320 de 2009**[22] **la cual dice lo siguiente:**

Dotación Bruta: Es la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

La dotación bruta para el diseño de cada uno de los componentes que conforman un sistema de acueducto, indistintamente del nivel de complejidad, se debe calcular conforme a la siguiente ecuación:

$$Dbruta = dneta / (1 - \%p)$$

Donde:

Dbruta: dotación bruta
dneta: dotación neta
%p: pérdidas técnicas máximas admisibles

Finalmente para el cálculo de Demanda de Agua Uso Domestico (DUD) anual se realiza la siguiente operación:

DUD = Dotación Bruta (m3/hab/día) * Población Proyectada

[21] Ibíd. p. 36.
[22] MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Op. Cit., p. 15.

Cuadro 18 Demanda De Uso Domestico Microcuenca Santa Lucia, Municipio de San Lorenzo

ITEMS	URBANO	RURAL
Poblacion Proyectada (San Lorenzo)	**2714**	**2626**
Nivel De Complejidad	MEDIO	MEDIO
Dotacion Neta (l/hab/dia)	115	115
Perdidas	15%	15%
Perdidas Tecnicas	30%	30%
Dotacion Neta Corregida (m3/hab/dia)	0,115	0,115
Dotacion Bruta (m3/hab/dia)	0,2090909	0,2090909
Demanda de Agua Uso Domestico (m3/año)	207127,55	200442,5
Demanda de Agua Uso Domestico Total (millones m3/año)	0,2071275	0,2004425
TOTAL (m3/año)	**407570,0475**	
TOTAL (millones m3/año)	**0,407570047**	

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

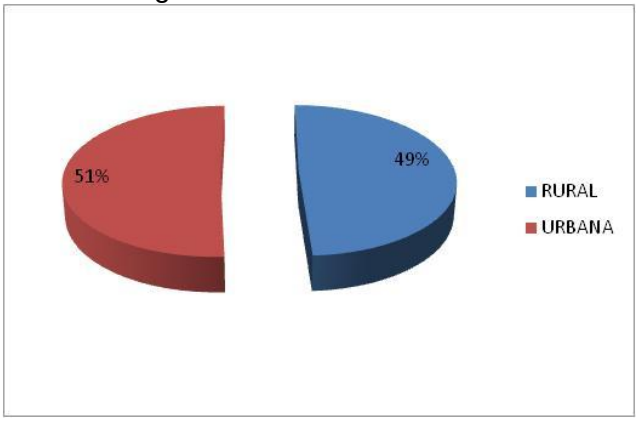
Finalmente la demanda de agua para uso doméstico para la microcuenca Santa Lucia se estima en: ***0,408*** **millones de m3/año.**

Cuadro 19 Demanda De Uso Domestico Microcuenca Santa Lucia

MICROCUENCA	ZONA	Nº DE HABITANTES	DUD m3/año	DUD millones m3/año
Q. Santa Lucia	RURAL	2626	200442,502	0,200
	URBANA	2714	207127,545	0,207
		TOTAL	**407570,047**	**0,408**

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 7 Demanda De Agua Para Uso Doméstico Microcuenca Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

DEMANDA DE AGUA PARA USO DE SERVICIOS

Para la estimación de la demanda de agua para el sector de servicios se utilizó la información proporcionada por el equipo técnico para la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico, igualmente se utilizo información de la secretaria de educación departamental para la ubicación de escuelas y centros educativos en la microcuenca.

La información entregada por el equipo técnico para la quebrada Santa Lucia es del municipio de San Lorenzo, destacando a siguiente información

Cuadro 20 Establecimientos Del Sector De Servicios Municipio de San Lorenzo

ESTABLECIMEINTO	TIPO DE ESTABLECIMIENTO	N° de establecimientos	Numero de trabajadores y/o Empleados
ALCALDIA MUNICIPAL	**OFICINA**	1	50
OFICINAS	**OFICINA**	26	104
ESTACION DE POLICIA	**INSTITUCION**	1	10
COMERCIO	**COMERCIO**	26	
BARES, FUENTES DE SODA, CAFETERIAS	**BARES, FUENTES DE SODA, CAFETERIAS**	13	
RESTAURANTES	**Restaurantes hasta 50 m2**	12	
ESTACION DE SERVICIOS (BOMBAS DE GASOLINA)	**BOMBAS DE GASOLINA**	2	
ESTABLECIMEINTO	**TIPO DE ESTABLECIMIENTO**	**N° de establecimientos**	**Numero de Camas y/o Camillas**
HOSPITALES	**HOSPITALES**	1	5
ESTABLECIMEINTO	**TIPO DE ESTABLECIMIENTO**	**N° de establecimientos**	**Numero de Habitaciones**
HOTELES	**HOTELES**	2	16

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Con la información obtenida de la Secretaría de Educación Departamental se procedió a georeferenciar los Instituciones educativas del municipio de San Lorenzo, escogiendo los centros educativos que están dentro de la microcuenca Santa Lucia encontrando solo una escuela.

Cuadro 21 Centro Educativo Microcuenca Santa Lucia

MUNICIPIO	NOMBRE SEDE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	Nº Estudiantes	DESCRIPCION
SAN LORENZO	COLEGIO SAGRADO CORAZON DE JESUS	1,505167	-77,216528	2088	**453**	Escuela

Fuente: Secretaría de Educación Departamental

Cuadro 22 Factores de Consumo Retomados por López Cualla,2000

Factores de consumo retomados por López Cualla, 2000		
Descripcion	**Consumo**	**Unidad**
Escuelas	45	L/dia por alumno
Oficina	80	L/dia por empleado
Instituciones	300	Lt/día por persona
Hospitales	400	L/dia por cama
Hoteles	200	Lt/día por habitacion

Fuente: LÓPEZ CUALLA [23]

[23] LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Segunda Edición, 2006. p 57.

Cuadro 23 Factores de consumo

Factores de consumo		
Descripcion	**Consumo**	**Unidad**
Restaurantes hasta 50 m2	40	Lt/día
Bombas de gasolina	800	L/dia por bomba
Bares, fuentes de soda, cafeterias	2400	L/dia
Comercio	400	L/dia

Fuente: Determinación de Dotación del Agua [24]

Con la información entregada por el equipo técnico para la formulación del PORH quebrada Santa Lucia y la información georeferenciada se calcula el consumo de agua para servicios según los factores de consumo.

Cuadro 24 Consumo de agua para establecimientos

Tipo de Establecimiento	Numero de establecimientos	Nº Empleados	Consumo	Unidad	Consumo L/DIA	Consumo m3/DIA	Consumo m3/AÑO	Consumo millones m3/AÑO
Oficina	27	154	80	L/dia por empleado y por 10m2	12320	12,32	4496,8	0,0044968
Institucion	1	10	300	Lt/día por persona	3000	3	1095	0,001095
Restaurantes hasta 50 m2	12		40	Lt/día	480	0,48	175,2	0,0001752
Bombas de gasolina	2		800	L/dia por bomba	1600	1,6	584	0,000584
Bares, fuentes de soda, cafeterias	13		2400	Lt/día	31200	31,2	11388	0,011388
Comercio	26		400	Lt/día	10400	10,4	3796	0,003796
Tipo de Establecimiento	**Numero de establecimientos**	**Numero de Camas**	**Consumo**	**Unidad**	**Consumo L/DIA**	**Consumo m3/DIA**	**Consumo m3/AÑO**	**Consumo millones m3/AÑO**
Hospitales	1	5	400	Lt/día por habitacion	2000	2	730	0,00073

Tipo de Establecimiento	Numero de establecimientos	Numero de Habitaciones	Consumo	Unidad	Consumo L/DIA	Consumo m3/DIA	Consumo m3/AÑO	Consumo millones m3/AÑO
Hoteles	2	16	200	Lt/día por habitacion	3200	3,2	1168	0,001168
						TOTAL	**23433**	**0,023433**

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 25 Consumo de agua para centros educativos

NOMBRE SEDE	Nº Estudiante	DESCRIPCION	CONSUMO	UNIDAD	CONSUMO m3/año	CONSUMO millones m3/año
COLEGIO SAGRADO CORAZON DE JESUS	**453**	Escuela	45	L/dia por alumno	7440,525	0,007440525
				TOTAL	**7440,525**	**0,007440525**

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 26 Consumo de agua para el sector de servicios microcuenca Santa Lucia

MICROCUENCA	MUNICIPIO	CONSUMO DE AGUA SERVICIOS m3/año	CONSUMO DE AGUA SERVICIOS millones m3/año
SANTA LUCIA	SAN LORENZO	30873,525	0,030873525

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

[24] DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN DEL AGUA, (En Línea). < http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articuloses/flujoentuberias/dotacionagua/determinaciondeladotaciondeagua.html> (citado el 5 de diciembre del 2013).

Finalmente se determina que la demanda de agua para el sector servicios para la microcuenca Santa Lucia es: ***0,030873525 de millones de m^3-año***

DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRICOLA

Para la estimación de la demanda de agua por uso agrícola se toma como referencia el mapa de cobertura de suelo de la cuenca del Río Juanambú, realizado para el estudio del cálculo del Índice de Escasez para aguas superficiales de la misma cuenca, el cual se afecto con la sectorización de la microcuenca Santa Lucia para así obtener el mapa áreas cultivadas para la microcuenca.

La actividad agrícola dentro de la microcuenca se realiza a nivel familiar en pequeña escala con el propósito de lograr la subsistencia, para el autoconsumo y generar excedentes para la comercialización en el mercado de la Localidad, en el departamento de Nariño y el interior del país en algunos casos.

La cobertura de suelo en especial la de cultivos se establece por áreas con asociación de diferentes productos agrícolas, por lo cual y con el objeto de estimar la demanda de agua para uso agrícola se asignó por cada cultivo un coeficiente de consumo (Kc), este coeficiente fue tomado del estudio de índice de escasez para aguas superficiales cuenca del rio Guáitara, del cual solo se tomara el promedio ya calculado del coeficiente para cada tipo de cultivo encontrado en la Microcuenca Santa Lucia.

Tabla 12 Coeficiente De Consumo De Agua Por Tipo De Cultivo (Kc)

TIPO DE COBERTURA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)	KC-1	KC-2	KC-3	KC-4	KC-PROM
CAFÉ, CAÑA, FIQUE	2.703,00	2%	0,90	0,78	0,80		0,83
CAFÉ, CAÑA, PLÁTANO	16.076,67	14%	0,90	0,78	0,90		0,86
CULTIVOS DE CAÑA	1.495,85	1%	0,78				0,78
CULTIVOS DE COCA	23,53	0%	-	-	-	-	
CULTIVOS DE PAPA	9.867,20	8%	0,78				0,78
FIQUE, CAÑA	709,87	1%	0,80	0,78			0,79
MOSAICO DE PASTO Y CULTIVOS DE FRIJOL, MAÍZ, YUCA	3.753,09	3%	0,80	0,76	0,72		0,76
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS DE FIQUE, CAÑA, TOMATE Y NARANJA	3.481,34	3%	0,80	0,78	0,81	0,70	0,77
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS, PAPA, MAÍZ, HORTALIZAS	67.734,08	57%	0,78	0,76	0,77		0,77
PAPA, MAÍZ, FRIJOL	1.889,12	2%	0,78	0,76	0,80		0,78
PASTOS MANEJADOS	10.669,26	9%	1,00				1,00
TOTAL CULTIVADA CUENCA RIO GÜAITARA	**118.403,01**	**100%**					

Fuente: índice de escasez para aguas superficiales cuenca del rio Guáitara

Posteriormente se asigna el coeficiente de consumo (Kc) a cada cobertura encontrada en la Microcuenca Santa Lucia, con este coeficiente y multiplicándolo con la evapotranspiración potencial media (1285,20 mm), se calculó el uso consuntivo de cada cultivo (ETP*Kc) su diferencia con el valor de la precipitación media (1620,68 mm), define, si el uso consuntivo es mayor a la precipitación, la necesidad de cantidades adicionales de agua a aplicarse por medio de riego con el propósito de satisfacer los requerimientos para el desarrollo de los cultivos.

Tabla 13 Uso consuntivo para Cultivo

COBERTURA	Kc	Uso Consuntivo
CAFE	0,95	1220,94
FIQUE	0,75	963,9
MANI, YUCA, FRIJOL, CAÑA	0,64	819,315
PASTOS MANEJADOS	1	1285,2
PRECIPITACION	**1620,68**	
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	**1285,20**	

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Podemos ver que en la Microcuenca Santa Lucia se presentan 4 ítems de uso y cobertura de suelo de los cuales 3 son cultivos, por lo tanto el uso consuntivo no aplica para pastos, estos cultivos tienen coeficiente de consumo (Kc) asignado y no necesitan de cantidades adicionales de agua para el completo desarrollo del cultivo.

Para el cálculo de la demanda de uso agrícola se tiene en cuenta la siguiente fórmula:

$$DUA = \left[P - (ETP * kc)\right] * ha$$

Teniendo en cuenta que los valores de precipitación, evapotranspiración y hectáreas cultivadas poseen diferentes unidades de medida se toma la decisión de convertir todas la unidades de medida a metros, es decir, en el caso de los valores de precipitación y evapotranspiración se convertirá de milímetros **(mm)** a metros **(m)** y en el caso de las hectáreas cultivadas se procede a calcular los valores en metros cuadrados **(m^2)** para así obtener el resultado en metros cúbicos **(m^3)**.

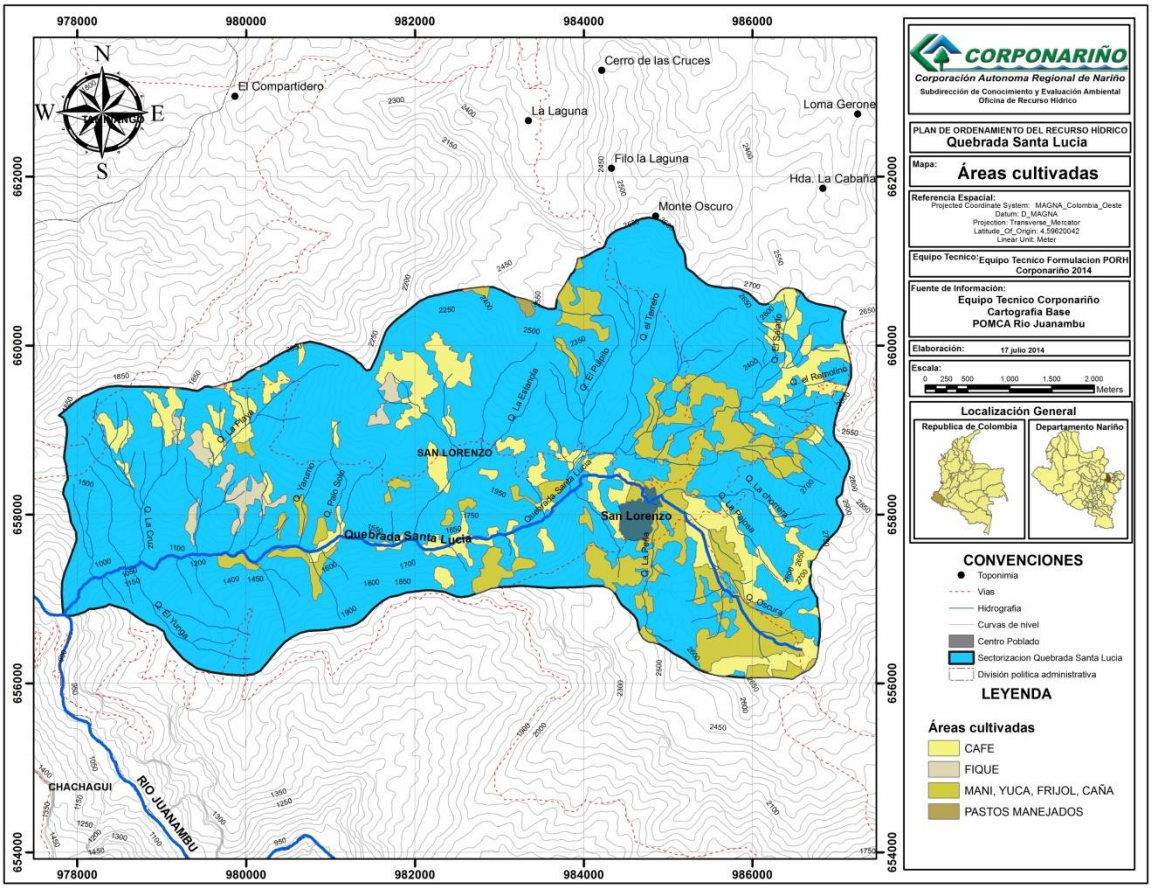
Tabla 14 Estimación Demanda De Agua Para Uso Agrícola Microcuenca Santa Lucia

COBERTURA	Area (km2)	Area (m2)	Kc	DUA (m3)	DUA (millones m3)	DUA (millones m3/año
CAFE	3,66	3659860,00	0,95	1462992,436400	1,462992	0,008867
FIQUE	0,43	427800,00	0,75	280970,484000	0,280970	0,001703
MANI, YUCA, FRIJOL, CAÐA	3,62	3619320,00	0,64	2900396,371800	2,900396	0,017578
PASTOS MANEJADOS	0,03	29850,00	1	10014,078000	0,010014	0,000061
PRECIPITACION	**1620,68**			**4654373,3702**	**4,654373**	**0,028208**
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	**1285,20**					

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

La sumatoria de estas DUA por cultivo en la Microcuenca Santa Lucia constituye en la demanda de agua para uso agrícola anual.

Mapa 14 Áreas Cultivadas Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

Cabe anotar que el cálculo de la demanda de agua con las variables adoptadas supone condiciones ideales, es decir, la no existencia de ningún tipo de limitación en el proceso desarrollo de los cultivos tales como: estrés hídrico o salino, densidad del cultivo, plagas y enfermedades, presencia de malezas o baja fertilidad.[25]

Finalmente la demanda de agua para uso agrícola estimada Microcuenca Santa Lucia es: **0,028208 millones de m3/año.**

DEMANDA DE AGUA PARA USO PECUARIO

La demanda de agua para uso pecuario se determinó a partir del volumen de producción de animales de importancia comercial, como bovinos, ovinos, aves, porcinos y equinos, los cuales fueron identificados en la base de datos del último censo agropecuario realizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en el 2012, por un factor de consumo aproximado respecto a la temperatura media del municipio.

[25] CORPONARIÑO. Índice de escasez para aguas superficiales cuenca rio Guáitara. Colombia, Nariño, Pasto. Diciembre 2009.p.302

para la estimación de la demanda de uso pecuario en este estudio se considera las zonas de vida y los pisos térmicos de acuerdo a las características climatológicas adoptando un rango de temperatura (Cálido 20º a 31º, Templado o medio 16º a 20º, Frio 12º a 18º y paramo 6º a 12º).[26] por lo cual se tomó la temperatura media del municipio de San Lorenzo de 17°C aproximadamente la cual no varía de la temperatura media de la microcuenca de 19 °C lo cual corresponde a un piso térmico medio.

Tabla 15 Consumo Neto Teórico de Agua en bebederos (L/Animal*Día)

ESPECIE	PISO TERMICO		
	FRIO	MEDIO	CALIDO
BOVINOS	25	30	35
EQUINOS	20	25	30
OVINOS	15	20	25
PORCINOS	10	13	15

Fuente: Concepto Estudio Módulos De Consumo [27]

Teniendo como base la anterior tabla la cual presenta valores de consumo de agua por animal en **Litros * Día**, se generan los valores a utilizar para el cálculo de consumo de agua por animal en **m^3/año**, dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla 16 Factor de consumo por tipo de animal (m3/año)

ESPECIE	PISO TERMICO		
	FRIO	MEDIO	CALIDO
BOVINOS	9,125	10,95	12,775
EQUINOS	7,3	9,125	10,95
OVINOS	5,475	7,3	9,125
PORCINOS	3,65	4,745	5,475

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

Considerando que la información pecuaria se encuentra por municipio y no por unidad hídrica como una cuenca, subcuenca o microcuenca, es necesario saber el porcentaje que cubre la cuenca dentro del área total del municipio para afectar el número total de animales del municipio dando como resultado el número aproximado de animales en la microcuenca.

El consumo de agua se estimo teniendo en cuenta la tabla de factor de consumo por tipo de animal y la temperatura media de la microcuenca Santa Lucia, para así estimar el piso térmico de la microcuenca, que para este caso se encuentra en el piso térmico medio (16º a 20º).

Sector Bovino:. El factor de consumo para bovinos se tomó de 10,95 m^3/animal-año. determinando el consumo de agua para el sector bovino para la Microcuenca Santa Lucia de **5002,89 m3/año.**

[26] CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR, HIDROPLAN LTDA. Concepto Estudio Módulos De Consumo., p. 4.
[27] CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA – CAR, HIDROPLAN LTDA. Concepto Estudio Módulos De Consumo., p. 9.

Tabla 17 Consumo de agua – Bovinos microcuenca Santa Lucia

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Microcuenca (Km2)	Area Microcuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total Bovinos Municipio	Total Bovinos Microcuenca Santa Lucia	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Bovinos (m3/año)
San Lorenzo	248,90	33,38	33,38	Q. Santa Lucia	100,00	13,41	4615	457	17	10,95	5002,89
										TOTAL	5002,89

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

Sector Porcino: El factor de consumo para porcinos será de 4,74 m^3/animal-año. determinando el consumo de agua para el sector porcino, para la Microcuenca Santa Lucia de **370,72 m3/año.**

Tabla 18 Consumo de agua – porcinos microcuenca Santa Lucia

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Microcuenca (Km2)	Area Microcuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total Porcinos Municipio	Total Porcinos Microcuenca Santa Lucia	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Porcinos (m3/año)
San Lorenzo	248,90	33,38	33,38	Q. Santa Lucia	100,00	13,41	790	78	17	4,74	370,72
										TOTAL	370,72

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

Sector Equino: El factor de consumo para el sector equino será de 9,13 m^3/animal-año, determinando el consumo de agua para el sector equino, para la microcuenca Santa Lucia de **226,87 m3/año.**

Tabla 19 Consumo De Agua – Equinos Microcuenca Santa Lucia

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Microcuenca (Km2)	Area Microcuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total Equinos Municipio	Total Equinos Microcuenca Santa Lucia	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Equinos (m3/año)
San Lorenzo	248,90	33,38	33,38	Q. Santa Lucia	100,00	13,41	251	25	17	9,13	226,87
										TOTAL	226,87

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

Sector Ovino: El factor de consumo para el sector equino será de 7,3 m^3/animal-año, determinando el consumo de agua para el sector ovino, para la microcuenca Santa Lucia de **0,00 m3/año.**

Tabla 20 Consumo de agua – ovinos microcuenca Santa Lucia

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Microcuenca (Km2)	Area Microcuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total ovinos Municipio	Total ovinos Microcuenca Santa Lucia	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua ovinos (m3/año)
San Lorenzo	248,90	33,38	33,38	Q. Santa Lucia	100,00	13,41	5	0	17	7,3	0,00
										TOTAL	0,00

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

Sector Avícola: Para determinar el consumo de agua para este sector se estimó el consumo teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 21 Factor de consumo - sector avícola (m3/año)

ESPECIE	TEMPERATURA	CONSUMO (m3/animal*año)
AVES POSTURA	-	0,16
AVES ENGORDE	-	0,16
AVES TRASPATIO	-	0,16

Fuente: Módulos de consumo CAR, septiembre 2005

Con el factor de consumo para el sector avícola de 0,16 m^3/animal-año. El consumo de agua para el sector se estima en: **396,00 m3/año.**

Tabla 22 Consumo de agua – avícola microcuenca Santa Lucia

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Microcuenca (Km2)	Area Microcuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total Aves Municipio	Total Aves Microcuenca Santa Lucia	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Aves (m3/año)
San Lorenzo	248,90	33,38	33,38	Q. Santa Lucia	100,00	13,41	25000	2475	17	0,16	396,00
										TOTAL	396,00

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

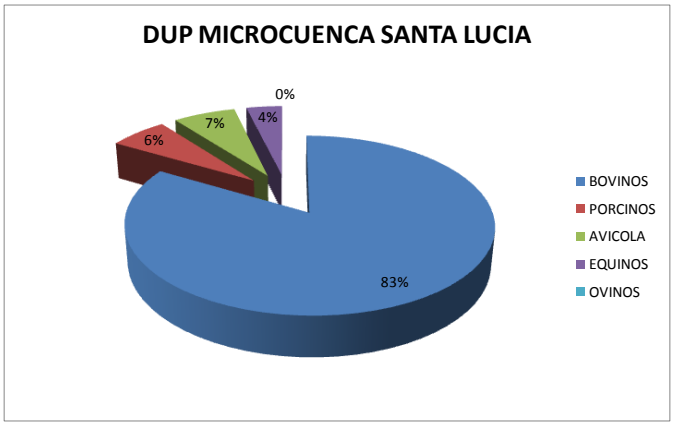
Finalmente se estima que la demanda de agua para uso pecuario en la microcuenca Santa Lucia es de: **0,005996478 millones de m3/año. ó su equivalente en Lts/se**

Tabla 23 Demanda De Agua Para Uso Pecuario Microcuenca Santa Lucia

DUP MICROCUENCA SANTA LUCIA		
ANIMAL	TOTAL DUP (m3/animal-año)	TOTAL DUP (millones de m3/animal-año)
BOVINOS	5002,89	0,005002891
PORCINOS	370,72	0,000370715
AVICOLA	396,000	0,000396
EQUINOS	226,87	0,000226871
OVINOS	0,00	0,00000000
TOTAL	5996,48	0,005996478

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

Gráfica 8 Distribución Demanda De Agua Para Uso Pecuario Microcuenca Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

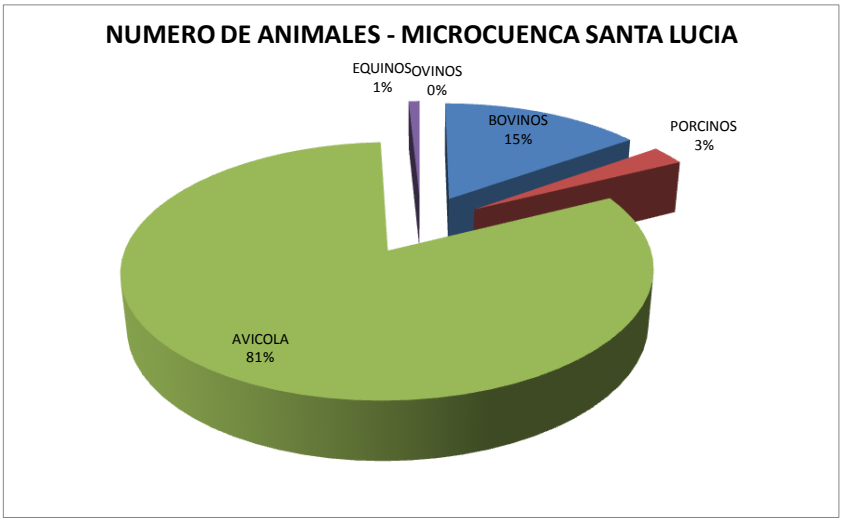
La siguiente tabla muestra la distribución de los animales en el municipio de San Lorenzo dentro de la microcuenca de la quebrada Santa Lucia.

Tabla 24 Consumo De Agua Por Municipio, Microcuenca Santa Lucia

CONSUMO DE AGUA PECUARIO (m3/animal-año) MICROCUENCA SANTA LUCIA							
MUNICIPIO	NUMERO DE ANIMALES POR MUNICIPIO					TOTAL DUP (m3/animal-año)	TOTAL DUP (millones de m3/animal-año)
	BOVINOS	PORCINOS	AVICOLA	EQUINOS	OVINOS		
San Lorenzo	457	78	2475	25	0	5996,48	0,005996478
TOTAL	**457**	**78**	**2475**	**25**	**0**	**5996,48**	**0,005996478**

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

Gráfica 9 Distribución De Animales En La Microcuenca Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

Finalmente se estima la demanda hídrica total para la microcuenca Santa Lucia.

DEMANDA HIDRICA TOTAL		
	m3/año	millones de m3/año
DUD	407570,047	0,408
DUS	30873,525	0,030873525
DUA		0,028208
DUP	5996,48	0,005996478
DUI	NO APLICA	
DHT		0,473

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

ÍNDICE DE ESCASEZ

Para el cálculo del índice de escasez se realizó una relación porcentual entre la demanda potencial de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica neta disponible, luego de aplicar factores de reducción por régimen de estiaje y fuentes frágiles. Se registra escasez de agua cuando la cantidad de agua captada de las fuentes existentes es tan grande que se suscitan conflictos entre el abastecimiento de agua para las necesidades humanas, las eco-sistémicas, de usos productivos y de la demanda potencial (IDEAM 2004).

El índice de escasez se interpreta según las siguientes categorías:

Cuadro 27 Categorías del 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

Fuente: Metodología Índice de Escasez IDEAM, 2004.

$$I_e = \frac{D}{O_n} x100\%$$

Donde:

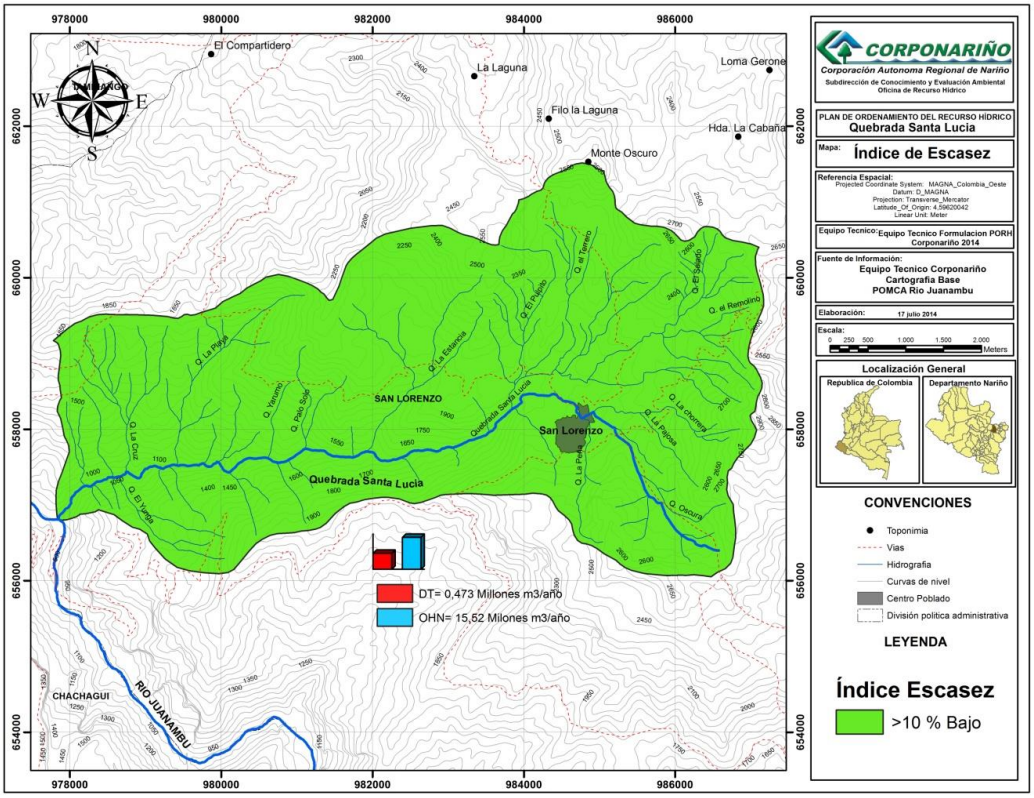
I_e = Índice de escasez (%)

D = Demanda potencial de agua (Mm^3)

On = *Oferta hídrica superficial neta (Mm^3)*

Finalmente con la aplicación de la fórmula del cálculo del índice de escasez para la microcuenca Santa Lucia (3,5) muestra un nivel de presión bajo (<10%) en términos de cantidad sobre el recurso hídrico de la Quebrada Santa Lucia.

Mapa 15 Áreas Cultivadas de la Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia**.**

6.7 DIAGRAMA DE UBICACIÓN O TOPOLOGICA DE VERTIMIENTOS Y AFLUENTES

El Diagrama de modelación o Topología consiste en un diagrama diseñado en Excel, el cual permite visualizar la ubicación y distribución de los usuarios de calidad y

cantidad identificados a lo largo de todo el trayecto del cauce principal de la fuente hídrica objeto de ordenamiento, des de su nacimiento hasta su desembocadura.

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

La Topología está compuesta o estructurada por los siguientes elementos:

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

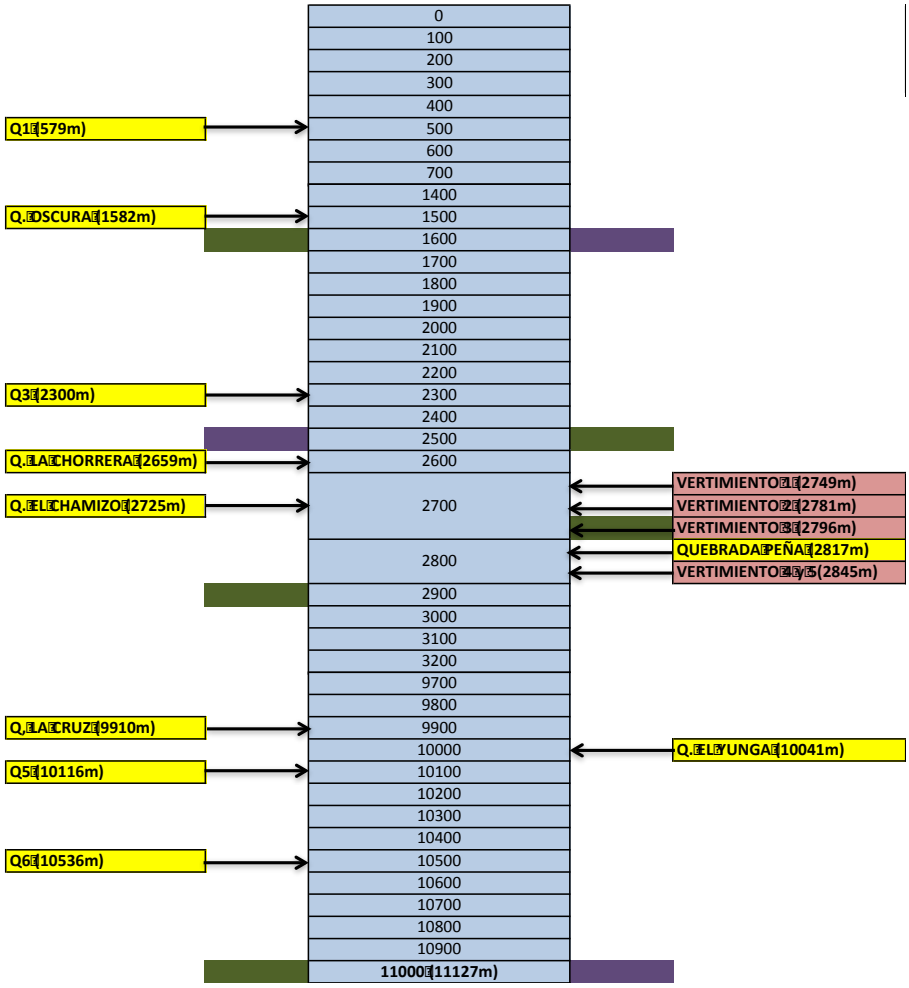
Figura 6 Topología – Titulo y Leyenda

QUEBRADA LIMPIA	
VERTIMIENTOS	
QUEBRADA CONTAMINADA	
CAPTACIONES	

PUNTOS MUESTREO	
PUNTOS AFORO	

- Tramo o Fuente Principal: Corresponde a la representación del Cauce Principal de la corriente objeto de ordenamiento desde su nacimiento hasta su desembocadura. El Cauce esta segmentado con celdas; cada celda equivale en distancia a 100 metros o 0,1 kilómetros. La distancia se presenta de manera acumulativa desde el punto o celda cero, correspondiente a la desembocadura del tramo, hasta el punto máximo de distancia correspondiente al inicio o nacimiento del Tramo.

Figura 7 Topología – Tramo Principal



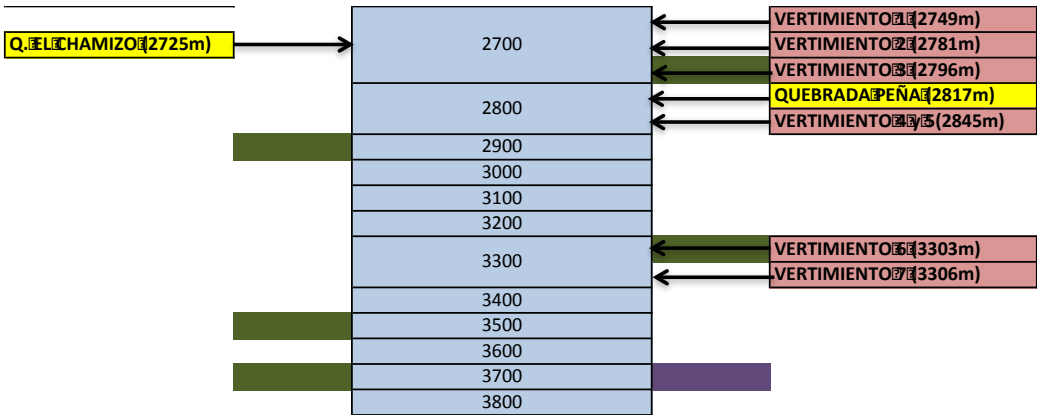
- Entradas: Relaciona los aportes entradas de agua al Tramo o Cauce Principal. Dependiendo de su origen, estas pueden ser relevantes o incidentes solamente en la cantidad de la corriente superficial objeto de ordenamiento o también en su calidad.

Cada entrada contiene un código que relaciona la ficha del Censo de Usuarios, el nombre y la distancia de ubicación, la cual fue obtenida mediante georeferenciación en campo.

Las entradas se subdividen en:

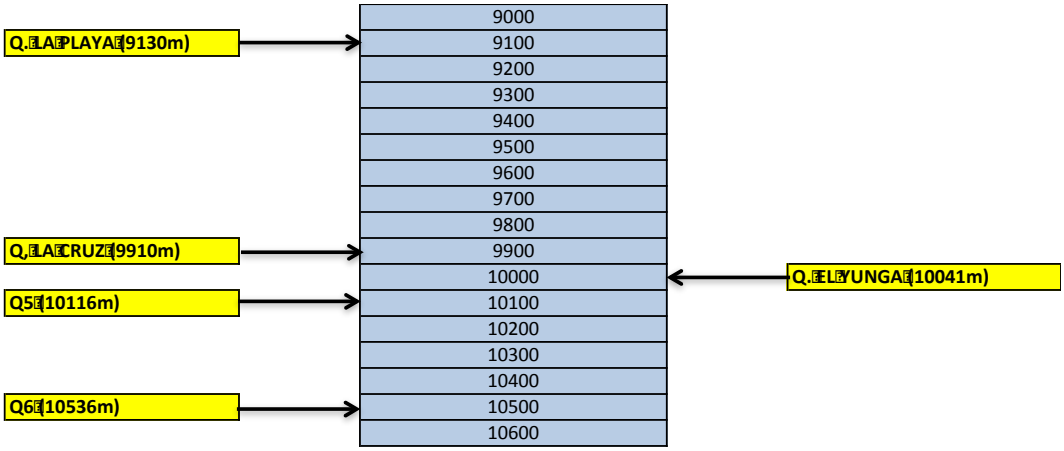
- Descargas: que corresponden a aportes directos de usuarios generadores de vertimientos que efectúan la disposición final de aguas residuales directamente sobre el cauce principal.

Figura 8 Topología – Entradas Descargas



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

Figura 9 Topología – Entradas Afluentes Naturales



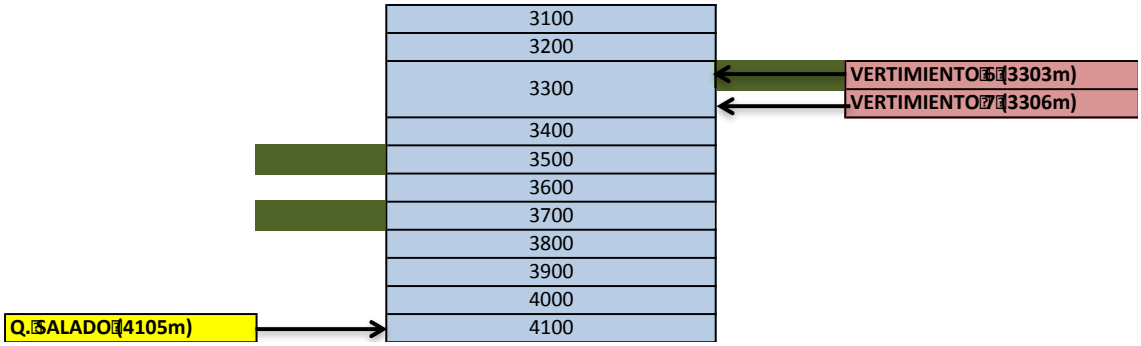
- Salidas: Corresponde a las captaciones, derivaciones o extracciones de agua del Tramo o Cauce Principal.

Estas captaciones pueden ser para consumo humano, uso agrícola, pecuario, entre otros, efectuados por los habitantes del área de influencia de la corriente hídrica.

Cada salida contiene un código que relaciona la ficha del Censo de Usuarios, el nombre y la distancia de ubicación, la cual fue obtenida mediante georeferenciación en campo.

- Puntos de Muestreo: Corresponde a los puntos en donde se efectuaron toma de muestra. Estos puntos pueden ser sobre el cauce principal o sobre entradas.

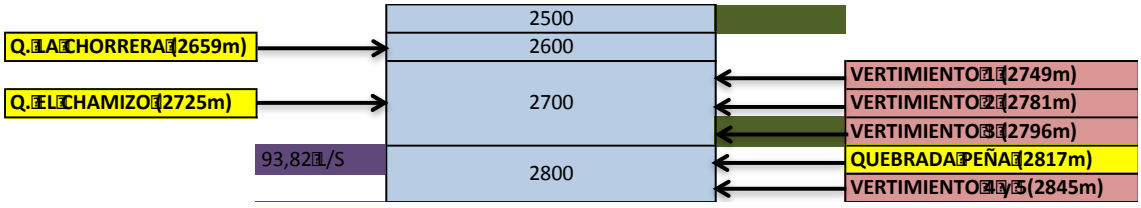
Figura 10 Topología – Puntos de Muestreo



- Puntos de Aforo: Corresponde a los puntos en donde se efectuaron mediciones de caudal.

Estos puntos pueden ser sobre el cauce principal o sobre entradas y salidas.

Figura 11 Topología – Puntos de Aforo



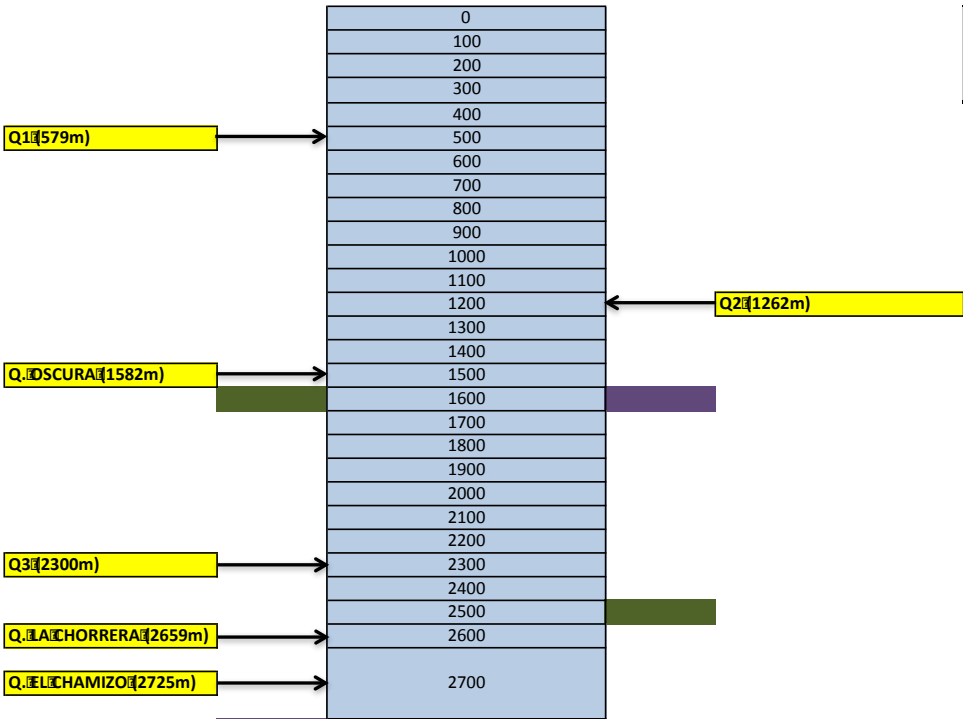
6.7.1 PERFIL DE MODELACIÓN O TOPOLOGIA DE LA QUEBRADA SANTA LUCIA.

La Topología diseñada y presentada a continuación incluye y esquematiza de manera detallada cada una de las entradas y salidas identificadas en campo.

Como el esquema es muy extenso, para presentarlo se ha segmentado en varias imágenes las cuales están acompañadas de la respectiva descripción y explicación. La Topología resume de manera esquemática los usuarios de calidad y cantidad identificados en campo, los cuales fueron detallados uno a uno en el presente documento.

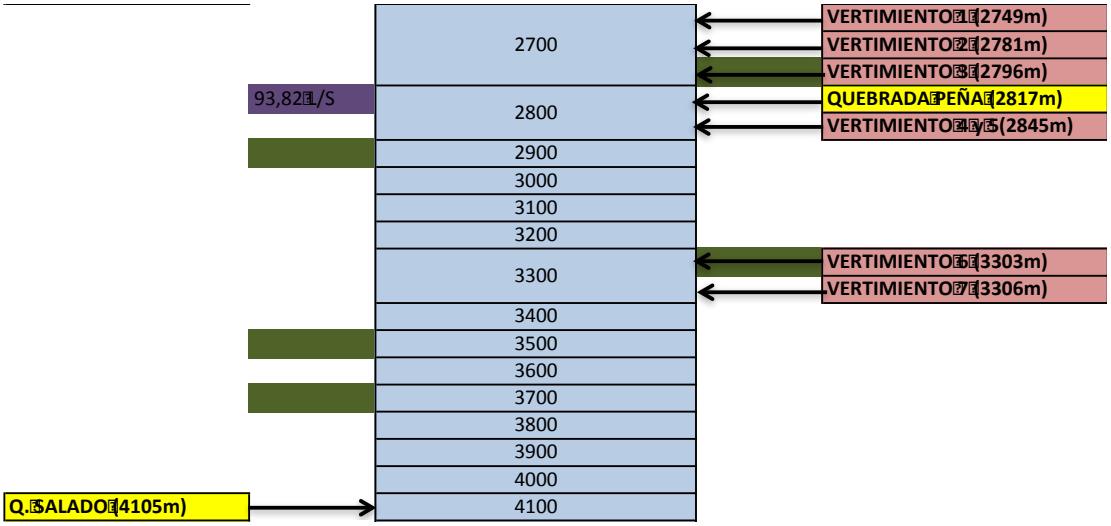
- **Segmento I:** Incluye el Cauce Principal desde su nacimiento 0m hasta la union con la quebrada el Chamizo 2700m

Figura 12 Topología Detallada Quebrada Santa Lucia Segmentol



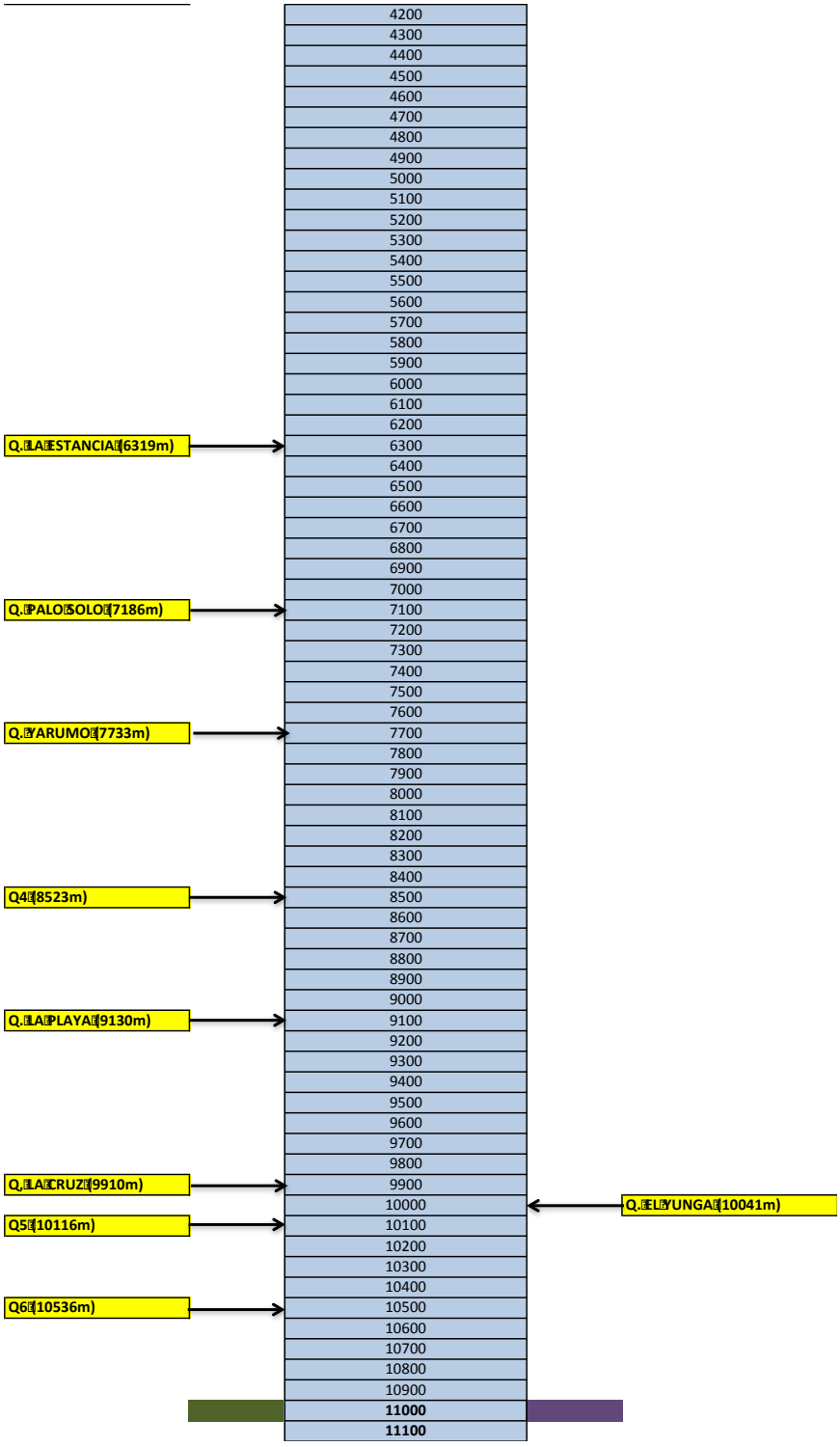
- Segmento II: Incluye el Cauce Principal despues de la unión con la Quebrada el Chamizo 2700m hasta la union con la Quebrada El Salado 4100m.

Figura 13 Topología Detallada Quebrada Santa Lucia Segmento II



- Segmento III: Incluye el Cauce Principal despues de la unión con la Quebrada El Salado 4100m hasta la desembocadura en el Rio Juanambu 11100m.

Figura 14 Topología Detallada Quebrada Santa Lucia Segmento III



6.7.2 DETERMINACION DE LINEA BASE DE CARGAS CONTAMINANTES

- ✓ **METODOLOGÍA**

La determinación de la línea base de cargas contaminantes se encaminó a la obtención y procesamiento de información que permitió establecer un diagnostico de la calidad del agua de la Quebrada Santa Lucia en todo su recorrido, desde su nacimiento hasta su desembocadura al río Juanambu.

La información obtenida fue utilizada para evaluar el comportamiento de la corriente superficial a través de Perfiles e Índices de Calidad, además sirvió de insumo para la aplicación y calibración del modelo de simulación mediante el cual se estableció un escenario actual de la fuente hídrica objeto de ordenamiento con respecto a su capacidad de asimilación de sustancias biodegradables o acumulativas.

La obtención de los datos se logró por medio de la realización de dos campañas de muestreo y aforo llevadas a cabo la primera el día 28 de Mayo de 2014 correspondiente a una temporada de transición de invierno a verano y la segunda el día 08 de octubre de 2014 correspondiente a una temporada de transición de verano a invierno.

En cumplimiento de lo estipulado por la Normatividad Ambiental vigente, el análisis y reporte de resultados analíticos fue llevado a cabo por un Laboratorio acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Para ello CORPONARIÑO firmó un convenio interadministrativo con la Universidad de Nariño cuyo Laboratorio Especializado en Aguas está acreditado para los parámetros pH, Grasas y Aceites, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Demanda Bioquímica de Oxigeno y Demanda química de Oxigeno mediante Resolución No. 042 del 25 de enero de 2011 expedida por el IDEAM.

Las actividades llevadas a cabo para la toma de muestras y aforo de caudales se describe a continuación**:**

Cuadro 28 Metodología para Tomas de Muestras en Campo

ITEM	ACTIVIDAD	LOGISTICA/EQUIPOS	FOTOGRAFIAS
1.	Desplazamiento y acceso a los puntos de muestreo	Vehículos, Equipo de Profesionales	
2.	Etiquetado de los recipientes de muestreo.	Recipientes, Etiquetas, Cinta Pegante.	

			
3.	Toma de muestras, de acuerdo al punto de muestreo y diligenciamiento de cadenas de custodia	Recipientes etiquetados, balde, guantes, botas.	
4.	Fijación de Muestras	Reactivos Acido Clorhídrico, Acido Sulfúrico, Sulfato Manganoso y Acida, guantes, tapabocas, goteros.	
5.	Almacenamiento, Refrigeración, sellado de muestras.	Neveras, hielo o pilas de refrigeración, sellos,	
6.	Transporte y entrega de muestras al laboratorio.	Neveras con cada una de las muestras. Instalaciones, equipos, reactivos y personal del Laboratorio UDENAR y CORPONARIÑO.	

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 25 Metodología para Aforo

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

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Los criterios tenidos en cuenta para la selección del número de muestras y puntos de ubicación, se describen a continuación:

- ✓ **DESCRIPCIÓN DE CRITERIO DE SELECCIÓN**

TECNICO:

- Condiciones de calidad naturales o iniciales en el área de nacimiento del cauce principal.
- Puntos sobre el cauce principal en donde pueda existir una alteración o cambio en su calidad por descargas puntuales.
- Puntos sobre el cauce principal en donde se hayan identificado usos actuales o potenciales del recurso hídrico.
- Entradas como descargas o afluentes naturales que puedan alterar la calidad del Cauce Principal
- Selección mínimo de cinco puntos sobre el Cauce Principal como insumo para el Modelo de Simulación.

FACILIDAD DE ACCESO

- Puntos a los cuales se pueda acceder por vías carreteables o caminos.
- Puntos que por su acceso no retrasen o demoren la jornada, considerando que las muestras deben ser entregadas en unos tiempos estipulados por el Laboratorio.
- Puntos cuyo acceso no represente un riesgo o peligro para la persona o personas que tomaran la muestra.

NÚMERO O DISPONIBILIDAD DE MUESTRAS

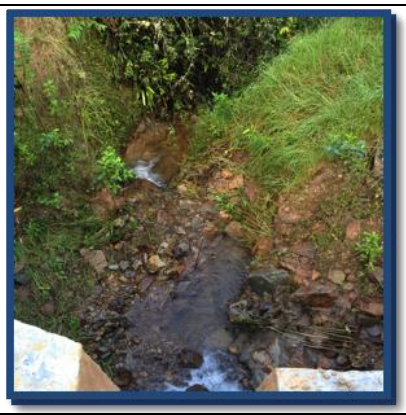
- Cantidad de muestras destinadas al Ordenamiento de la Quebrada Santa Lucia, según el Convenio Institucional establecido y firmado entre CORPONARIÑO y la Universidad de Nariño (Laboratorio de Aguas).

OTROS

- Puntos o estaciones establecidas anteriormente por la Autoridad Ambiental para la red de monitoreo de calidad de corrientes superficiales.

Teniendo en cuenta los criterios de selección descritos anteriormente, los puntos escogidos para la realización de las dos jornadas de muestreo y aforo de caudal sobre las entradas y cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, son los siguientes:

Cuadro 29 Estaciones de Muestreo Quebrada Santa Lucia

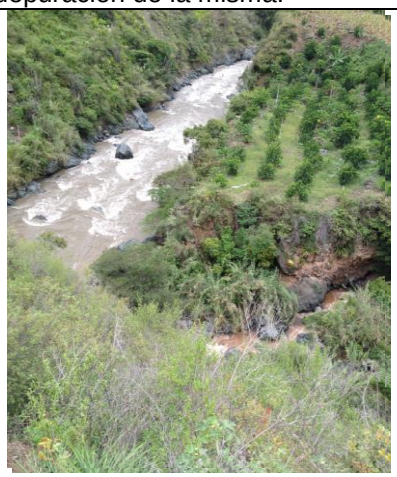
NOMBRE DE LA CORRIENTE	*ESTACIÓN MONITOREO*	*NOMBRE*	*REGISTRO FOTOGRAFICO*
QUEBRADA SANTA LUCIA	**ES_QSL – 1** **N** 1,500297 **W** 77,21043 **H** 2.156 msnm	*INICIO QUEBRADA SANTA LUCIA*	 Primera estación de muestreo Inicio Quebrada Santa Lucia, este punto se determinó realizar como monitoreo de muestreo dado que en esta zona no existe ningún tipo de afectación antrópica.
	ES_QSL – 6 **N** 658163 **W** 984869 **H** 2.077 msnm	*DESPUES QUEBRADA CHAMIZO*	 Segunda estación de muestreo unión de la Quebrada El Chamizo con el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, antes de que inice la descarga de vertimientos del casco urbano del Municipio de San Lorenzo, razón por la cual se realizó el muestreo.

<table>
<tr><td rowspan="2">QUEBRADA SANTA LUCIA</td><td>ES_QSL– 7

N 658137
W 984837
H 2075 msnm</td><td>COLECTOR 3</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Tercera estación de muestreo, en este punto se se realiza la descarga puntual del colector 3 de aguas residuales para monitorear todos los parámetros fisicoquímicos y determinar la carga contaminante que le aporta a la quebrada Santa Lucia.</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td>ES_QSL– 8

N 658127
W 984823
H 2074 msnm</td><td>DESPUES DEL COLECTOR 3</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Cuarta estación de muestreo este punto es tomado directamente a la Quebrada con el fin de determinar la capacidad de dilución de la misma.</td></tr>
</table>

QUEBRADA SANTA LUCIA	**ES_QSL – 9** **N** 658404 **W** 984502 **H** 2041 msnm	***COLECTOR 6***	 Quinta estación de muestreo, en este punto se se realiza la descarga puntual del colector 6 de aguas residuales para monitorear todos los parámetros fisicoquímicos y determinar la carga contaminante que le aporta a la quebrada Santa Lucia.
	ES_QSL – 10 **N** 650500 **W** 904299 **H** 2038 msnm	***DESPUES COLECTOR 7***	 Sexta estación de muestreo este punto se lo toma después de los vertimientos del Municipio de San Lorenzo, ya trae los colectores municipales algunos focos de contaminación difusos, se muestrea en este punto para determinar la capacidad de dilución de la Quebrada.

	ES_QSL – 11 **N** 658409 **W** 983945 **H** 1979 msnm	***ANTES QUEBRADA SALADO***	 Séptima estación de muestreo Quebrada Natural, se toma en este punto para determinar las condiciones de la Quebrada antes de que se encañone y asi poder determinar la capacidad de autodepuración de la misma.
QUEBRADA SANTA LUCIA	**ES_QSL – 19** **N** 656948 **W** 997989 **H** 833 msnm	***ANTES DESEMBOCADURA RIO JUANAMBU***	 Octava estación de muestreo, este punto se toma sobre la Quebrada unos metros antes de la Desembocadura al Rio Juanambu. Este punto se lo tomo para monitorear con el fin de determinar las condiciones de calidad de la Quebrada Antes de su desembocadura.

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

6.8 EVALUACION DE CALIDAD CAUCE PRINCIPAL

MUESTREO SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL: en los siguientes cuadros se enumeran los resultados de los muestreos y aforos de caudal efectuados sobre el Cauce Principal de la Quebrada Santa Lucia, correspondientes a las dos jornadas llevadas a cabo los días 28 de mayo y 08 de octubre de 2014. Los Reportes de Resultados Analíticos del Laboratorio Especializado de la Universidad de Nariño y de Corpariño, se pueden observar en el Anexo 3.

Tabla 26 Resultados de muestreo sobre la Quebrada Santa Lucia jornadas de 28 de mayo y 08 de octubre de 2014

PARAMETRO DE MUESTREO	MUESTREO	PARTE ALTA QUEBRADA SANTA LUCIA	DESPUES QUEBRADA CHAMIZO	DESPUES COLECTOR 3	DESPUES COLECTOR 7	ANTES QUEBRADA EL SALADO	DESEMBOCADURA
CAUDAL (L/s)	M1	42,5	93,82				1079,64
	M2		12,47				164,56
DBO (mg O_2/L)	M1	<3,8	<3,8	<3,8	4	<3,8	<3,8
	M2	<3,8	NA	<3,8	<3,8	15,34	<3,8
OD (mg O_2/L)	M1	7,68	6,13	5,99	6,48	6,98	7,98
	M2	**6,57**	**5,19**	**6,86**	**5,78**	**4,3**	**4,69**
DQO (mg O_2/L)	M1	<20,0	<20,0	NA	21,9	<20,0	<20,0
	M2	<20	<20	<20	<20	43,81	<20
pH	M1	7,12	7,61	7,59	7,47	7,54	7,82
	M2	7,65	7,6	8,1	7,72	7,83	7,79
TEMPERATURA	M1	18,1	18,6	19,4	19,9	20,7	19,9
	M2	17,6	17,6	18	17,5	18,5	23,7
ST (mg/L)	M1	100	144	148	132	148	184
	M2	182	148	168	170	254	214
SST (mg/L)	M1	13,6	27,2	38,5	24	22	47,8
	M2	32	12	12	12	14,7	12
SDT (mg/L)	M1	86,4	116,8	109,5	108	126	136,2
	M2	150	136	156	158	239,3	202
SS (mL/L)	M1	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
	M2	NA	NA	NA	NA	NA	NA
GRASAS Y ACEITES (mg/L)	M1	<5,0	<5,0	5,6	7,2	NA	6,3
	M2	6,4	6,7	9,7	5	5,3	8,9
ALCALINIDAD (mg$CaCO_3$/L)	M1	24,52	32,37	34,82	37,77	37,77	58,86
	M2	40,61	44,96	62,13	52,7	93,8	104,43
NITRATOS (mgN-NO_3/L)	M1	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2
	M2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2
NITRITOS (mgN-NO_2/L)	M1	<0,004	<0,004	0,005	0,01	0,011	0,004
	M2	<0,004	<0,004	<0,004	0,011	0,163	0,006
COLIFORMES TOTALES (UFC/100ml)	M1	5,32E+03	4,35E+04	3,87E+05	3,97E+05	4,88E+05	5,04E+04
	M2	2,36E+03	2,42E+04	1,60E+04	2,10E+05	2,31E+05	1,22E+04
ECHERICHIA COLI (UFC/100ml)	M1	6,61E+02	1,96E+04	1,11E+05	9,88E+04	1,47E+05	5,10E+03
	M2	**2,01E+02**	**1,31E+04**	**2,76E+03**	**5,12E+04**	**6,20E+04**	**1,00E+03**
TURBIEDAD (NTU)	M1	16,6	35,3	33,7	19,9	20,2	40
	M2	**5,99**	**1,29**	**2,08**	**4,7**	**14,7**	**2,3**
CONDUCTIVIDAD (µs/cm)	M1	53,4	68	77	88,7	88,1	126,9
	M2	**83,6**	**95,1**	**125,6**	**117**	**239**	**227**
COLOR APARENTE (UPC)	M1	26,5	50	42,9	25,9	28,8	63,5
	M2	14,1	9,4	18,2	52,4	47,1	10
SSV (mg/L)	M1	2,8	3,2	4,67	6,67	7	7
	M2	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ACIDEZ (mg CaCO3/L)	M1	1,08	1,08	1,44	1,8	4,68	0,72
	M2	1,44	0,72	LD	2,52	1,44	LD
DUREZA TOTAL (mg CaCO3/L)	M1	15	20	24	27	25	52
	M2	29	33	39	53	52	105
CLORUROS (mgCl/L)	M1	0,73	0,98	1,47	2,69	2,45	1,96
	M2	LD	LD	0,99	9,86	10,47	2,96
FOSFATOS (mg P-PO4/L)	M1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	M2	<0,1	<0,1	<0,1	0,67	0,76	<0,1
AMONIO (mg N-NH4/L)	M1	0,03	0,01	0,17	0,18	0,18	0,05
	M2	LD	0,24	1,01	4,928	5,6	0,9
SULFATOS (mg SO4/L)	M1	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	M2	<15	<15	<15	<15	<15	<15
DETERGENTES (mg LAS/L)	M1	0,15	0,11	0,1	0,13	0,15	<0,1
	M2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
FOSFORO TOTAL (mg P-PO4/L)	M1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	M2	0,15	<0,1	0,11	0,67	0,8	<0,1
NITROGENO NTK (mg N/L)	M1	<LD	0,11	0,14	0,39	0,45	LD
	M2	LD	0,24	1,01	6,92	6,61	0,9

6.8.1 PERFILES DE CALIDAD

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

Las gráficas muestran el patrón de cada parámetro en cada una de las estaciones o puntos de muestreo ubicados a lo largo del cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, desde su nacimiento en el punto X=0Km hasta su desembocadura en el punto

aproximado X= 11,1Km, permitiendo comparar, en la misma gráfica, el comportamiento de la calidad para las dos jornadas de muestreo llevadas a cabo en campo los días 28 de mayo y 08 de octubre de 2014.

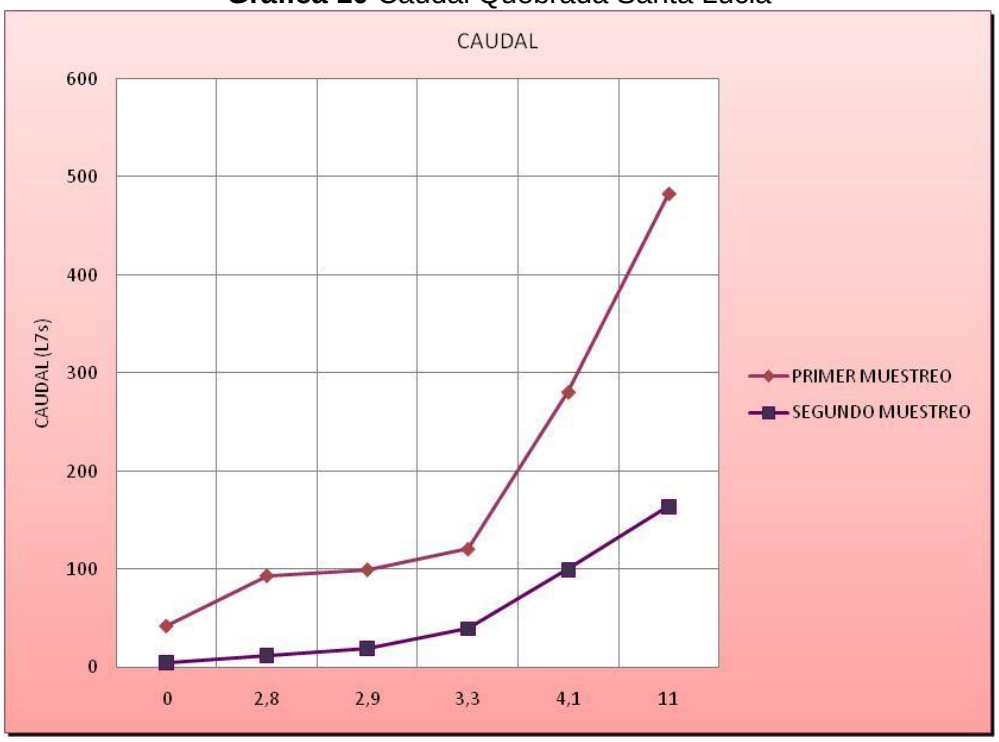
La jornada de muestreo del 28 de Mayo del 2014 se efectuó en una temporada de transición de invierno a verano, en la cual aún se presentaban lluvias, por lo cual presenta caudales mayores comparados con la segunda jornada. Así mismo, el muestreo del 08 de Octubre del 2014 se efectuó en temporada de transición de verano a invierno, en la cual predominaba la escasez de lluvia en la región incidiendo en la disminución de caudales de la corriente superficial, además en este dia no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en las graficas.

La cantidad de agua natural o caudal presente en el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, influye en su capacidad de asimilación y autodepuración de sustancias biodegradables y/o acumulativas descargadas o vertidas.

A continuación se muestra el análisis de los parámetros más importantes medidos sobre el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia.

CAUDAL (Q): corresponde a la cantidad de agua en litros por segundo contenida a lo largo del cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, durante las dos jornadas de muestreo.

Gráfica 10 Caudal Quebrada Santa Lucia

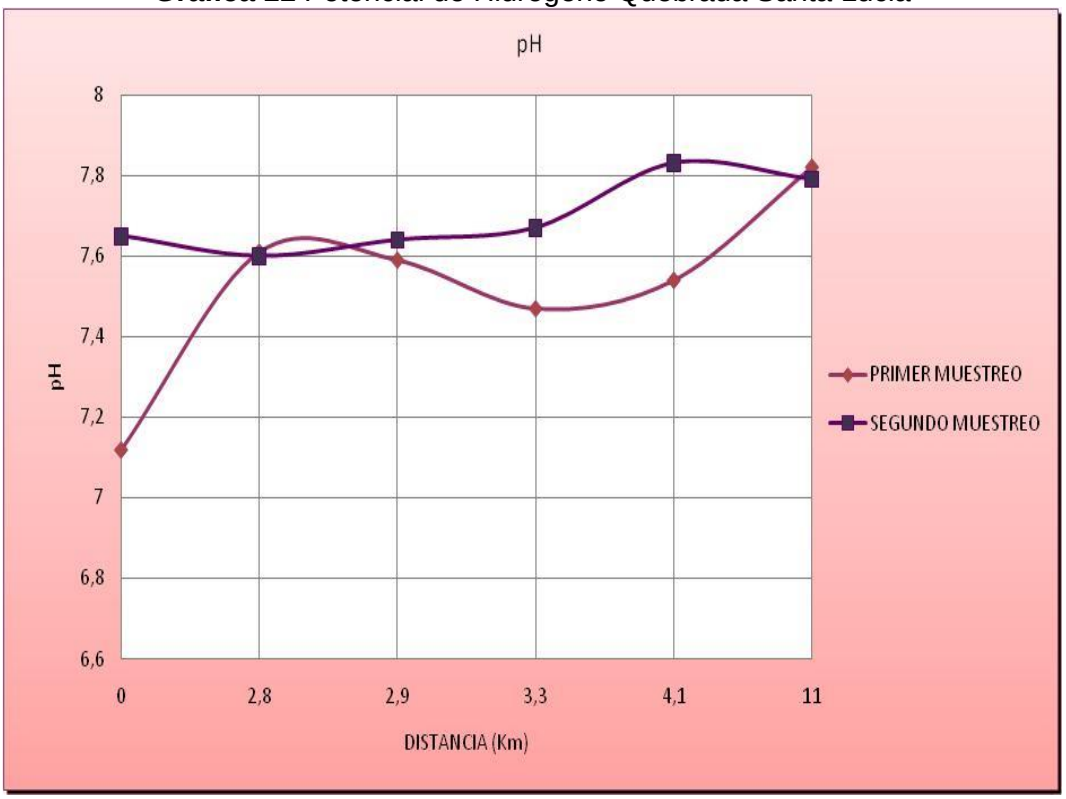


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

De acuerdo con la gráfica se puede evidenciar que para las dos jornadas de muestreo la tendencia tiende a presentar un incremento del caudal a lo largo del cauce, lo cual influye en la capacidad de asimilación y de autodepuración. Con base en el trabajo de campo realizado este incremento corresponde al aporte de aguas de las Quebradas Naturales y vertimientos a lo largo de la Quebrada Santa Lucia. La diferencia de caudal en los dos muestreos se debe a la epoca en la cual se aforo.

POTENCIAL DE HIDROGENO (pH): Medida convencional de la acidez o basicidad de soluciones.

Gráfica 11 Potencial de Hidrogeno Quebrada Santa Lucia

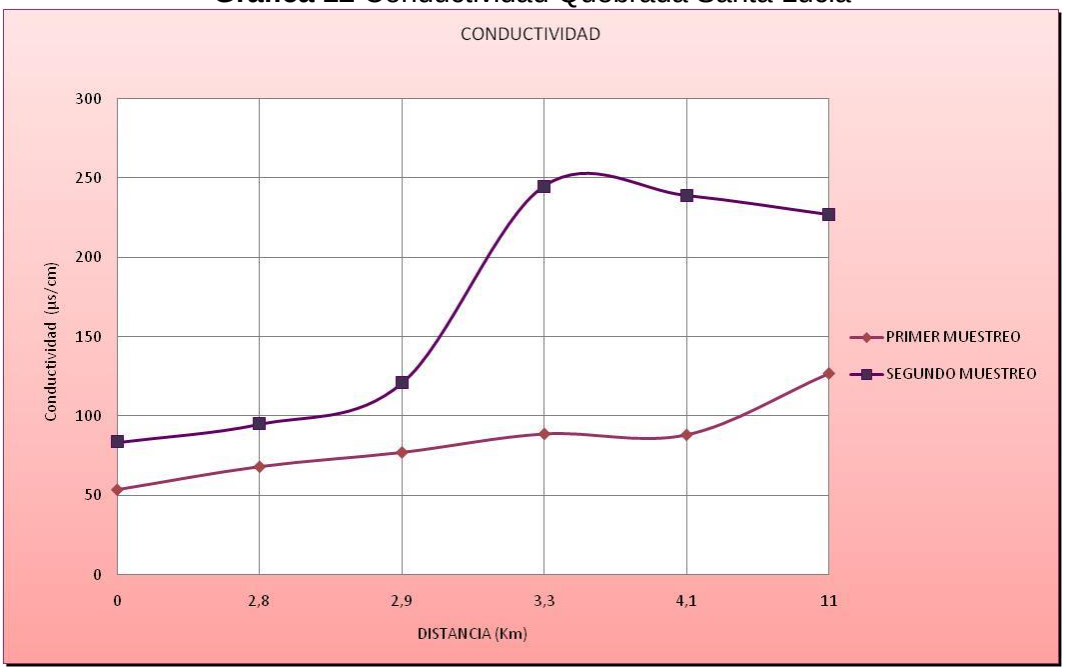


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

La Quebrada Santa Lucia durante su recorrido presenta pH relativamente neutro, es decir no hay presencia de sales que modifiquen el pH del cauce.

CONDUCTIVIDAD: La conductividad es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la presencia de iones. Proviene de una base, un ácido o una sal disociada en iones.

Gráfica 12 Conductividad Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

El comportamiento de la grafica para los dos muestreos es progresivo, indicando que la calidad de la Quebrada se ve alterada a medida que se van presentando descargas de vertimientos o descargas puntuales sobre el cauce Principal. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que se realizarón los muestreos y en que en el segundo no habia sevicio de agua en parte del municipio por lo tanto solo se estaba realizando descarga del colector 7, de ahí la diferencia que se observa en la gráfica.

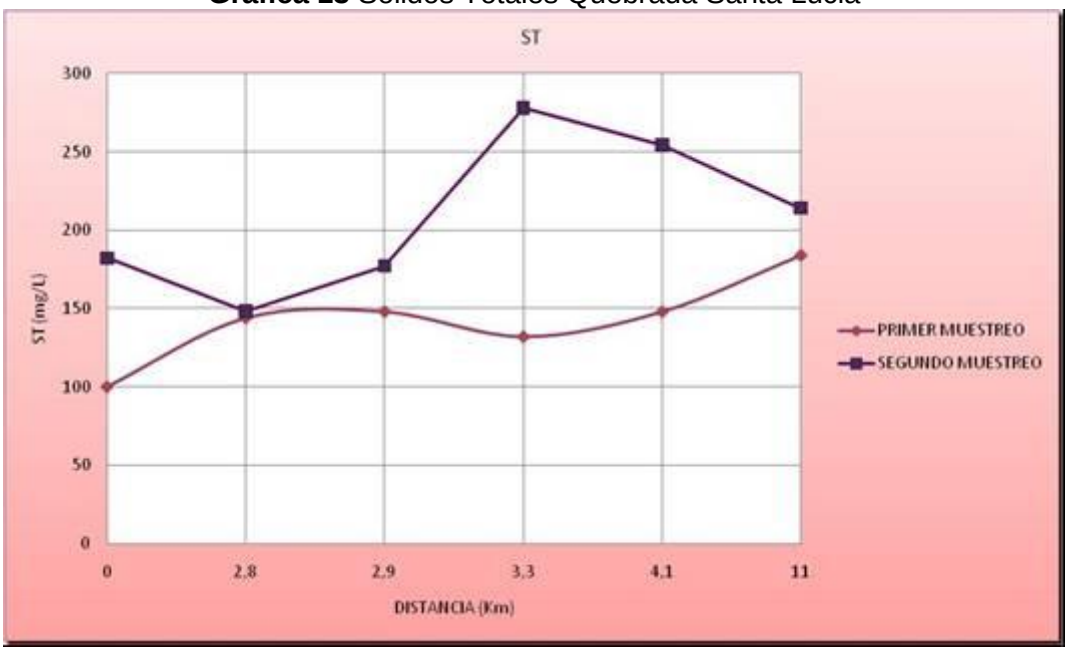
SÓLIDOS TOTALES (ST)–SOLIDOS DISUELTOS (SD)–SOLIDOS SUSPENDIDOS (SS)

Los sólidos totales están definidos analíticamente como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105 °C.

Los Sólidos Disueltos, son todas las sustancias que se encuentran disueltas en el agua, no se pueden determinar de una forma directa, sino que su cantidad se calcula numéricamente restando a los sólidos totales los sólidos en suspensión.

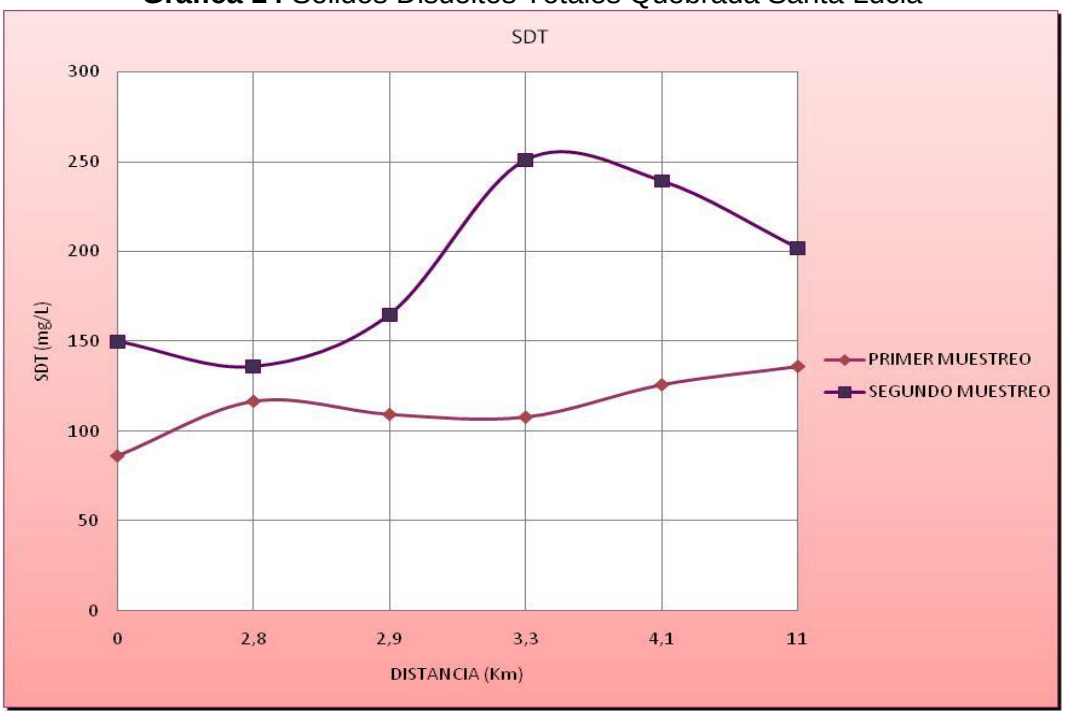
Los sólidos suspendidos son aquellos que se encuentran en el agua sin estar disueltos en ella, pueden ser sedimentables o no.

Gráfica 13 Sólidos Totales Quebrada Santa Lucia



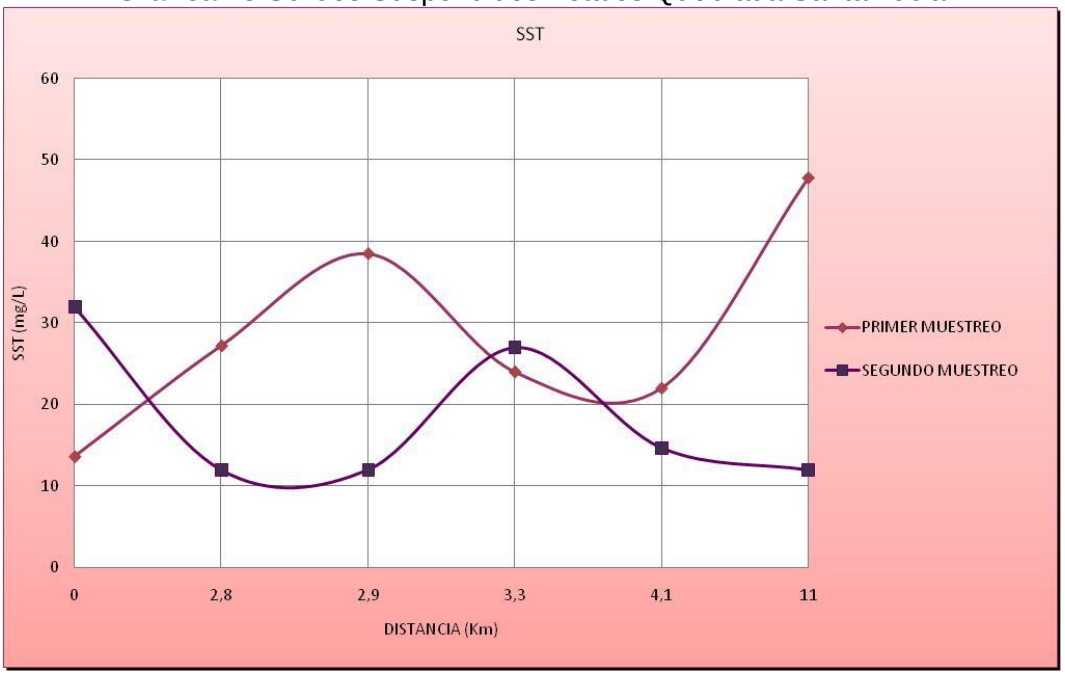
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 14 Sólidos Disueltos Totales Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 15 Sólidos Suspendidos Totales Quebrada Santa Lucia

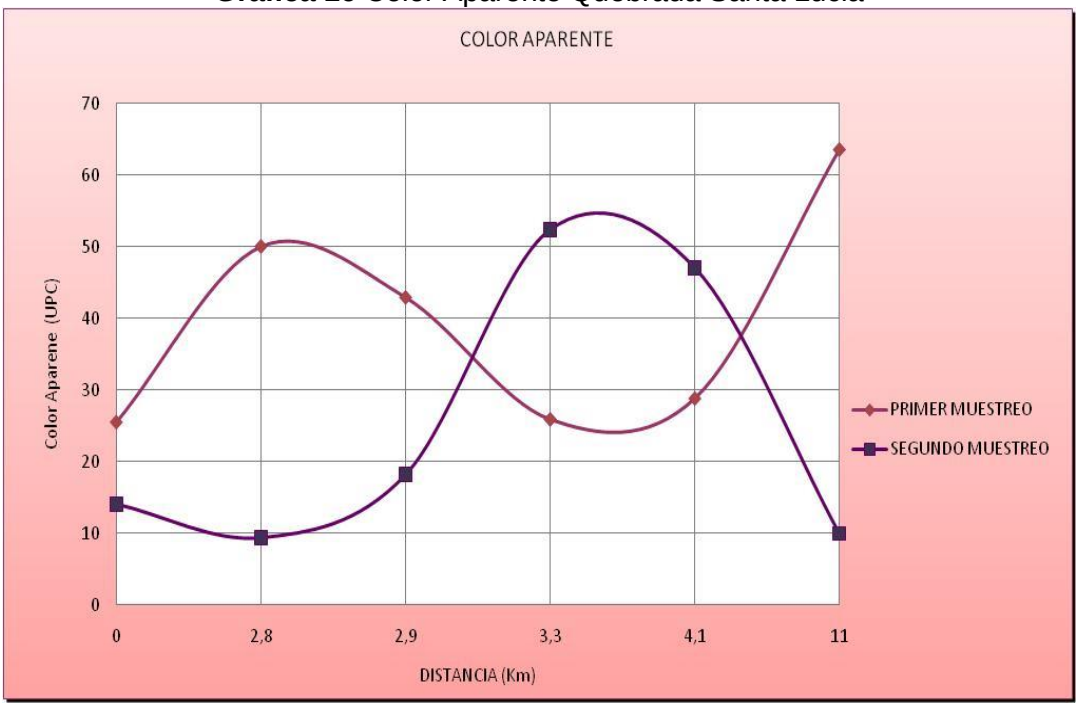


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Para los sólidos totales, disueltos y suspendidos para los dos muestreos, podemos concluir de acuerdo con las gráficas que en la parte alta la presencia de sólidos es baja, pero la cantidad de sólidos totales y suspendidos presentan un valor alto 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 la desembocadura debido al arrastre a lo largo del cauce de partículas orgánicas e inorgánicas hay una presencia de solidos apreciable. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que fue realizado.

COLOR APARENTE: Color se debe a la presencia de iones metálicos naturales, de plancton, restos vegetales, residuos industriales. El color aparente es debido en parte a material en suspensión

Gráfica 16 Color Aparente Quebrada Santa Lucia

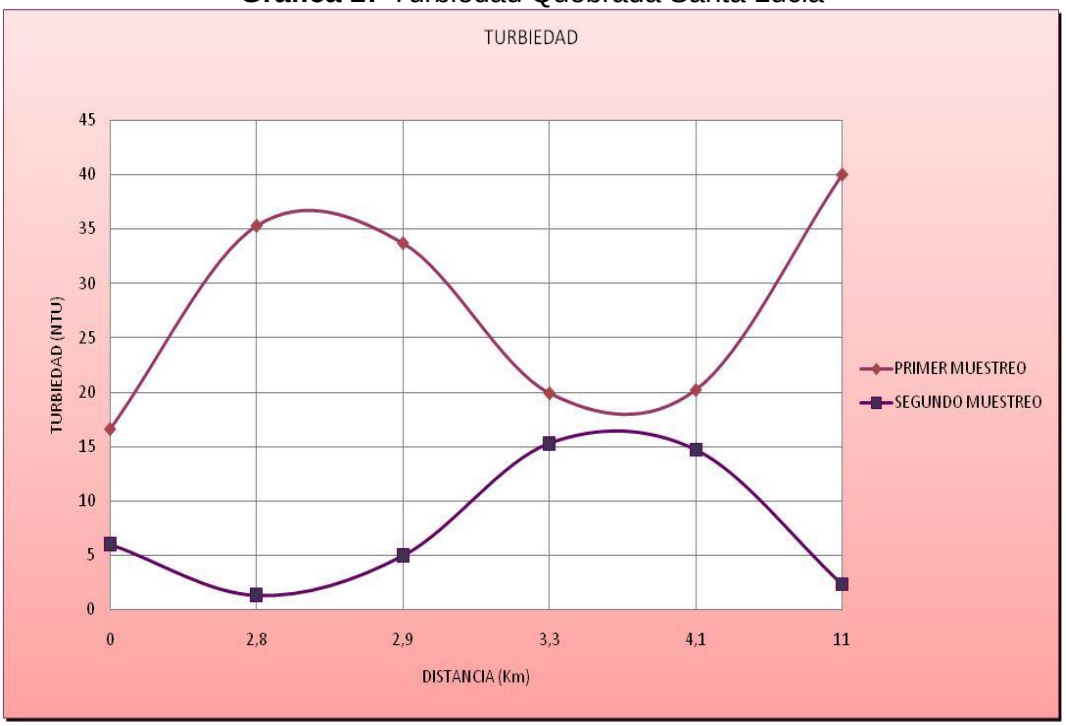


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Como podemos observar en la gráfica anterior el color aumenta en los puntos donde ocurren las descargas del municipio de San Lorenzo, lo cual se debe principalmente a la disolución de materiales vegetales y materia orgánica en proceso de descomposición. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que se realizarón los muestreos y en que en el segundo no habia sevicio de agua en parte del municipio por lo tanto solo se estaba realizando descarga del colector 7, de ahí la diferencia que se observa en la gráfica.

TURBIEDAD: Es producida por materias en suspensión como arcilla, materia orgánica e inorgánica, plancton etc. La turbiedad es la expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra.

Gráfica 17 Turbiedad Quebrada Santa Lucia

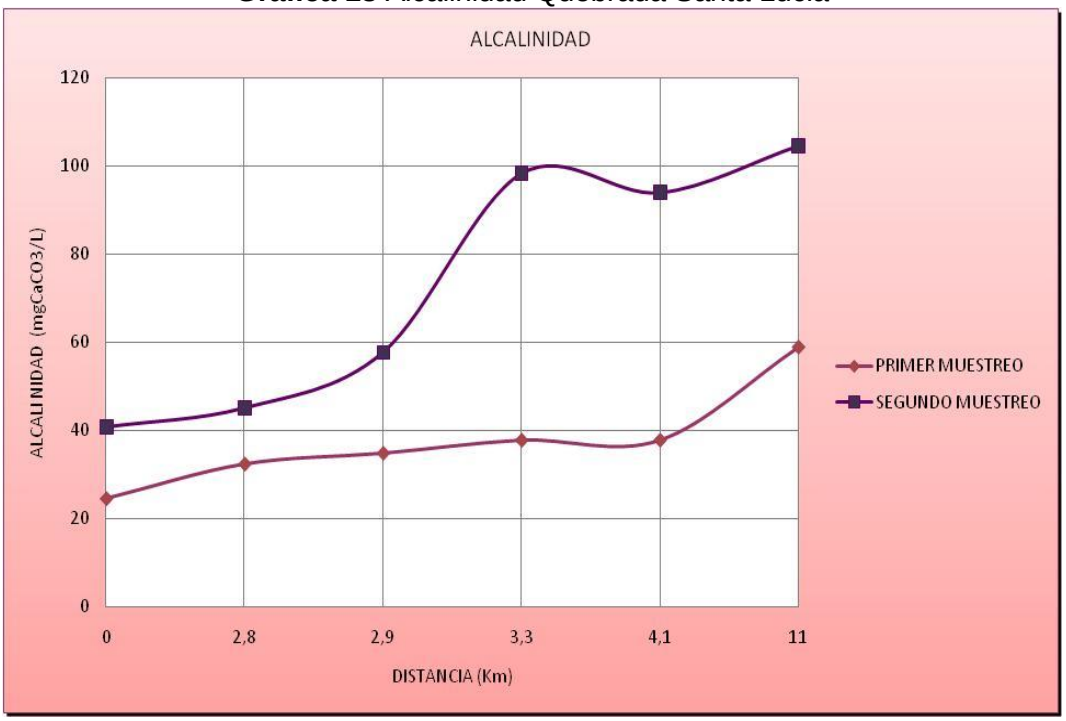


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

De acuerdo con la gráfica, el agua presenta una turbiedad alta en los puntos del casco urbano, 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 Sólidos suspendidos, debido principalmente a las descargas de vertimientos. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que fue realizado. El dia en que se realizo el muestreo 2 no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en la gráfica.

ALCALINIDAD: Es la capacidad que tiene el agua de neutralizar un acido

Gráfica 18 Alcalinidad Quebrada Santa Lucia

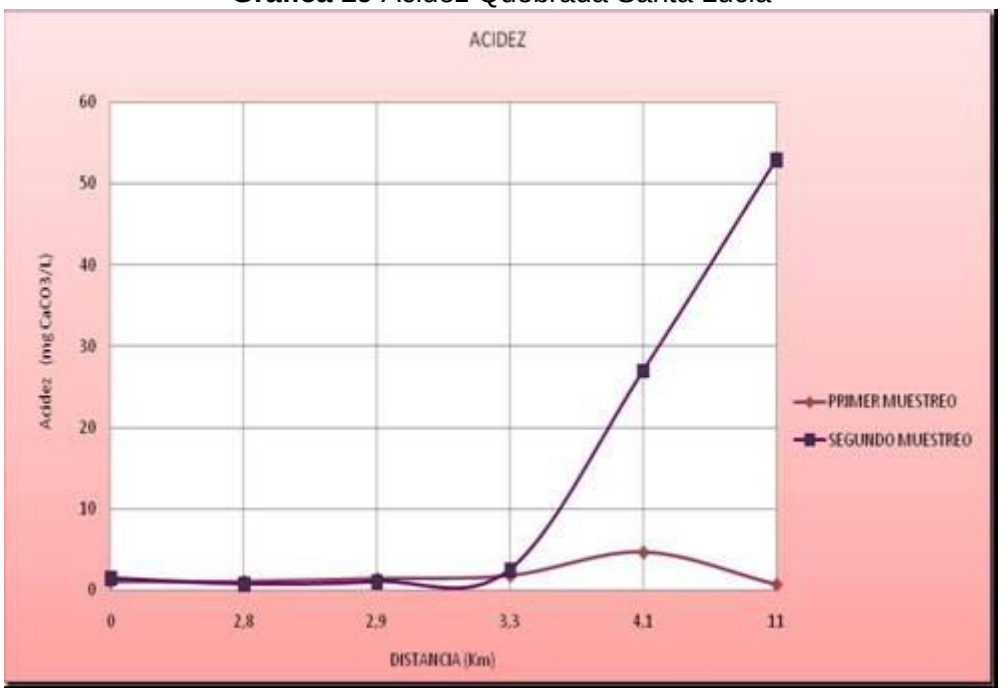


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Como se observa en la gráfica la alcalinidad a lo largo del cauce va incrementandose, es decir que hay presencia de hidróxidos, bicarbonatos y/o carbonatos en solución, debido principalmente a las descargas de vertimientos. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que fue realizado, y que en el dia del segundo muestreo no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en la gráfica.

ACIDEZ: Es la capacidad del agua para neutralizar una base.

Gráfica 19 Acidez Quebrada Santa Lucia

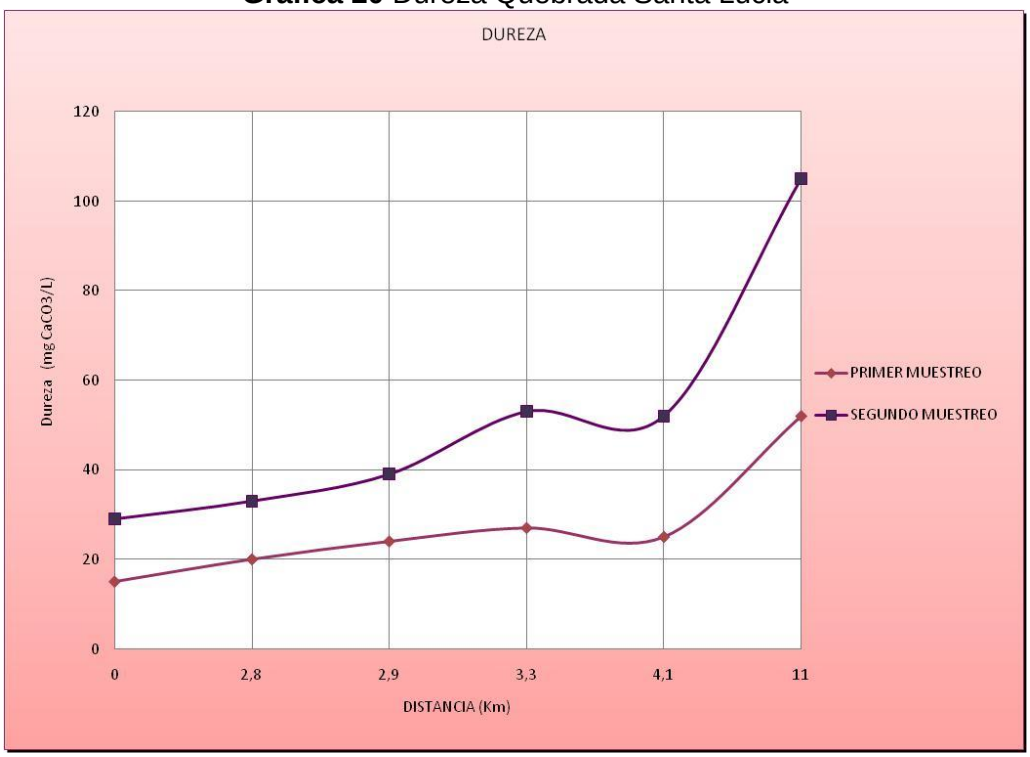


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Como se observa en la grafica se evidencia incrementos en los valores de la acidez principalmente en el segundo muestreo. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que fue realizado, y que en el dia del segundo muestreo no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en la gráfica.

DUREZA: Concentración de cationes metálicos multivalentes en solución principalmente Calcio y Magnesio.

Gráfica 20 Dureza Quebrada Santa Lucia

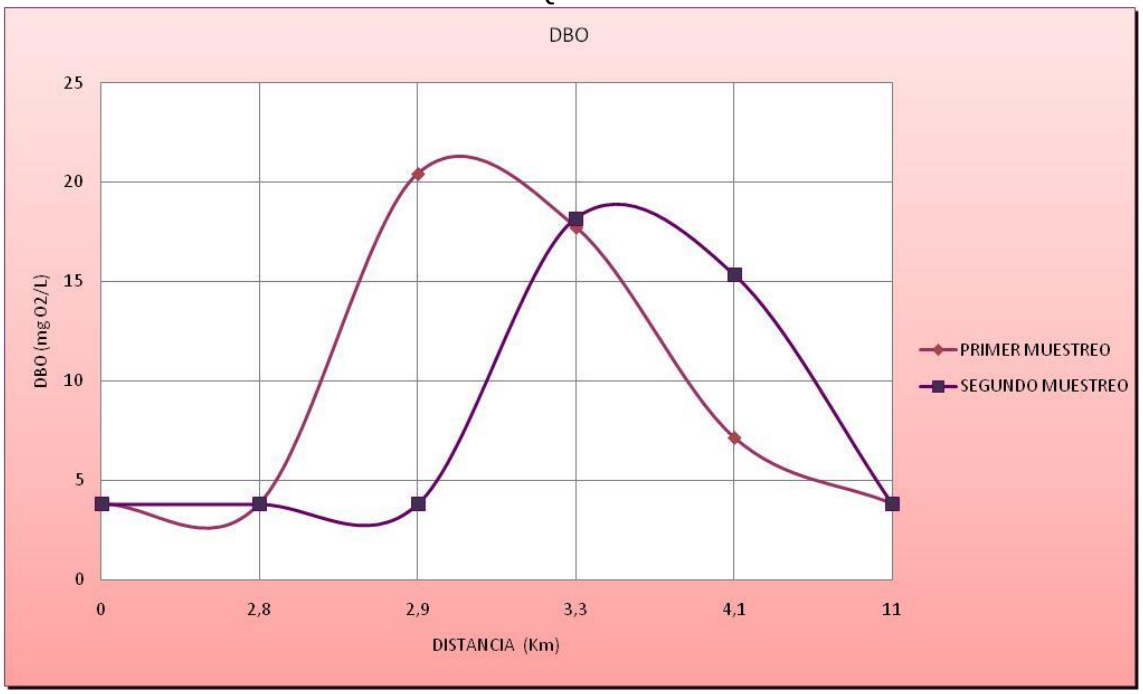


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Se evidencia presencia de dureza a lo largo del cauce, lo cual nos indica que hay contenido de minerales, en particular sales de magnesio y calcio, debido a las descargas de vertimientos. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que fue realizado, y que en el dia del segundo muestreo no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en la gráfica.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO): Cantidad de oxígeno requerida para la descomposición de la materia orgánica biológicamente degradable.

Gráfica 21 DBO Quebrada Santa Lucia

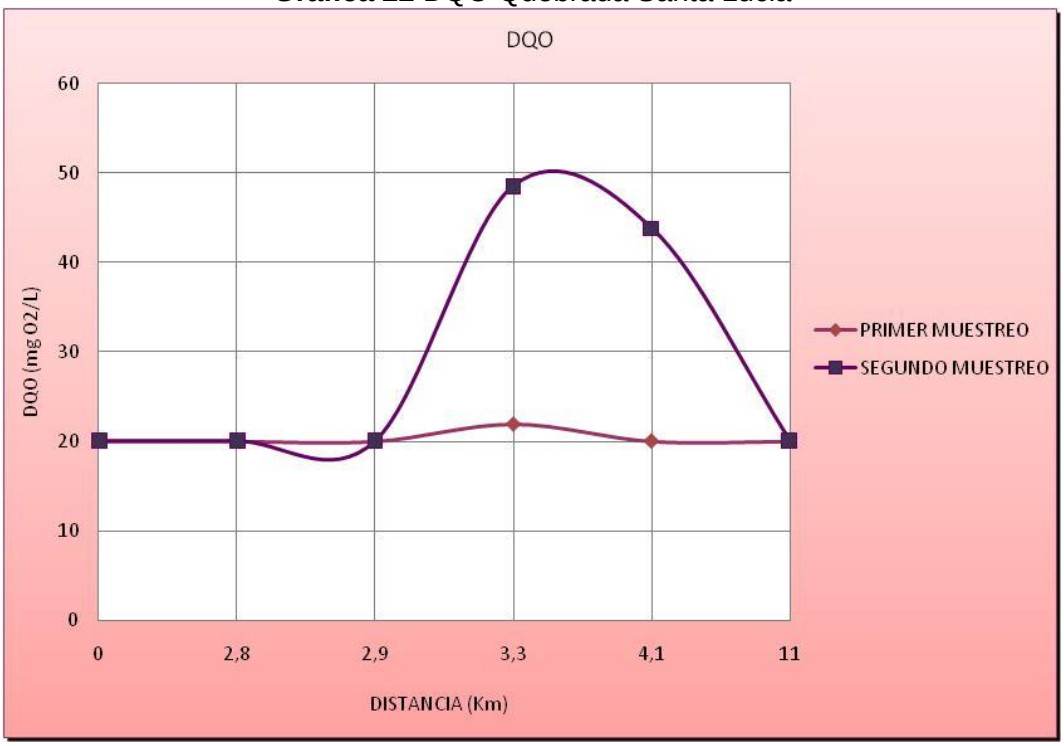


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Como se observa en la gráfica la DBO al inicio es baja lo que nos evidencia que en estos puntos hay un bajo contenido de materia orgánica biodegradable, en los puntos del Casco Urbano 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 la DBO vuelve a sus condiciones iniciales debido al aporte de aguas de Quebradas Naturales al cauce principal. Para el muestreo 2 la carga de DBO es mayor despues del ultimo vertimiento debido a que el dia del muestreo no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en la gráfica.

DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO): Mide el oxigeno equivalente necesario para oxidar químicamente las sustancias orgánicas e inorgánicas presentes en un agua.

Gráfica 22 DQO Quebrada Santa Lucia

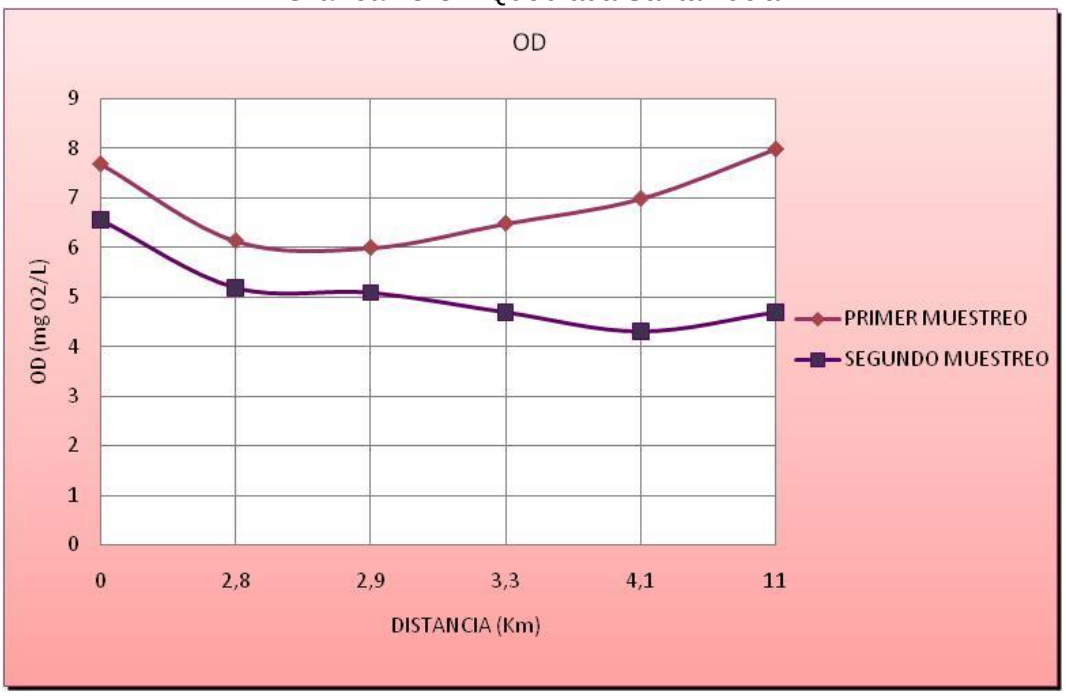


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

De acuerdo con la gráfica, podemos concluir que al inicio el agua presenta una Demanda Química de Oxigeno baja lo cual nos indica que el contenido de materia orgánica e inorgánica es baja, la DQO mas alta se presenta en el punto del Casco Urbano debido al vertimiento de aguas residuales lo cual ocasiona que el contenido de materia orgánica e inorgánica aumente es decir hay presencia de contaminantes biodegradables y no biodegradables, al final de la quebrada la DQO baja debido al aporte de Quebradas Naturales al cauce. Para el muestreo 2 la carga de DQO es mayor debido a que el dia del muestreo no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en la gráfica.

OXIGENO DISUELTO (OD): Concentración de oxígeno solubilizado en un líquido.

Gráfica 23 OD Quebrada Santa Lucia



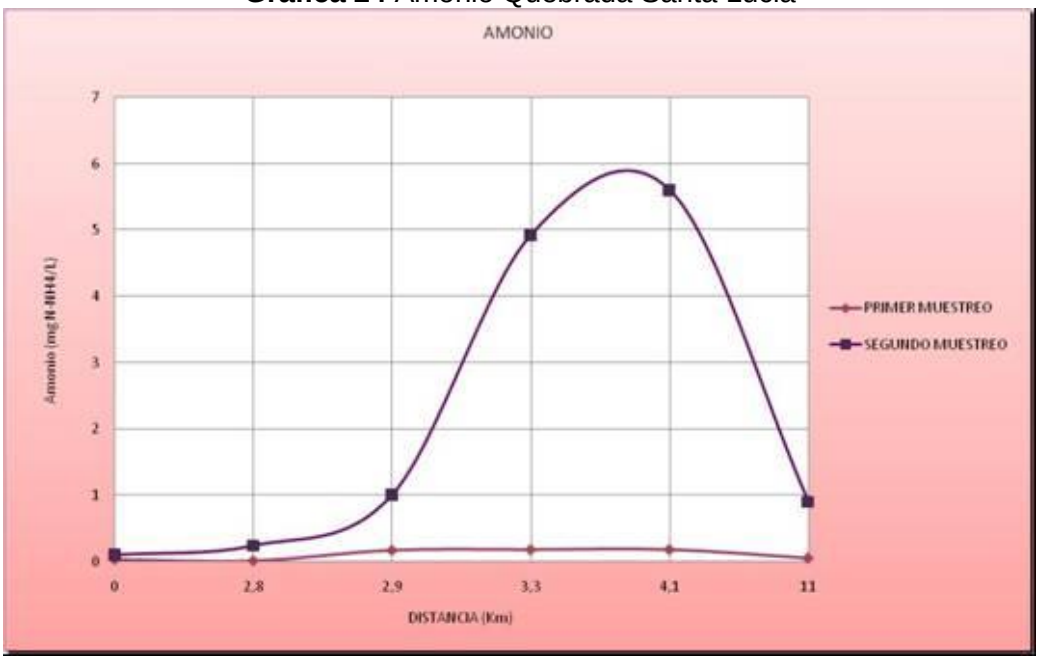
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Como se puede observar en el gráfico en el inicio la cantidad de oxígeno disuelto es alta por lo tanto podemos decir que la contaminación es baja, la concentración más baja de OD se presenta en el Casco Urbano por lo que podemos concluir la posible presencia de materia orgánica e inorgánica sin descomponer, lo cual hace que se presente una posible contaminación en estos puntos, al final del cauce debido a la pendiente por la cual atraviesa la Quebrada y al aporte de aguas de las diferentes Quebradas Naturales la cantidad de Oxígeno disuelto se incrementa nuevamente, razón por la cual en la parte baja la contaminación es baja. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que fue realizado y que además el dia del segundo muestreo no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en la gráfica.

AMONIO: Se generan principalmente como el resultado de excreciones o desechos de origen animal. Las aguas superficiales bien aireadas por lo general contienen concentraciones bajas de amonio.

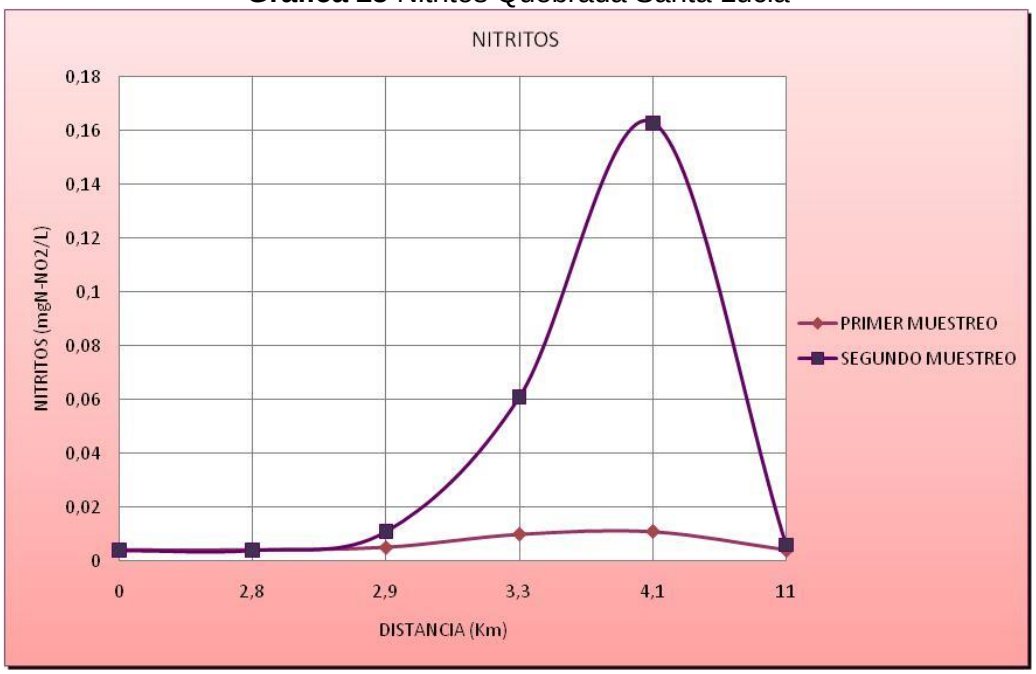
NITRITO Y NITRATOS: Se encuentran en la naturaleza y se forman por la descomposición de compuestos nitrogenados. Los niveles de nitratos en aguas superficiales son generalmente bajos.

Gráfica 24 Amonio Quebrada Santa Lucia



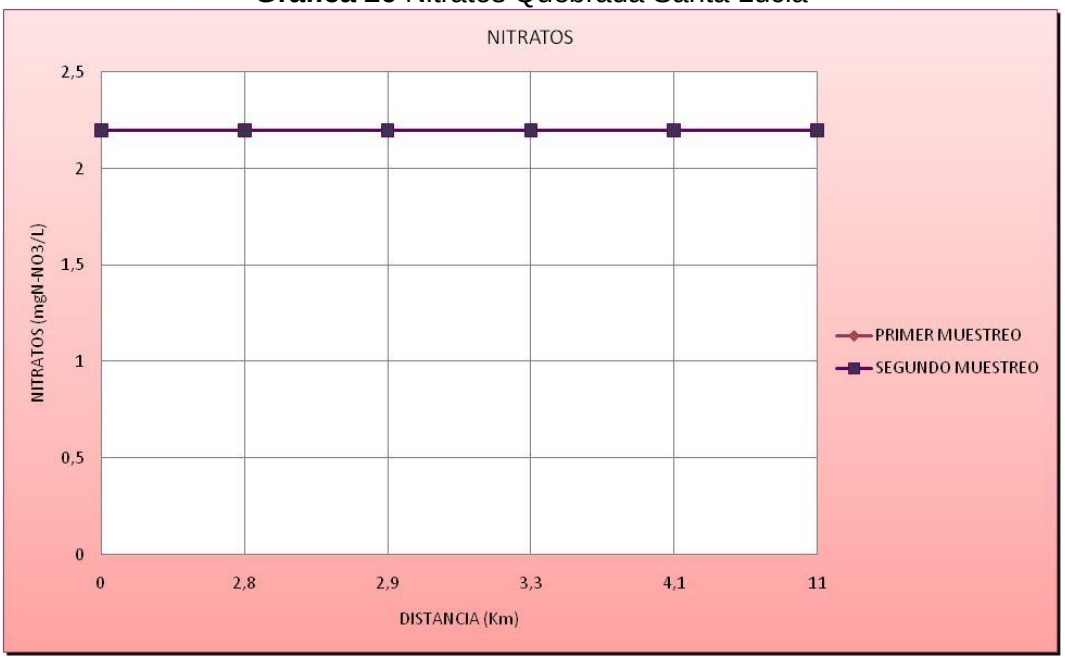
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 25 Nitritos Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 26 Nitratos Quebrada Santa Lucia

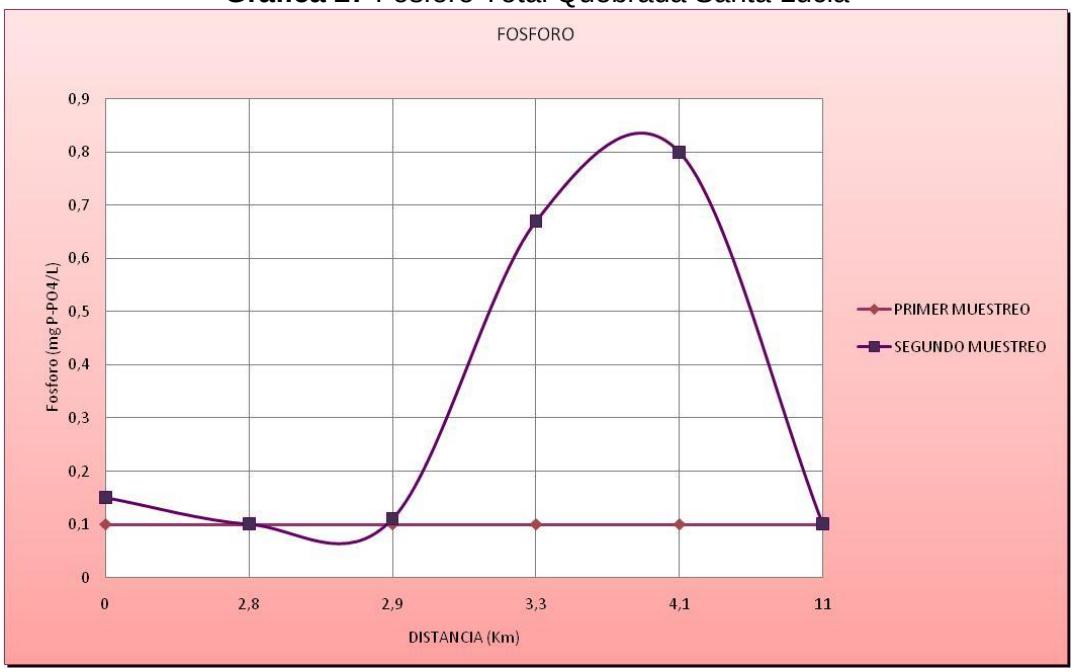


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

La concentración de amonio, nitritos a lo largo de cauce presenta fluctuaciones bajas y el valor de nitratos es constante, por lo cual concluimos que hay ausencia de toxicidad y de eutrofización y en general un bajo grado de contaminación de Nitrógeno en el cauce. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que fue realizado y que además el dia del segundo muestreo no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en la gráfica.

FOSFORO: El fósforo es un elemento químico, el cual se encuentra de forma natural en la tierra y está ampliamente distribuido en combinación con otros elementos y minerales.

Gráfica 27 Fosforo Total Quebrada Santa Lucia

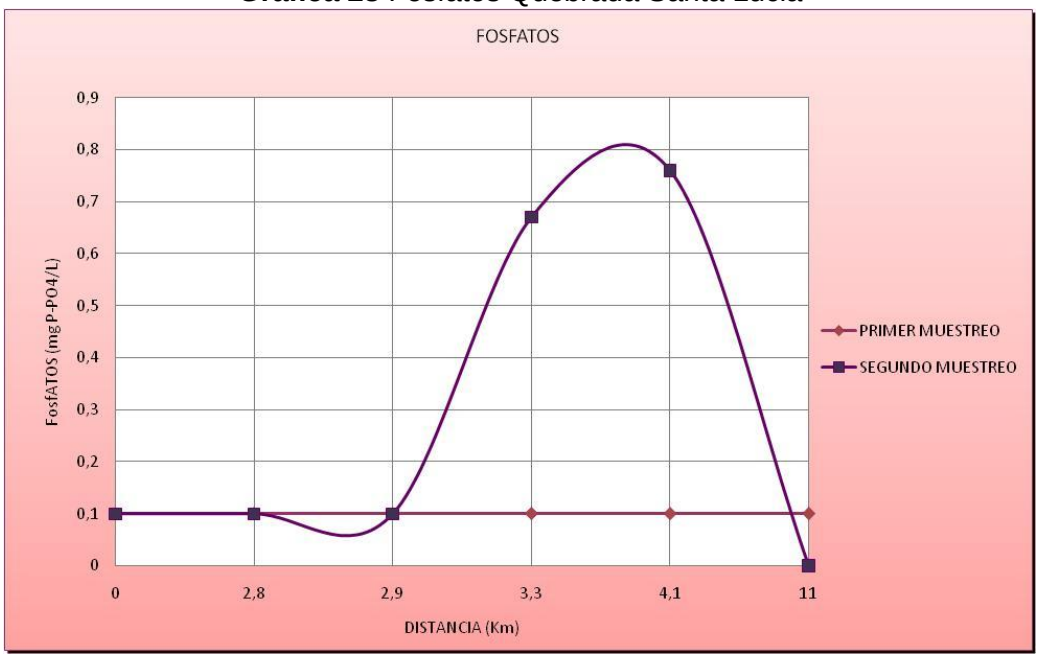


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

De acuerdo con el grafico, en la mayor parte del cauce la presencia de fosforo es baja a excepción del segundo muestreo, la diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que fue realizado y que además el dia del segundo muestreo no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en la gráfica.

FOSFATO: El fosfato es un compuesto natural, esencialmente sales que contienen fósforo y otros minerales.

Gráfica 28 Fosfatos Quebrada Santa Lucia

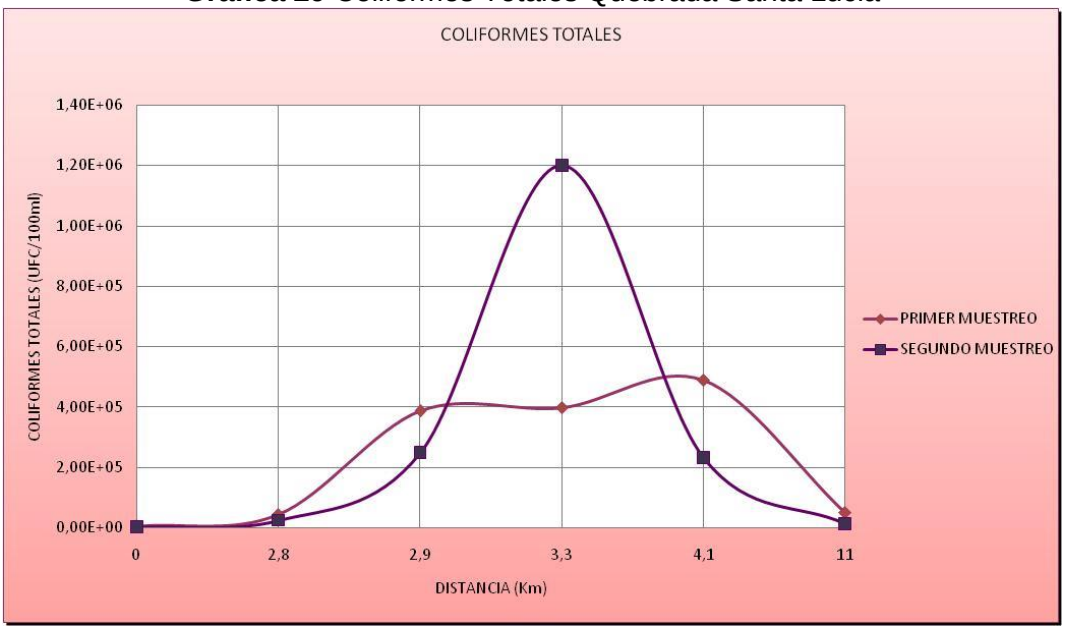


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

La concentración de fosfatos a lo largo del cauce es relativamente baja, a excepción del segundo muestreo, en donde la diferencia entre los resultados se debe a la epoca en la que fue realizado y que además el dia del segundo muestreo no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en la gráfica.

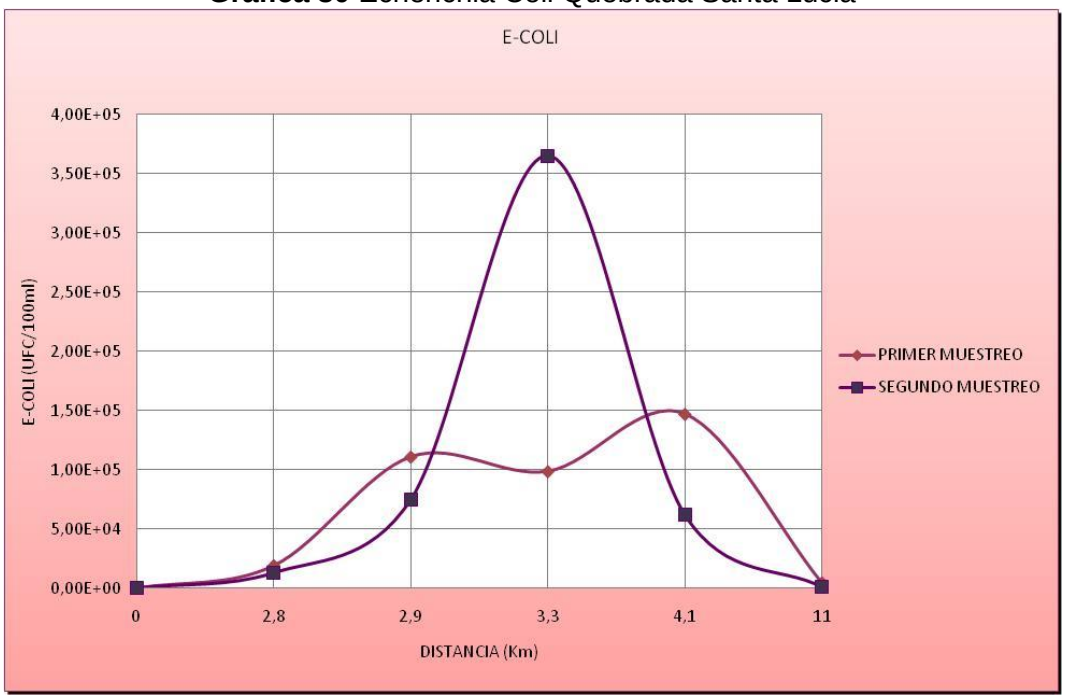
COLIFORMES TOTALES Y ESCHERICHIA COLI: Especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas de importancia relevante como indicadores de contaminación del agua.

Gráfica 29 Coliformes Totales Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 30 Echerichia Coli Quebrada Santa Lucia

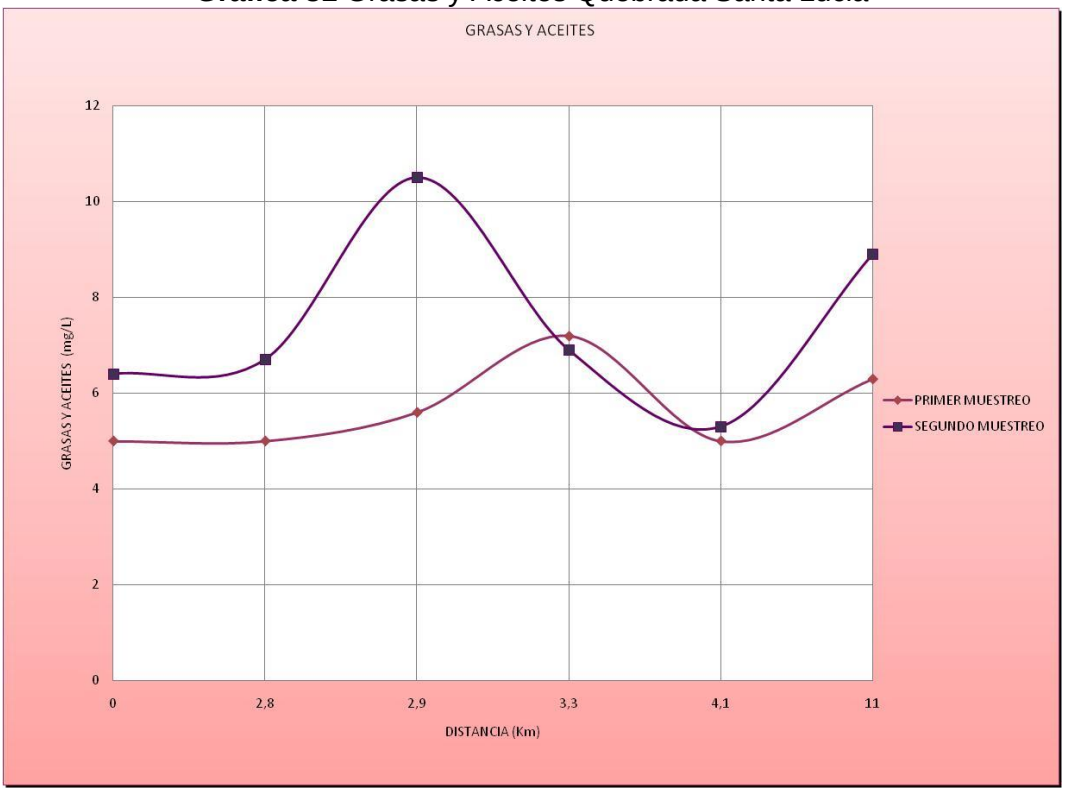


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

En las graficas podemos observar que el punto mas alto para estos parámetros se presenta en el Casco Urbano debido al vertimiento de aguas residuales domesticas, se presenta una alta concentración de echericia coli lo cual nos indica la presencia de contaminación debido a materia fecal. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que fue realizado y que además el dia del segundo muestreo no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en la gráfica.

GRASAS Y ACEITES: Son compuestos orgnaicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, asi como los hidrocarburos del petróleo. Las sustancias grasas se clasifican en grasa y aceites, teniendo en cuenta su origne el cual puede ser animal o vegetal.

Gráfica 31 Grasas y Aceites Quebrada Santa Lucia



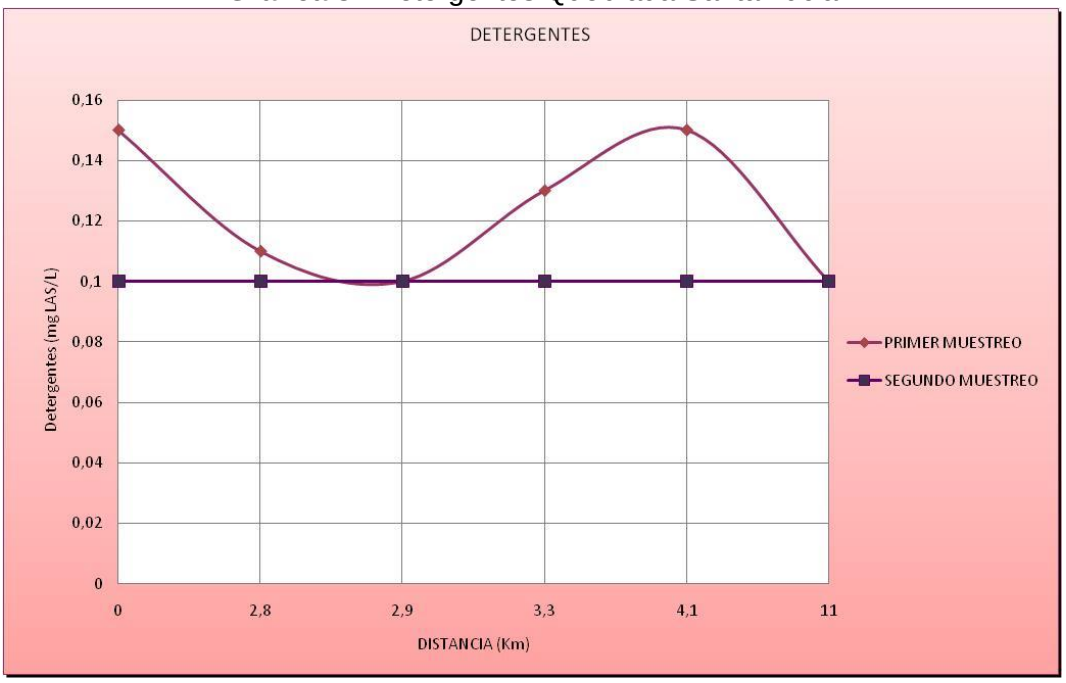
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Como se observa en la grafica en la parte alta la presencia de grasas y aceites es baja, en la parte del casco urbano se evidencia un incremento debido a los vertimientos de aguas residuales. La diferencia entre los resultados de los muestreos se debe a la epoca en la que fue realizado y que además el dia del segundo muestreo no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual

los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en la gráfica.

DETERGENTES; Tensoactivos, es decir, sustancias que incluyen por medio de la tensión superficial, estos detergentes se encuentran presentes en las aguas limpias y residuales principalmente debido a la descarga de residuso acuosos de lavado doméstico e indutrial de ropa y otras operaciones de limpieza.

Gráfica 32 Detergentes Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

En las graficas podemos evidenciar que la cantidad de detergentes es baja, donde la diferencia entre los resultados se debe a la epoca en la que fue realizado y que además el dia del segundo muestreo no se estaba prestando el servicio de agua en algunas partes del municipio por lo cual los vertimientos se estaban realizando por un solo colector tal como se evidencia en la gráfica.

6.8.2 INDICE DE CALIDAD ICA

Utilizado para evaluar la calidad del agua de una fuente hídrica por medio de la valoración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que indican mediante un rango numérico que va de cero (0) a cien (100), si el agua es de pésima o excelente calidad para la satisfacción de los distintos usos incluyendo el desarrollo biológico y buen desempeño de los ecosistemas dependientes del cuerpo hídrico.

Este índice a pesar de haber sido desarrollado en 1970 para las condiciones propias de una región o país, es ampliamente utilizado a nivel mundial, siendo validado y

adaptado por diferentes autores a condiciones específicas de los ríos o fuentes hídricas.

La metodología utilizada para el cálculo del ICA fue el de la Fundación Nacional de los Estados Unidos NSF, la cual tiene en cuenta la interrelación de nueve (9) parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales son:

- pH (en unidades de pH)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- Fosfatos (en mg PO4/L)
- Nitratos (en N–NO3/L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)
- Demanda Bioquímica de Oxigeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- Coliformes Fecales (en UFC/100ml)
- Turbiedad (en NTU)
- Temperatura (en ^{o}C)

Para evaluar y determinar las condiciones de calidad del agua de una Corriente Hídrica en distintos tramos o estaciones de muestreo, el ICA se clasifica en los siguientes rangos:

Tabla 27 Clasificación Calidad De Agua Según El ICA

ICA		
VALOR	**CALIDAD DEL AGUA**	**COLOR**
91 – 100	EXCELENTE	
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 establece condiciones óptimas para la satisfacción de los usos demandados.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas, además de condicionar algunos usos.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación. Limita los usos

Las aguas con un "ICA" que caen en categoría "Pésima" pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella.

Para determinar el valor del "ICA" en un punto deseado es necesario tener las mediciones de los 9 parámetros implicados en el cálculo del Índice los cuales son: pH, Solidos Disueltos, Fosfatos, Nitratos, Oxigeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxigeno, Coliformes Fecales, Turbiedad, Temperatura.Además es importante tener en cuenta los valores del peso relativo de cada uno de los 9 parámetros, tal como se indicaen la siguiente tabla:

Tabla 28 Pesos Relativos Por Cada Parámetro ICA

Parámetro	Peso Relativo (W)
Coliformes fecales	0,15
pH	0,12
DBO5	0,1
Nitratos	0,1
Fosfatos	0,1
Temperatura	0,1
Turbidez	0,08
Solidos DT	0,08
Oxigeno Disuelto	0,17

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

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

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

Donde:

- Wi: Pesos relativos asignados a cada parámetro (Subi), y ponderados entre 0 y 1,de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.
- Subi: Subíndice del parámetro i.

El cálculo de los "ICA" se realizó mediante técnicas multiplicativas, que son mucho más sensibles a la variación de los parámetros, reflejando con mayor precisión un cambio decalidad. Es por esta razón que la técnica que se aplicará en este estudio es la multiplicativa (Ecuación 2).

Para determinar el valor del "ICA" es necesario sustituir los datos en la ecuación 2 obteniendo los Subíndices (Subi) a partir del análisis de las gráficas diseñadas en lametodología NSF con sus respectivas adaptaciones. Los valores se elevan por sus respectivos Pesos Relativos asignados (Wi) y se multiplican los 9 resultados obteniendo de esta manera el "ICA".

El ICA de la Quebrada Santa Lucia, se calculó para cada una de las seis (6) estaciones o puntos de muestreo sobre el cauce principal de la Quebrada, eligiendo como escenario más representativo, la jornada del 28 de mayo de 2014, que como se pudo constatar en el Perfil de Calidad, presenta el escenario de deterioro y alteración del recurso hídrico mas critico.

A continuación se presentan los ICAS calculados para cada estación o punto de muestreo sobre el Cauce Principal de la Quebrada Santa Lucia, con su respectiva tabla de cálculo y análisis de resultados:

- ***Punto de Muestreo ES_QSL1 PARTE ALTA QUEBRADA SANTA LUCIA***

Tabla 29 ICA Punto de Muestreo ES_QSL1 ANTES BOCATOMA

PARTE ALTA QUEBRADA SANTA LUCIA				
Parametro	**Peso Relativo (W)**	**RESULTADO LAB**	**Subindice (I)**	**ICA**
coliformes fecales	0,15	661	24,39	1,61
pH	0,12	7,12	89,4	1,71
DBO_5	0,1	3,8	65,08	1,52
Nitratos	0,1	2,2	89	1,57
Fosfatos	0,1	0,1	94	1,58
Temperatura	0,1	18,1	45,32	1,46
Turbidez	0,08	16,6	65,78	1,40
Solidos DT	0,08	100	85	1,43
Oxigeno Disuelto	0,17	7,68	90,6	2,15
TOTAL	**1**	**ICA**		**65,16**

La calidad de agua en este punto es **REGULAR**, debido a que hay presencia de coliformes fecales en el agua, las cuales pueden ser de origen humano o animal. Los demás parámetros están dentro de los límites permisibles los cual nos indica que no están causando alteración a la calidad del agua.

- ***Punto de Muestreo ES_QSL6 DESPUES QUEBRADA EL CHAMIZO***

Tabla 30 ICA Punto de Muestreo ES_ QSL6 DESPUES QUEBRADA EL CHAMIZO

DESPUES QUEBRADA CHAMIZO				
Parametro	**Peso Relativo (W)**	**RESULTADO LAB**	**Subindice (I)**	**ICA**
coliformes fecales	0,15	19600	8,08	1,37
pH	0,12	7,61	86,95	1,71
DBO_5	0,1	3,8	65,08	1,52
Nitratos	0,1	2,2	89	1,57
Fosfatos	0,1	0,1	94	1,58
Temperatura	0,1	18,6	49,96	1,48
Turbidez	0,08	35,3	48,82	1,36
Solidos DT	0,08	116,8	82,65	1,42
Oxigeno Disuelto	0,17	6,13	94,725	2,17
TOTAL	**1**	**ICA**		**54,54**

La calidad del agua es **REGULAR**, en este punto se comienzan a presentar vertimientos puntuales de viviendas razón por la cual las coliformes fecales aumentan, además la turbiedad en la Quebrada aumenta debido al arrastre de solidos, ocasionando así una alteración en la calidad del agua de la Quebrada

- ***Punto de Muestreo ES_QSL7 DESPUES COLECTOR 3***

Tabla 31 ICA Punto de Muestreo ES_ QSL7 DESPUES COLECTOR 3

DESPUES COLECTOR 3				
Parametro	**Peso Relativo (W)**	**RESULTADO LAB**	**Subindice (I)**	**ICA**
coliformes fecales	0,15	111000	3	1,18
pH	0,12	7,59	87,05	1,71
DBO_5	0,1	20,43	11,656	1,28
Nitratos	0,1	2,2	89	1,57
Fosfatos	0,1	0,68	59,2	1,50
Temperatura	0,1	19,4	49,96	1,48
Turbidez	0,08	33,7	49,78	1,37
Solidos DT	0,08	109,5	83,67	1,42
Oxigeno Disuelto	0,17	5,99	94,36	2,17
TOTAL	**1**	**ICA**		**37,87**

La calidad del agua es **MALA**, en este punto se presenta una variación significativa en las concentraciones de todos los parámetros que se tienen en cuenta para el cálculo del ICA influyendo además en la disminución de los Subíndices. Esto se debe principalmente, a las tres (3) descargas puntuales al cauce prinicpal de vertimientos de aguas residuales provenientes del casco urbano, lo cual altera la calidad del agua.

- ***Punto de Muestreo ES_QSL9 DESPUES COLECTOR 7***

Tabla 32 ICA Punto de Muestreo ES_ QSL9 DESPUES COLECTOR 7

DESPUES COLECTOR 7				
Parametro	**Peso Relativo (W)**	**RESULTADO LAB**	**Subindice (I)**	**ICA**
coliformes fecales	0,15	98800	4,08	1,23
pH	0,12	7,47	87,65	1,71
DBO_5	0,1	17,73	15,632	1,32
Nitratos	0,1	2,2	89	1,57
Fosfatos	0,1	0,68	59,2	1,50
Temperatura	0,1	19,9	34,6	1,43
Turbidez	0,08	19,9	60,17	1,39
Solidos DT	0,08	108	83,88	1,43
Oxigeno Disuelto	0,17	6,48	96,06	2,17
TOTAL	**1**	**ICA**		**40,13**

La calidad del agua es **MALA**, en este punto se presenta una variación significativa en las concentraciones de todos los parámetros que se tienen en cuenta para el cálculo del ICA influyendo además en la disminución de los Subíndices. Esto se debe principalmente, a las descargas puntuales de vertimientos de aguas residuales provenientes del casco urbano lo cual altera la calidad del agua

- ***Punto de Muestreo ES_QSL10 ANTES QUEBRADA EL SALADO***

Tabla 33 ICA Punto de Muestreo ES_ QSL10 ANTES QUEBRADA EL SALADO

ANTES QUEBRADA SALADO				
Parametro	**Peso Relativo (W)**	**RESULTADO LAB**	**Subindice (I)**	**ICA**
coliformes fecales	0,15	145000	3	1,18
pH	0,12	7,54	87,3	1,71
DBO_5	0,1	7,14	46,44	1,47
Nitratos	0,1	2,2	89	1,57
Fosfatos	0,1	0,1	94	1,58
Temperatura	0,1	20,7	36,4	1,43
Turbidez	0,08	20,2	59,84	1,39
Solidos DT	0,08	126	81,360	1,42
Oxigeno Disuelto	0,17	6,98	92,748	2,16
TOTAL	**1**	**ICA**		**44,56**

La calidad del agua es **MALA**, en este punto se presenta una variación significativa en las concentraciones de todos los parámetros que se tienen en cuenta para el cálculo del ICA influyendo además en la disminución de los Subíndices. Esto se debe principalmente, a que en este punto ya se han recibido las descargas puntuales de los

siete vertimientos de aguas residuales provenientes del casco urbano lo cual altera la calidad del agua

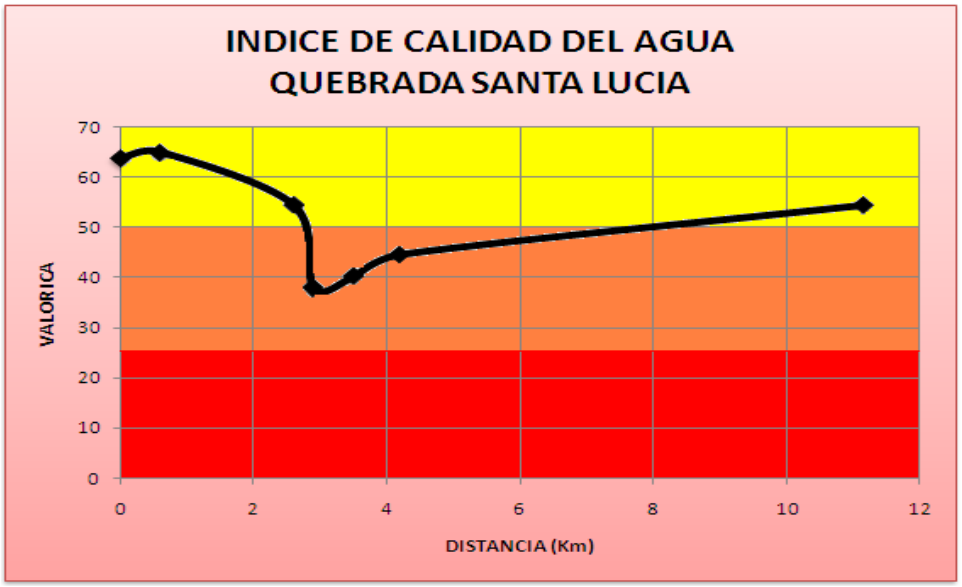
- ***Punto de Muestreo ES_QSL19 DESEMBOCADURA RIO JUANAMBU***

Tabla 34 ICA Punto de Muestreo ES_ QSL19 DESEMBOCADURA RIO JUANAMBU

DESEMBOCADURA RIO JUANAMBU				
Parametro	**Peso Relativo (W)**	**RESULTADO LAB**	**Subindice (I)**	**ICA**
coliformes fecales	0,15	5100	14	1,49
pH	0,12	7,82	85,9	1,71
DBO_5	0,1	3,8	65,08	1,52
Nitratos	0,1	2,2	89	1,57
Fosfatos	0,1	0,1	94	1,58
Temperatura	0,1	19,9	24,92	1,38
Turbidez	0,08	40	46	1,36
Solidos DT	0,08	136,2	79,93	1,42
Oxigeno Disuelto	0,17	7.98	91,672	2,16
TOTAL	**1**	**ICA**		**54,46**

La calidad del agua se mantiene en **REGULAR**, es decir que hay un óptimo proceso de asimilación y autodepuración de la Quebrada Santa Lucia, debido principalmente a la ausencia de vertimientos puntuales continuos sobre la corriente, a la oxigenación debida a la presencia de piedras en el cauce y al aporte de caudal por parte de afluentes naturales en buenas condiciones a la Quebrada.

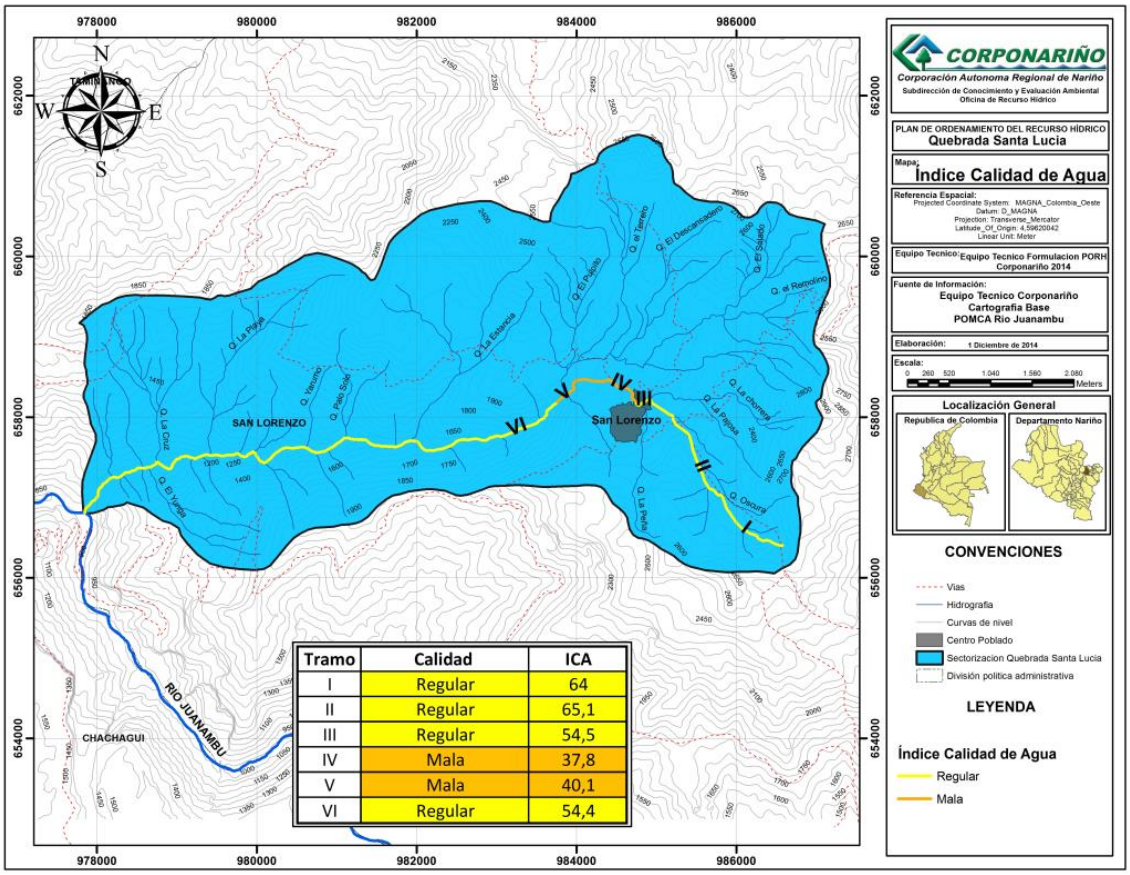
Gráfica 33 Perfil de Calidad Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Con base en los resultados del muestreo fisicoquimico de agua de la Quebrada Santa Lucia, se realiza el calculo del indice de calidad, en el cual evidencia que en la parte alta la calidad del agua es regular, debido a que hay presencia de coliformes fecales en el agua, las cuales pueden ser de origen humano o animal, además el arrastre de sólidos a lo largo del cauce hace que los sólidos suspendidos totales y la turbiedad sean representativas, en la parte media la calidad del agua es mala a partir del punto donde empiezan las descargas puntuales de vertimientos de aguas residuales del municipio de San Lorenzo los cuales son siete, en la parte baja la calidad del agua es buena, es decir que hay un proceso de asimilación y autodepuración, lo cual se debe principalmente a la ausencia de vertimientos sobre la corriente, tambien hay aporte de caudal por parte de afluentes naturales en buenas condiciones y además la Quebrada atraviesa casi 5Km de cañon donde la contaminación es minima.

Mapa 16 Indice de Calidad de Agua de la Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

6.9 DIAGNOSTICO HIDROBIOLOGICO DE CALIDAD DEL AGUA

6.9.1 MARCO CONTEXTUAL

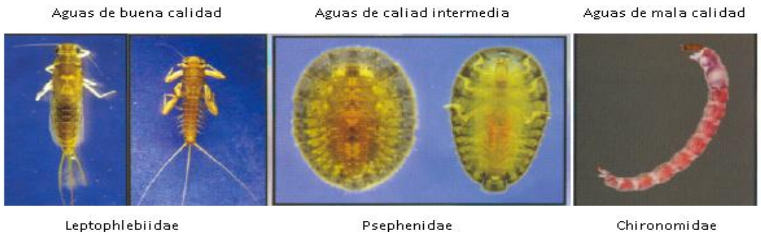
En la actualidad la mayoría de metodologías de estudio y seguimiento de la calidad de aguas están basadas casi exclusivamente en análisis fisicoquímicos que a pesar de aportar información valiosa tiene como principal desventaja el hecho de presentar

resultados puntuales en el tiempo, por lo que se hace necesario la exploración e implementación de nuevas opciones (Alonso, A.2005).

El seguimiento y evaluación de una comunidad biológica puede presentarse como una alternativa, ya que su estructura funcional integra el efecto de muchos factores ambientales y, además, necesita de un tiempo más o menos prolongado para recuperarse tras sufrir una perturbación, de tal forma que una alteración de la estructura de la comunidad con respecto a las condiciones naturales, puede ser indicativa de una perturbación sufrida tiempo atrás o que aún está afectando a la comunidad y que para determinados procesos de contaminación esporádica son detectados, mejor por medio de un seguimiento biológico que fisicoquímico (Alonso, A.2005).

Con base en lo anterior y entendiendo la importancia de complementar y enriquecer los análisis desde un punto de vista biológico, la Corporación Autónoma Regional de Nariño, busca construir una visión integral del agua como recurso tanto en entidades públicas y privadas como en la comunidad en general. Para ello implementa dentro de la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) vigencia 2014, un criterio hidrobiológico difundido y aplicado a nivel mundial que utiliza los macroinvertebrados acuáticos (Figura 15) como indicadores de calidad a través del índice BMWP (Biological Monitoring Working Party Score System), el cual ha demostrado eficacia en la detección de puntos de alteración y en el cartografiado de la calidad de las aguas por presentar características únicas y ventajosas frente a otros métodos tales como: tener una amplia distribución (geográfica y en diferentes tipos de ambientes), gran riqueza de especies con diversidad de respuestas a los gradientes ambientales, ser en su mayoría sedentarios, lo que permite el análisis espacial de la contaminación, poder utilizar su reacción de huida (deriva) como indicador de contaminación, tener ciclos de vida largo reflejando contaminación en el tiempo, ser muestreados de forma sencilla y barata, disponer de una taxonomía en general bien conocida a nivel de familia y género, sensibilidad bien conocida de muchos taxa a diferentes tipos de contaminación y el uso de muchas especies en estudios experimentales sobre los efectos de la contaminación (Prat, N. 2009).

Figura 15 Macroinvertebrados representativos de aguas de buena, intermedia y mala calidad.

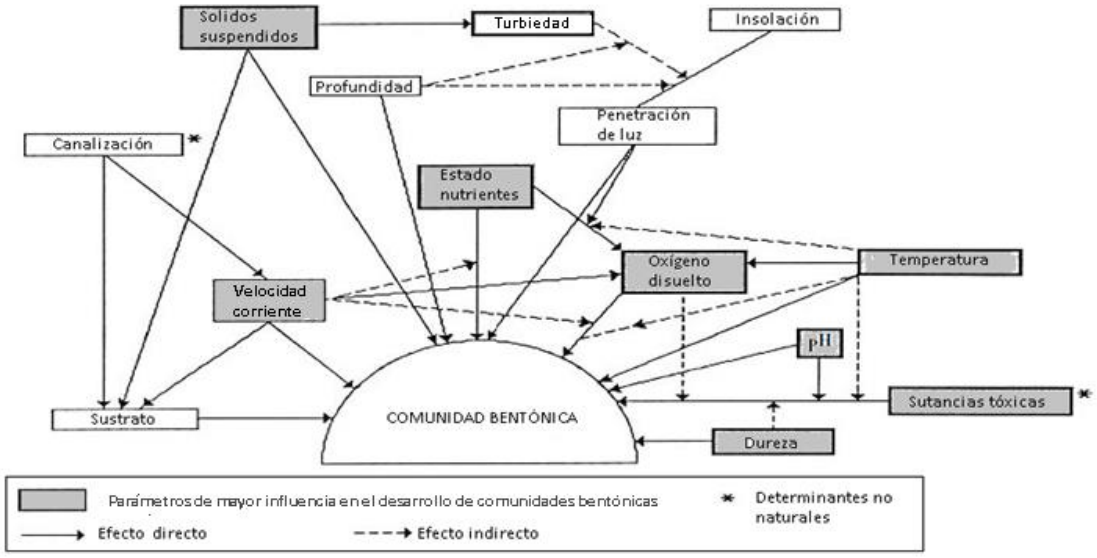


Fuente: Bioindicadores del agua, Springer M. 2007

6.9.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

El conocimiento de las condiciones climáticas y topográficas generales de la zona de estudio es de vital importancia en evaluaciones que representan una característica de tipo biológico ya que condicionan tanto los ciclos vitales de los seres vivos, como la dinámica de sus comunidades. Los parámetros físicos y químicos que determinan el desarrollo de los organismos vivos, están relacionados entre sí de forma compleja; un ejemplo se observa en los organismos que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos (comunidades bentónicas), donde intervienen múltiples factores que determinan su desarrollo, algunos de los cuales se afectan con mayor intensidad por algunos parámetros, como: Sólidos suspendidos, estado de los nutrientes, velocidad de la corriente, oxigeno disuelto, temperatura, pH, dureza y sustancias tóxicas (Figura 16).

Figura 16 Relación e influencia de parámetros físicos y químicos que determinan las comunidades bentónicas de un río.

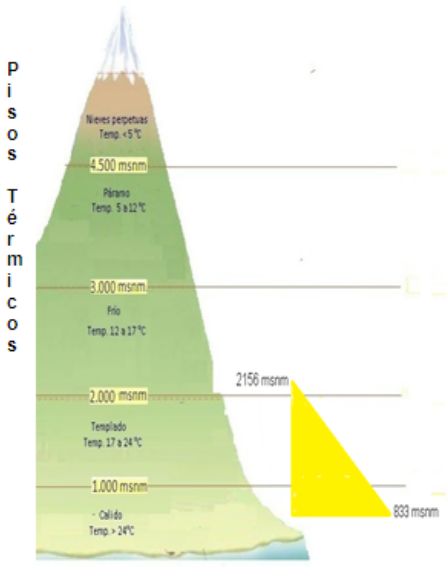


Fuente: *Biological monitoring of rivers* (Vol. 19). John Wiley & Sons. (2008)

Teniendo en cuenta lo anterior, en la fase de diagnóstico del PORH se realizaron salidas de campo en compañía del grupo de profesionales asignados para el desarrollo de este proceso, con el fin de identificar características de la microcuenca que permitan tener una aproximación del estado de disponibilidad del sustrato (limo, algas, tallos, hojas, etc.) con que se alimentan los macroinvertebrados, así: en relación con la cobertura vegetal (Cuadro 31), temperatura y clima en relación con los pisos térmicos y ubicación geográfica de la corriente hídrica (Cuadro 30), características físicas de la corriente (Cuadro 32) y usos del agua y afectaciones antrópicas de la microcuenca (Cuadro 33). Toda esta información se utiliza como referencia en el diseño de los muestreos ya que no solo las intervenciones antrópicas pueden hacer variar el desarrollo de las comunidades bentónicas sino los factores

ambientales y climáticos de la zona como condiciones de estado natural de la corriente (Segnini, S. 2003).

Cuadro 30 Piso térmicos que atraviesa la quebrada Santa Lucia y características generales del clima y temperaturas de la zona donde se ubica la microcuenca.

CARACTERISTICAS CLIMATICAS GENERALES	
	Situada sobre la cordillera occidental de los Andes, nace a los 2156 msnm y desemboca después de 11.1 km de recorrido en el Rio Juanambú una altura de 833msnm. Se ubica en la región ecuatorial, caracterizada por presentar regímenes de precipitaciones, humedades relativas e intensidades lumínicas altas. El cauce de la quebrada atraviesa tres pisos térmicos: Frio, Templado y Cálido característica especial que determina la temperatura de cada zona: • 12 a 17 °C en la parte alta • 17 a 24 °C en la zona media • >24°C en la parte baja.

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 31 Características generales de cobertura vegetal de la ronda hídrica discriminada por zonas

CARACTERISTICAS GENERALES DE COBERTURA VEGETALDE LA RONDA HÍDRICA		
ZONA ALTA	**ZONA MEDIA**	**ZONA BAJA**
Presencia de bosques primarios secundarios.	Presencia de pastos destinados a la ganadería y cultivos agrícolas. Atraviesa el casco urbano del municipio de San Lorenzo.	Presencia de bosque secundario.
		

.

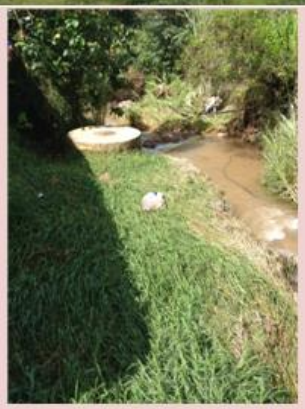
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 32 Morfología general y características físicas de la corriente.

CARACTERISTICA FISICAS DE LA CORRIENTE		
	Insolación	**Morfología general del Cauce y características del flujo de agua.**
Zona Alta	Baja. Cobertura vegetal densa.	Flujo turbulento por lecho rocoso y pendientes pronunciadas. Su ancho no supera el metro. Velocidad media de 0.35 m/s.
Zona Media	Luz solar directa	Flujo laminar, poca turbulencia y pendientes bajas. Su ancho oscila entre 1 y 3 metros aproximadamente. Velocidad media de 0.3 m/s.
Zona Baja	Baja. Atraviesa cañón de ranura.	Flujo turbulento, atraviesa zona de cañón, pendientes pronunciadas. Su ancho oscila entre 2 y 4 metros aproximadamente. Velocidad media de 0.4 m/s.

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 33 Usos del recurso hídrico y principales intervenciones antrópicas de la corriente.

INTERVENCIONES ANTROPICAS DE LA CORRIENTE		
Zona Alta		• Ganadería y agricultura.
Zona Media		• Asentamiento de actividad pecuaria y agrícola sobre la ronda hídrica. • Descarga directa de las aguas residuales municipales de San Lorenzo (2433 habitantes).7 puntos directas
Zona Baja		• Su topografía no permite un acceso fácil al cauce de la quebrada.

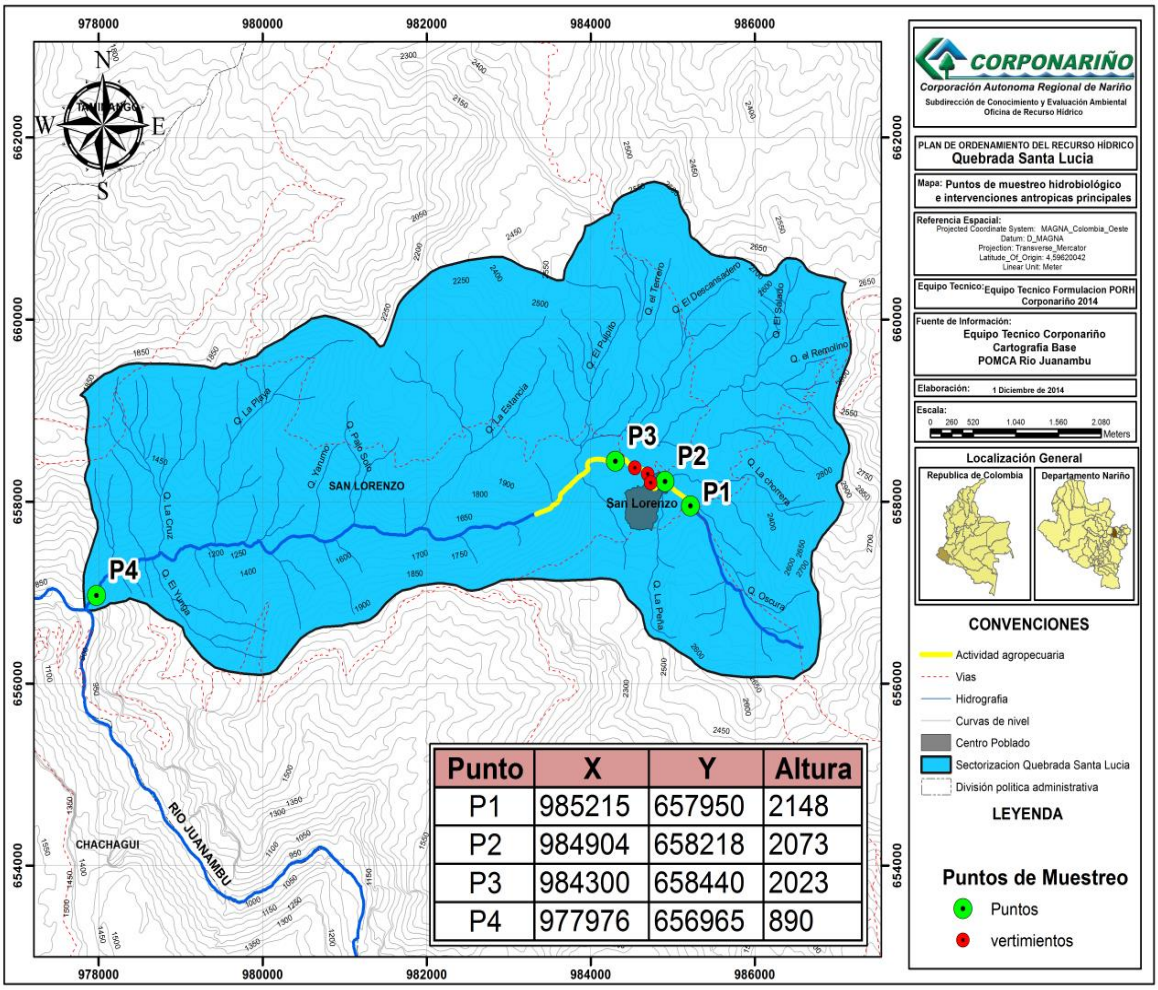
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

6.9.3 METODOLOGÍA

Planificación, diseño y ejecución del muestreo

Con referencia a las características medioambientales descritas anteriormente y de acuerdo con la información levantada en campo, se determinan los lugares para la realización de los muestreos correspondientes (Mapa 17), dando mayor importancia a los lugares donde se presenten intervenciones antrópicas (Cuadro 34).

Mapa 17 Ubicación geográfica de puntos de muestreo e intervenciones antrópicas



Punto	X	Y	Altura
P1	985215	657950	2148
P2	984904	658218	2073
P3	984300	658440	2023
P4	977976	656965	890

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 34 Criterios para determinar los puntos de evaluación de la calidad hidrobiológica del agua.

Puntos	Criterios para determinar los puntos de evaluación de la calidad hidrobiológica del agua	Características físicas del punto
1. Después Quebrada Chamizo	Determinar la calidad del agua en la parte alta (estado natural) como referente de evaluación de los demás puntos.	Aguas claras, de flujo lento y laminar Sin presencia de olores. Bosque primario y secundario. Material vegetal acumulado en las orillas y rocas de gran tamaño dentro de su cauce.
2 Parte Alta Quebrada Santa Lucia	Evaluar los efectos de la presencia de actividad pecuaria y de viviendas sobre la ronda hídrica. Determinar la calidad del agua en su ingreso al casco urbano.	Aguas claras de flujo laminar, presencia leve de olores sépticos. Viviendas sobre la ronda hídrica y descargas difusas de aguas residuales. Material vegetal acumulado en las orillas.
3 Desembocadura rio Juanambú	Evaluar la calidad del agua después de recibir las descargas de los colectores municipales de San Lorenzo.	Aguas turbias, turbulentas y presencia de olores sépticos fuertes. Pastos destinados a actividad pecuaria.
4 Después del Colector 7	Evaluar la capacidad de recuperación que alcanza la quebrada después de un recorrido de 5 km hasta su desembocadura en el rio Juanambú	Aguas claras, turbulentas y presencia leve de olores sépticos. Material vegetal acumulado en las orillas y rocas de gran tamaño dentro de su cauce.

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Metodología para la toma de muestras.

En los puntos de muestreo se tomó un área no mayor a 10 veces el cuadrado del ancho del rio, en este trayecto fueron identificados los diferentes microhábitats presentes, como: hojarasca, arena, grava y piedras; de cada uno de ellos se tomaron muestras. La unidad de esfuerzo fue de 45 minutos, se hizo captura manual con red de Surber (Figura 17). Las muestras extraídas se colocaron en una bandeja blanca y con ayuda de pinzas se extraen y trasladan los macroinvertebrados a recipientes con alcohol al 70%, rotulados con el número correspondiente de cada punto y nombre de la corriente para su posterior identificación en el laboratorio de Limnología de la Universidad de Nariño.

Figura 17 Captura de macroinvertebrados con red de Surber.



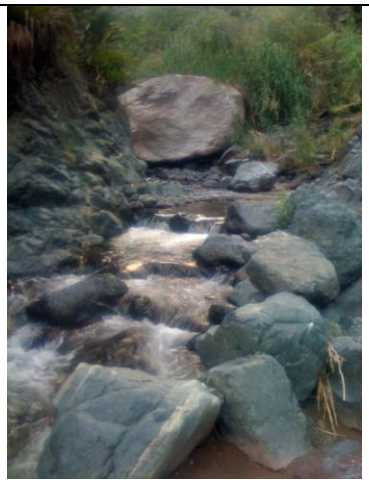
Figura 18 Esquema del proceso de recolección de macroinvertebrados bentónicos.



Trabajo de campo

Se realizaron dos muestreos en el año; uno correspondiente al período seco (Septiembre 30) y otro al período lluvioso (Diciembre 6), con el fin de identificar características propias de la corriente para cada temporada y establecer si existen variaciones significativas en los parámetros hidrobiológicos que influyan en el análisis de los resultados. Registros fotográficos de las salidas de campo se pueden observar en la Cuadro 35.

Cuadro 35 Registros fotográficos de las salidas de campo correspondientes a las dos jornadas realizadas.

<table>
<tr><td colspan="2">Jornada de muestreo septiembre 30</td></tr>
<tr><td>
Recolección macroinvertebrados desembocadura rio Juanambú.</td><td>
Recolección de Macroinvertebrados después de los vertimientos San Lorenzo.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Jornada de muestreo Diciembre 6</td></tr>
<tr><td>
Recolección macroinvertebrados desembocadura rio Juanambú.</td><td>
Recolección de Macroinvertebrados después de los vertimientos San Lorenzo.</td></tr>
</table>

6.9.4 RESULTADOS

Los ejemplares colectados se identificaron en el laboratorio con la ayuda de estereoscopios y de claves taxonómicas. Los individuos fueron depositados en la colección de macroinvertebrados del Laboratorio de Limnología de la Universidad de Nariño. Se registraron los datos de Clase, Orden, familia y la puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col (Roldán Pérez, G. A. 2003) para cada punto muestreado. (Cuadros 36 a 39)

.

Cuadro 36 Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los Macroinvertebrados para el punto 1 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias.

Punto 1				
Id	Clase	Orden	Familia	BMWP/Col
1	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	9
2	Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	9
3	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
4	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	7
5	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9
6	Insecta	Hemiptera	Gerridae	8
7	Insecta	Hemiptera	Veliidae	8
8	Insecta	Odonata	Gomphidae	10
9	Insecta	Plecoptera	Perlidae	10
10	Insecta	Trichoptera	Glossosomatidae	7
11	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	9
12	Insecta	Trichoptera	Odontoceridae	10
13	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	7



Clase: *Insecta*
Orden: *Coleoptera*
Familia: *Dytiscidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Plecoptera*
Familia: *Perlidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Diptera*
Familia: *Chironomidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Trichoptera*
Familia:
Odontoceridae

Cuadro 37 Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 2 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias.

Punto 2				
Id	Clase	Orden	Familia	BMWP/Col
1	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	9
2	Insecta	Coleoptera	Elmidae	6
3	Insecta	Coleoptera	Gyrinidae	9
4	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
5	Insecta	Diptera	Simuliidae	8
6	Insecta	Diptera	Tipulidae	3
7	Insecta	Hemiptera	Gerridae	8
8	Insecta	Hemiptera	Veliidae	8
9	Insecta	Odonata	Aeshnidae	6
10	Insecta	Odonata	Calopterygidae	7
11	Insecta	Odonata	Gomphidae	10
12	Insecta	Odonata	Libellulidae	6
13	Insecta	Plecoptera	Perlidae	10
14	Insecta	Trichoptera	Hydrobiosidae	9
15	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	7
16	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	7



Clase: *Turbellaria*
Orden: *Tricladida*
Familia: *Planariidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Odonata*
Familia: *Gomphidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Odonata*
Familia: *Aeshnidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Diptera*
Familia: Simuliidae

Cuadro 38 VClase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 3 y registro fotográficos de laboratorio de la familia identificada.

Punto 3				
Id	Clase	Orden	Familia	BMWP/Col
1	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	3
2	Hirudinea	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	3
3	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
4	Insecta	Diptera	Simuliidae	8
5	Insecta	Diptera	Syrphidae	2
6	Insecta	Diptera	Tabanidae	5
7	Insecta	Odonata	Libellulidae	6
8	Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	7



Clase: *Insecta*
Orden: *Diptera*
Familia: Simuliidae



Clase: *Gastropoda*
Orden: *Basommatophora*
Familia: *Physidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Diptera*
Familia: *Chironomidae*



Clase: Hirudinea
Orden: *Glossiphoniiformes*
Familia: *Glossosomatidae*

Cuadro 39 Clase, Orden, familia y puntuación del grado de tolerancia a la contaminación reportado para el índice BMWP/Col de los macroinvertebrados para el punto 4 y registros fotográficos de laboratorio de algunas familias

Punto 4				
Id	Clase	Orden	Familia	BMWP/Col
1	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	3
2	Insecta	Diptera	Chironomidae	2
3	Insecta	Diptera	Simuliidae	8
4	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	7
5	Insecta	Megaloptera	Corydalidae	6
6	Insecta	Odonata	Gomphidae	10
7	Insecta	Odonata	Libellulidae	6
8	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	7



Clase: *Insecta*
Orden: *Diptera*
Familia: Simuliidae



Clase: *Gastropoda*
Orden: *Basommatophora*
Familia: *Physidae*



Clase: *Insecta*
Orden: *Diptera*
Familia: *Chironomidae*



Clase: Insecta
Orden: Megaloptera
Familia: Corydalidae

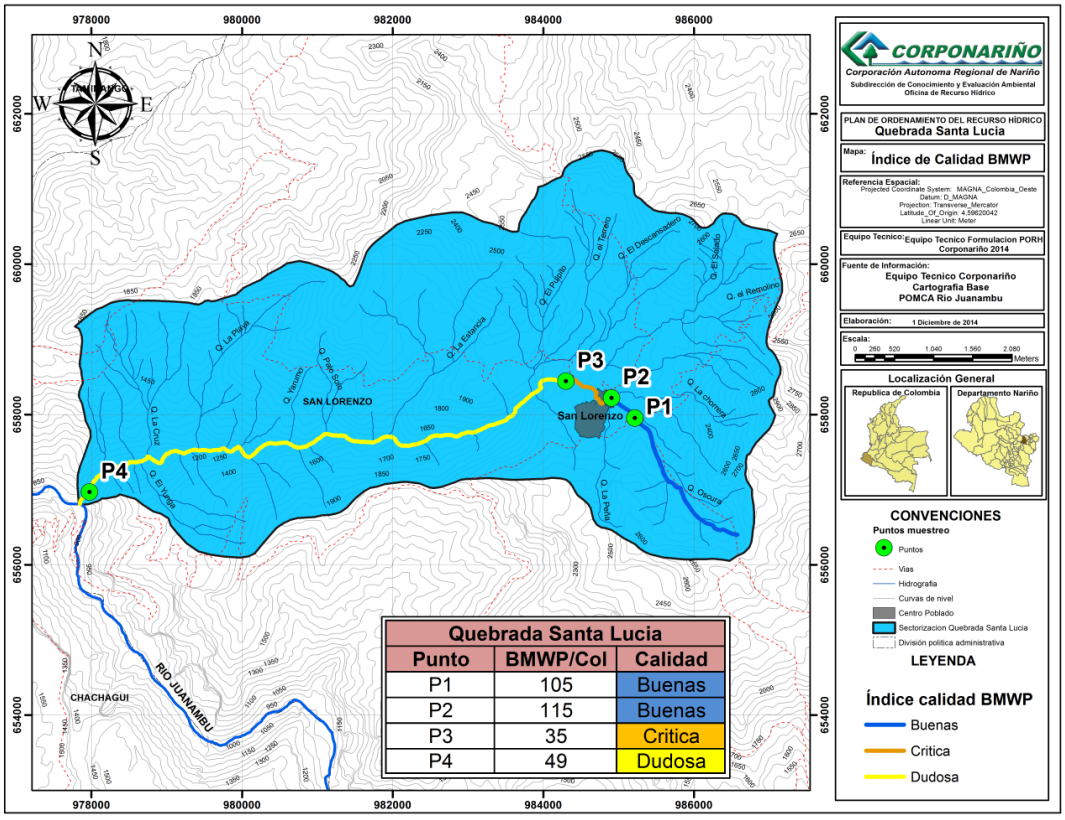
Índice de calidad (BMWP). Puntaje y Mapas de Calidad

El cálculo del índice BMWP/Col se realizó sumando los puntajes del grado de tolerancia de las familias de macroinvertebrados encontrados en cada punto. La clasificación, significado y colores para representaciones cartográficas (Mapa 18) se basan en la Cuadro 40. Tomada de Roldán Pérez, G. A. (2003).

Cuadro 40 Clases de calidad de agua, valores BMWP/Col, significado y colores para representaciones cartográficas. (Roldan 2003).

Clase	Calidad	Valor del BMWP	Significado	Color
I	Buena	>150	Aguas muy limpias	
		101-120	Aguas no contaminadas	
II	Aceptable	61-100	Ligeramente contaminadas: Se evidencian efectos de contaminación	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy Critica	<15	Aguas fuertemente contaminadas, situación critica	

Mapa 18 Cartografía de calidad del agua Puntaje BMWP/col, calidad de agua y color para representación cartográfica de cada



Cuadro 41 Clase, calidad de agua, valores BMWP/Col y significado de resultados hidrobiológicos para la quebrada Santa Lucia. (Roldan 2003).

Clase	Calidad	Valor del BMWP	Significado
II	Buenas	105	Aguas no contaminadas
I	Buenas	115	Aguas no contaminadas
V	Critica	35	Aguas muy contaminadas
III	Dudosa	49	Aguas moderadamente contaminadas

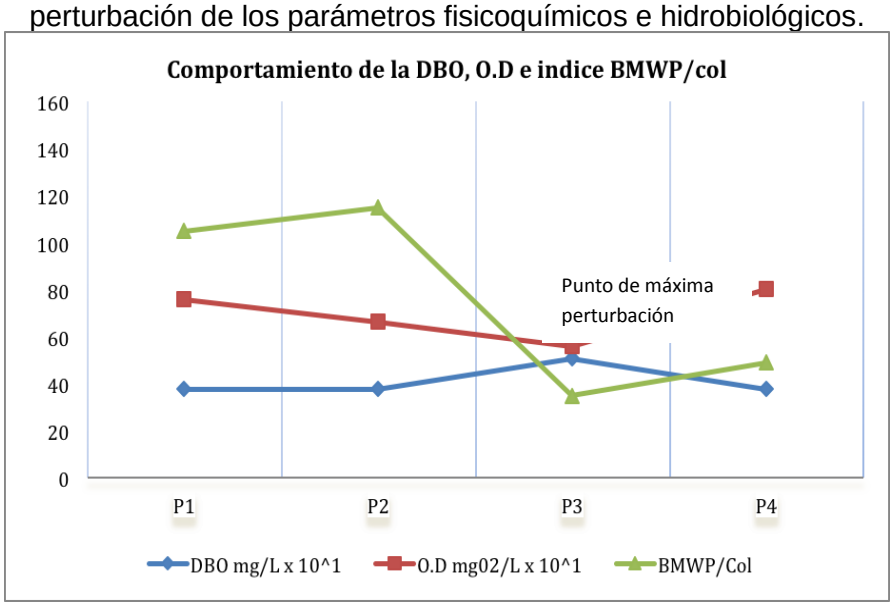
6.9.5 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con lo planteado en la etapa de diseño del muestreo donde se identifican las principales intervenciones antrópicas, se realiza un análisis de los parámetros hidrobiológicos y fisicoquímicos (Gráfica 34) en cada punto con el fin de evaluar el impacto que tienen sobre la calidad del agua.

Tabla 35 Parámetros fisicoquímicos del agua en los puntos de muestreo hidrobiológico.

Puntos	Sólidos totales mg/L	Dureza mg CaCO3/l	pH	Coliformes UFC/10000	E.Coli UFC/100ml	DBO mg/L	DQO mg/L	O.D mg02/L	O.D sat. mg02/L
1	100	15	7.12	5320	661	3.8	20	7.68	6.5
2	144	20	7.61	43500	19600	3.8	20	6.13	6.56
3	132	27	7.47	397000	98800	17.73	21.9	6.48	6.18
4	184	52	7.82	50400	5100	3.8	20	7.98	6.89

Gráfica 34 Comportamiento del índice BMWP/Col, DBO, O.D y punto de mayor perturbación de los parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos.



Punto 1. Parte Alta Quebrada Santa Lucia

Los análisis de calidad hidrobiológica muestran un agua en excelentes condiciones de acuerdo con el puntaje de 105 en el índice BMWP/Col y la presencia de familias muy sensibles a la contaminación como *Gomphidae* y *Perlidae* (Roldan 1988) que la clasifican en un intervalo de calidad alta; sin embargo, el índice de calidad fisicoquímica ICA difiere de este resultado y con un puntaje de 65.16 clasifica el agua como regular. Una revisión puntual de los parámetros fisicoquímicos como la DBO, coliformes totales y fecales y oxigeno disuelto, muestran que el bajo puntaje del ICA se debe a los valores en el número de Coliformes totales y fecales; 5320 UFC/100ml y 661 UFC/100ml respectivamente, ya que el resto de parámetros no muestran síntomas o efectos de contaminación.

Punto 2. Después Quebrada Chamizo

La situación del punto 2 es muy similar a la presentada en el punto anterior; los análisis de calidad hidrobiológica muestran que la calidad del agua es excelente con la diferencia de aumentar a 115 en el índice BMWP/Col y de pasar de 13 a 16 el número de familias encontradas con relación al punto 1. La presencia de las familias muy sensibles a la contaminación como *Gomphidae* y *Perlidae* (Roldan 1988) se siguen conservando. El índice de calidad fisicoquímica ICA decrece a 54.54, clasificando el agua como regular debido al aumento considerable de coliformes totales y fecales 43500 UFC/100ml y 19600 UFC/100ml respectivamente y un descenso del 20% en el oxigeno disuelto respecto al punto anterior.

Punto 3. Después Colector 7

En el punto 3, los siete colectores del municipio de San Lorenzo han vertido directamente sobre las aguas de la quebrada Santa Lucia, constituyéndose en el tramo de mayor perturbación de todos los evaluados en la corriente (Grafica 34). Un puntaje de 35 en el índice BMWP/Col y la presencia y sobrepoblación de las familias *Chironomidae* y *Physidae* indicadoras de aguas contaminadas (Oscoz, J 2011) las clasifica en un nivel de calidad de Muy Crítico. Los resultados fisicoquímicos confirman esta situación a través del puntaje de su índice de calidad ICA de 40.13 con DBO de 17.73 mg/L y Coliformes totales y fecales de 397000 UFC/100ml y 98800 respectivamente y donde las condiciones del oxigeno disuelto no mejoran significativamente con relación al punto anterior.

Punto 4. Desembocadura rio Juanambú

La capacidad de recuperación que alcanza el agua en este punto es considerable ya que la puntuación BMWP/Col pasa de 35 a 49 y aunque el número de familias encontradas con relación al punto anterior es igual (8), permite subir a calidad dudosa en la escala de clasificación de calidad del agua hidrobiológica. Los resultados de los laboratorios fisicoquímicos confirman la recuperación en la calidad del agua con un incremento del ICA a 54.46 y el descenso de Coliformes totales y fecales a valores de

50400 UFC/100ml y 5100 UFC/100ml respectivamente. Parámetros como la DBO y el oxigeno disuelto recuperan las condiciones iniciales (Punto 1).

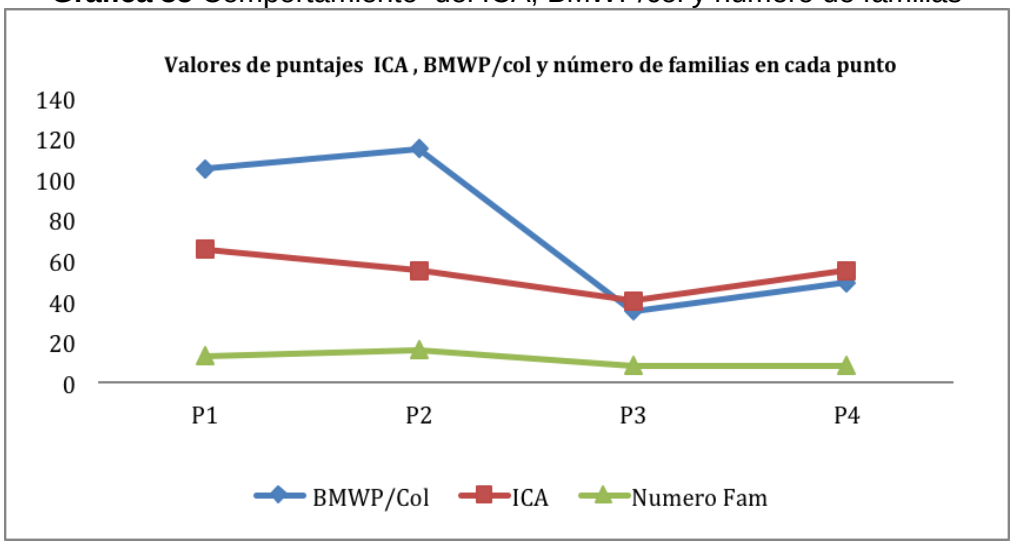
Análisis general de calidad del agua quebrada Santa Lucia.

El contraste de los índices de calidad del agua ICA y BMWP/Col ofrece una visión del estado de la calidad del agua en toda la corriente, de su análisis se visualiza como los dos índices describen de manera similar una pérdida progresiva en la calidad del agua hasta el punto 3, y un efecto de recuperación en el punto 4 (Grafica 35). Esta característica particular permite observar un grado de asociación fuerte en el comportamiento que tienen estos dos índices.

Tabla 36 Puntajes y clasificación cualitativa de los índices de calidad del agua fisicoquímica ICA e hidrobiológica BMWP/Col en cada punto de muestreo

Puntos	ICA		BMWP/Col	
	Cuantitativo	Cualitativo	Cuantitativo	Cualitativo
1 Parte Alta Quebrada Santa Lucia	65.16	Regular	105	Buenas
2 Después Quebrada Chamizo	54.54	Regular	115	Buenas
3 Después Colector 7	40.13	Mala	35	Critica
4 Desembocadura rio Juanambú	54.46	Regular	49	Dudosa

Gráfica 35 Comportamiento del ICA, BMWP/col y número de familias



De igual manera se encuentra que aunque parámetros fisicoquímicos como el pH entre 7.12y 7.82 unidades, las saturaciones de oxígeno entre 93 % y 100 % y la

dureza entre 15 y 52 mg CaCO3/l están dentro de los intervalos normales y no representan condiciones desfavorables para el establecimiento de la biota acuática, el número de familias de macroinvertebrados bentónicos por punto si varia y exhibe un comportamiento similar al de los índices de calidad ICA y BMWP/Col (Grafica 35). Esta situación demuestra que si bien, los parámetros fisicoquímicos más influyentes en el desarrollo de la vida acuática están dentro de los intervalos normales, el deterioro del hábitat implica pérdidas en la diversidad de los organismos que naturalmente lo habitan (Segnini, S. 2003), que para el caso de los macroinvertebrados bentónicos significa cambios en las fuentes de sustrato (Mancilla, G.2009) y cambios intempestivos de las condiciones fisicoquímicas y biológicas de la corriente.

En la quebrada Santa Lucia el comportamiento en los índices de calidad ICA y BMWP/Col permiten visualizar estas dos condiciones claramente (Grafica 35), donde en el punto 3 (Después colectores San Lorenzo las condiciones fisicoquímicas del agua son perturbadas intempestivamente desencadenando graves afectaciones a nivel biótico.

6.9.6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En general se observa que el diseño en la ubicación de los puntos permitió hacer una buena descripción de las afectaciones a la calidad hidrobiológica del agua de la quebrada Santa Lucia, porque contempla las diferentes condiciones en las que se puede encontrar y las causas que la generan, de tal manera que pueda identificarse adecuadamente las situaciones y soportar el planteamiento de estrategias o alternativas para su mejoramiento. Así mismo, se concediera importante la evaluación diagnostica de la calidad del agua a través de los índices hidrobiológicos y fisicoquímicos, BMWP/Col e ICA respectivamente, ya que aportan mayores niveles de confiabilidad.

En el primer y segundo punto de La quebrada Santa Lucia correspondientes a la parte alta se presenta diferencias con las clasificaciones de calidad que otorgan los métodos de evaluación fisicoquímica e hidrobiológica por lo que no es posible aseverar un buen estado del agua para este tramo; sin embargo, lo que sí es claro es que esta diferencia está marcada por el número elevado de coliformes totales y fecales producto de la actividad pecuaria y de las descargas de aguas residuales de algunas viviendas sobre la quebrada en esta zona. A pesar de esta situación y de que el caudal es muy pequeño 30 LPS (Figura 19) en estos puntos, la quebrada logra asimilar las cargas y no variar en parámetros críticos en el desarrollo de las comunidades bentónicas como el oxigeno disuelto y la DBO lo que puede explicar que se haya encontrado diversidad de familias y especies representativas de aguas de buena calidad.

Figura 19 Quebrada Santa Lucia, caudal de entrada al casco urbano de Santa Lucia.



En el punto 3, el impacto que generan las descargas de las aguas residuales del municipio de San Lorenzo, representan de acuerdo con los resultados de calidad fisicoquímica e hidrobiológica del agua, la intervención más fuerte de todos los puntos evaluados, evidenciándose claramente el descenso en el número de familias de macroinvertebrados encontradas (8) y en la sobrepoblación de *Chironomidae* y *Physidae.* Estas perturbaciones en las condiciones del agua la alejan mucho de sus condiciones naturales de referencia (Punto 1) y no permiten en este punto regresar o aproximarse naturalmente a su condición inicial de calidad, por lo que se sugiere buscar soluciones de tratamiento de las aguas residuales generadas en el municipio San Lorenzo para la recuperación de calidad de las aguas en este tramo.

En el punto final se observa que las condiciones de la topografía con pendientes muy altas, la extensa zona de cañón de 5 km que atraviesa la corriente antes de su desembocadura en el rio Juanambú, favorece enormemente la capacidad de recuperación natural de calidad del agua, ya que excepto por el número de coliformes totales y fecales, alcanzaría a recuperar sus condiciones iniciales (Punto 1) entregando aguas en buenas condiciones.

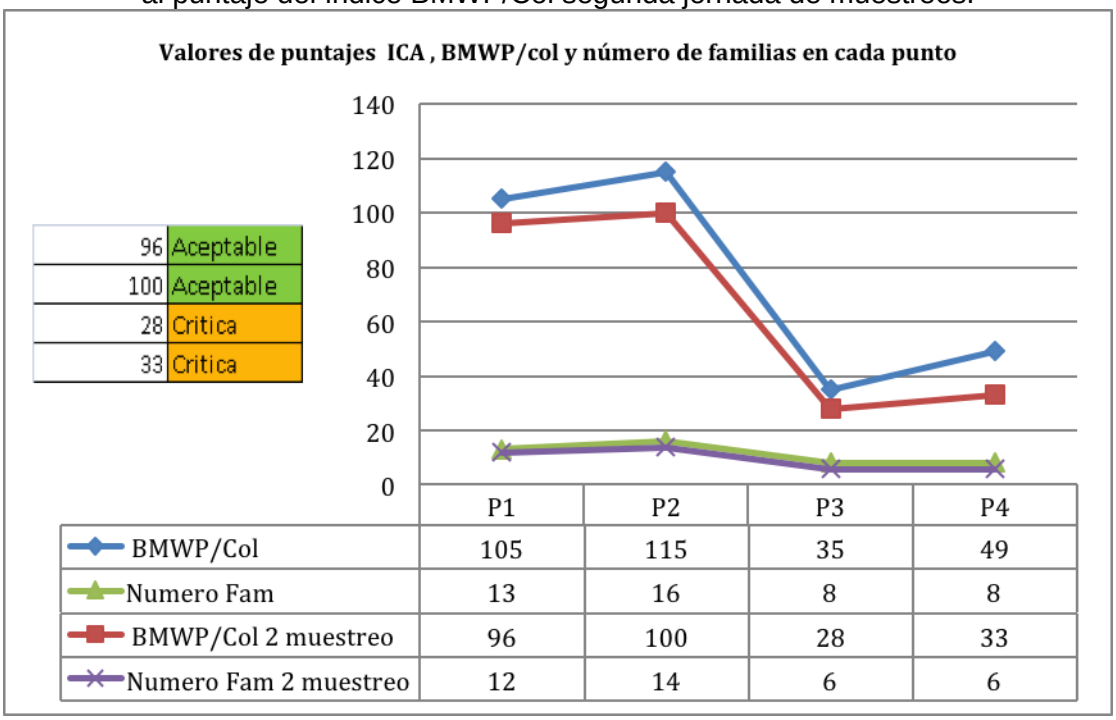
La presencia y diversidad de macroinvertebrados reportada para el primer punto (13 familias), donde se conservan las condiciones naturales y en los puntos donde el agua es fuertemente perturbada por fuentes contaminantes, el número de familias disminuye; este hecho se convierte en evidencias de que son las intervenciones antrópicas y no una condición natural de la quebrada la responsable de las alteraciones en las comunidades bentónicas.

El índice BMWP/Col utilizado para este estudio puede representar una buena aproximación del estado ecológico de la quebrada porque refleja la diversidad de macroinvertebrados, constituyéndose en referente para posteriores análisis.

6.9.7 RESULTADOS HIDROBIOLOGICOS SEGUNDA JORNADA DE MUESTREOS

A continuación se presenta en la Grafica 36 los resultados de los puntajes del índice BMWP/Col correspondientes a la segunda jornada de muestreos y su contraste con los obtenidos durante la primera jornada en los cuatro puntos evaluados. Los reportes de las familias encontradas en cada punto se encuentran como documentos anexos del PORH.

Gráfica 36 Valores de puntajes BMWP/col y número de familias para primera y segunda jornada de muestreos para cada punto. Clasificación de calidad de acuerdo al puntaje del índice BMWP/Col segunda jornada de muestreos.



	P1	P2	P3	P4
BMWP/Col	105	115	35	49
Numero Fam	13	16	8	8
BMWP/Col 2 muestreo	96	100	28	33
Numero Fam 2 muestreo	12	14	6	6

Los segundos resultados hidrobiológicos permiten observar un comportamiento general muy similar al obtenido con los resultados de la primera jornada tanto en comportamiento como en puntaje, confirmando así los puntos críticos de contaminación.

Las disminución en los puntajes pueden estar relacionados con la época de lluvias en las que se tomó la muestra de la segunda jornada ya que por efecto de las fuerzas hidráulicas que se producen cuando hay crecidas repentinas de caudal los macroinvertebrados pueden verse alterados por efectos de arrastre.

Se sugiere realizar muestreos periódicos que permitan obtener series de datos a través de los cuales se pueda con bases estadísticas establecer si los cambios presentados varían significativamente.

6.10 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.

6.10.1 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 del río en 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 oxigeno disuelto, demanda bioquímica de oxigeno, ciclo del nitrógeno y del fósforo, principalmente, además de tener en cuenta la reducción de la concentración de contaminantes por el efecto de entradas de flujo al cauce principal.

- Ser flexible, es decir, poder adaptarse a las condiciones de diferentes corrientes, puesto que sería algo no viable económica y técnicamente utilizar un modelo de simulación diferente para cada corriente.

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

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

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

- Ser congruente con la información de entrada disponible y tener la capacidad de aprovechar la información actual e histórica de tipo climatológica, hidrológica y de calidad de aguas[28].

6.10.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MODELO

Dentro de las principales características del modelo Qual2K se encuentran:

- ✓ Modelación unidimensional (en dirección del flujo de la corriente).

- ✓ El cauce o canal es considerado vertical y horizontalmente bien mezclado.

- ✓ Qual2Kw Funciona bajo condiciones hidráulicas en estado estacionario y el flujo es simulado bajo condiciones estacionarias no uniformes.

- ✓ Qual2Kw simula sistemas hídricos de tipo dendrítico, es decir; aquellos donde la simulación se extiende no solo a la corriente principal, sino también a corrientes tributarias.

[28] LOZANO G.,ZAPATA, M.A. y PEÑA, L.E (2003). Selección del Modelo de Simulación de Calidad de Agua en el Proyecto "Modelación de Corrientes hídricas Superficiales en el Departamento del Quindío". CIDERA Grupo de Investigación, desarrollo y estudio del recurso hídrico y el ambiente, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

- ✓ El modelo simula los siguientes parámetros: Conductividad, Sólidos Suspendidos Inorgánicos, Oxígeno Disuelto, DBO rápida, DBO lenta, Nitrógeno Orgánico Disuelto, Nitrógeno Amoniacal, Nitratos, Fósforo Orgánico Disuelto, Fósforo Inorgánico, Fitoplancton (algas en el seno de la corriente), Detritus(Materia Orgánica Particulada), Patógenos, Alcalinidad, Carbono Orgánico Total, Algas de fondo, pH, Temperatura y Caudal.

- ✓ El modelo acepta entradas puntuales y no puntuales de cargas contaminantes y caudales.

- ✓ El programa ha sido desarrollado en ambiente Windows mediante, los cálculos de tipo numérico son programados en Fortran 90. Para la interfase gráfica se utiliza Excel y todas las operaciones con el usuario se efectúa bajo Microsoft Office macro language: Visual Basic 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 nutrientes entre ambas fases es simulado como una función de factores tales como: la velocidad de sedimentación de las partículas orgánicas, las reacciones dentro de los sedimentos y la concentración de componentes en el agua.

- ✓ El modelo simula explícitamente la influencia de las algas de fondo.

- ✓ La extinción de la luz en la corriente es simulada como una función de la concentración de algas, detritus y material inorgánico.

- ✓ El pH del río es calculado con base en la cantidad de alcalinidad y de carbono inorgánico total disponible a través de la corriente.

- ✓ La remoción de patógenos es determinado como una función de la temperatura, la luz y la sedimentación[29]

[29] 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.

6.10.3 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, tal como se muestra en la figura 20.

- ✓ Balance De Flujo

El modelo Qual2Kw trabaja bajo régimen estacionario, o sea que el flujo entrante y saliente en cada uno de los elementos computacionales en análisis se mantiene constante a través del tiempo. El modelo conceptual de dicho balance es representado mediante la figura 21.

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_{tj} = Tiempo de Viaje de la Corriente (d).

Figura 20 Configuración de Corrientes Hídricas Superficiales.

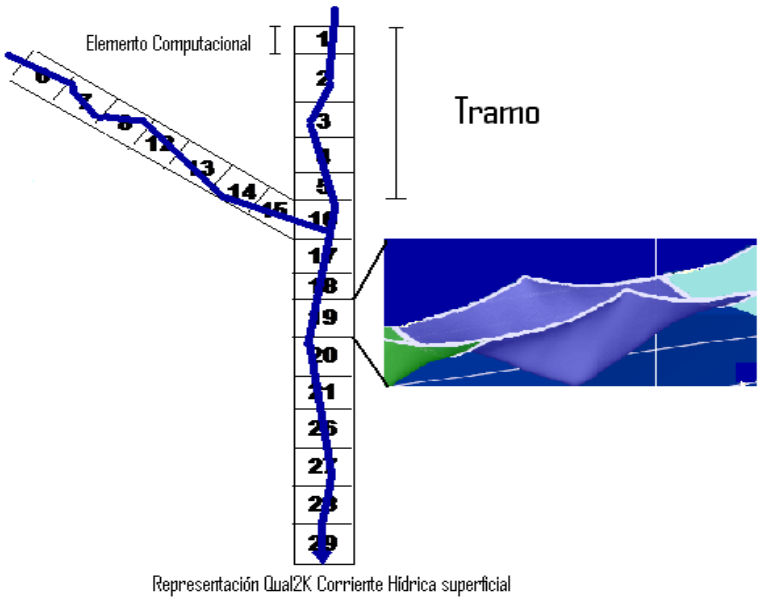
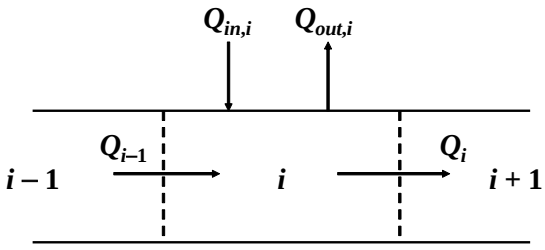


Figura 21 Esquema de Balance de Flujo



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 para su definición. Utilizándose la primera de

ellas para los cauces irregulares y la segunda para los tramos canalizados. 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

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

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

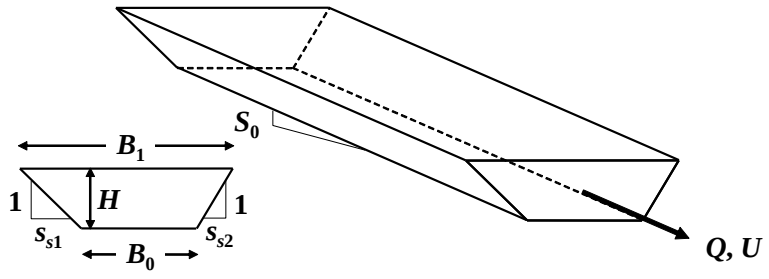
$$P = B_0 + H\sqrt{s_{s1}^2 + 1} + H\sqrt{s_{s2}^2 + 1}$$

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 22.

Figura 22 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:

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

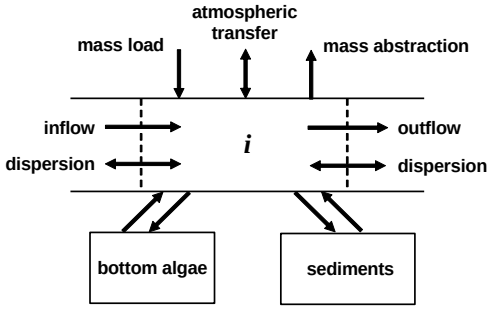
La cual fue desarrollada por Fisher en 1979, en donde:

$E_{p,i}$ = 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 23.

Figura 23 Esquema de Balance de Masa.



Siendo,

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

En donde,

M: masa; x: distancia; t: tiempo; C: concentración; Ax: área transversal; DL: coeficiente de dispersión; u: velocidad media; Si: fuentes o sumideros.

Considerando que la Masa es igual a la concentración por el volumen y que el modelo asume que la corriente posee un flujo en estado estacionario, entonces la ecuación (10) se convierte en:

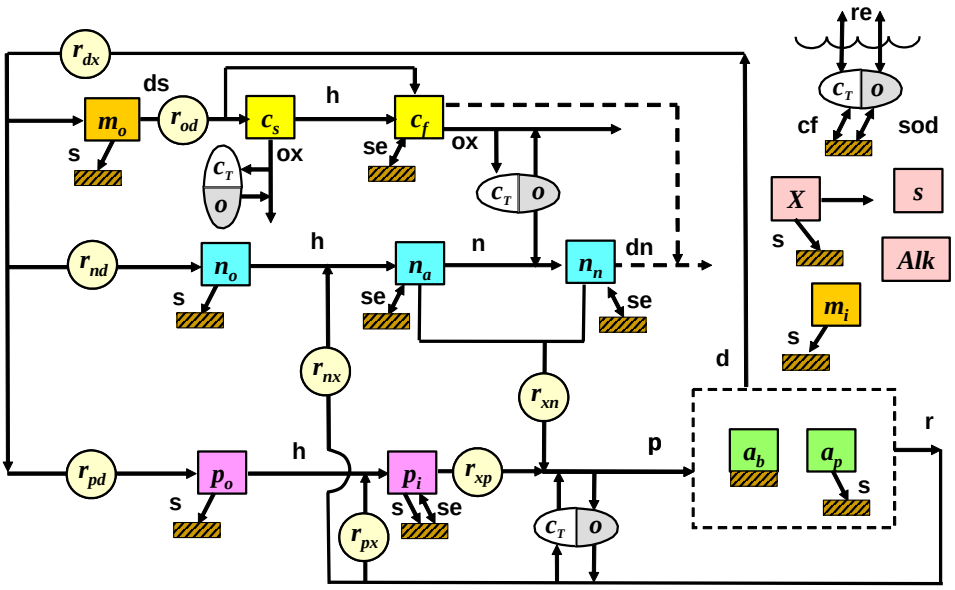
$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial (A_x D_L \partial C / \partial x)}{A_x \partial x} - \frac{\partial (A_x u C)}{A_x \partial x} + \frac{dC}{dt} + \frac{Si}{V}$$

En donde,

El término de la izquierda representa el cambio de la concentración a través de la corriente y los términos de la derecha representan la dispersión, advección, la variación de la concentración por reacciones bioquímicas y el aporte o pérdida por fuentes o sumideros respectivamente.

La variabilidad de la concentración por reacciones bioquímicas y la entrada y salida de los diferentes constituyentes son representados mediante la figura 24, en el esquema se puede apreciar los diferentes procesos asociados a la materia Orgánica, el ciclo del nitrógeno y fósforo principalmente[30] .

Figura 24 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

[30] 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.

6.10.4 ENTRADAS DEL MODELO

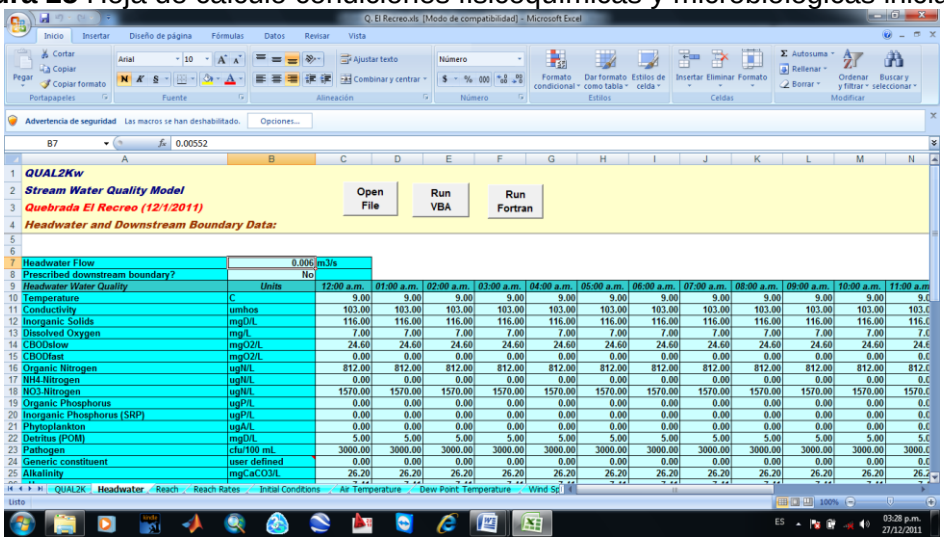
La simulación del río exige la incorporación de información confiable al modelo, con el fin de que las diferentes salidas se aproximen con lo que se requiera representar.

Entre las principales entradas contempladas en el software, se encuentran: Condiciones aguas arribas del tramo o los tramos a simular, características físicas e hidráulicas de la corriente, constantes de reacción físicas y químicas, y datos correspondientes al aporte y abstracción de diferentes fuentes sobre la corriente principal, entre las cuales se contemplan las descargas tanto puntuales como difusas sobre dicha corriente.

- ✓ **Condiciones aguas arriba del tramo a simular.**

Dentro de las condiciones aguas arriba del tramo o tramos a simular se contempla el caudal y las características físico-químicas del agua del río en el punto inicial de los tramos en consideración, tal como se muestra en la figura 25.

Figura 25 Hoja de cálculo condiciones fisicoquímicas y microbiológicas iniciales.



- ✓ **Características físicas e hidráulicas de la corriente.**

Dentro de este ítem se contempla la incorporación de información relacionada con la determinación de tramos, longitud y cota de los diferentes elementos computacionales, caracterización hidráulica de cada elemento utilizando las curvas de relación “velocidad media Vs. Caudal” y “Profundidad media Vs. Caudal o las relaciones de Manning dependiendo el caso, tal como se muestra en la figura 26 y figura 27.

Figura 26 Hoja de cálculo de Posición y elevación de elementos computacionales.

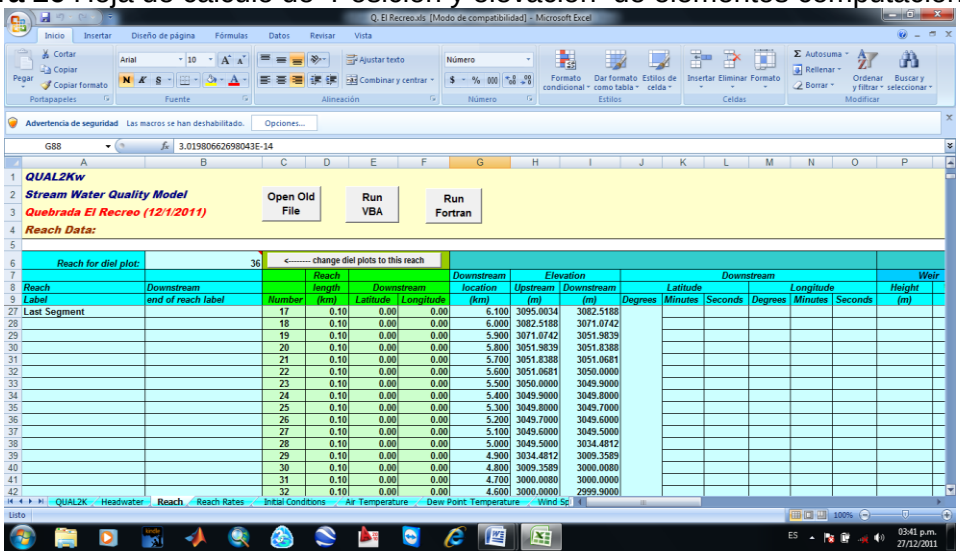
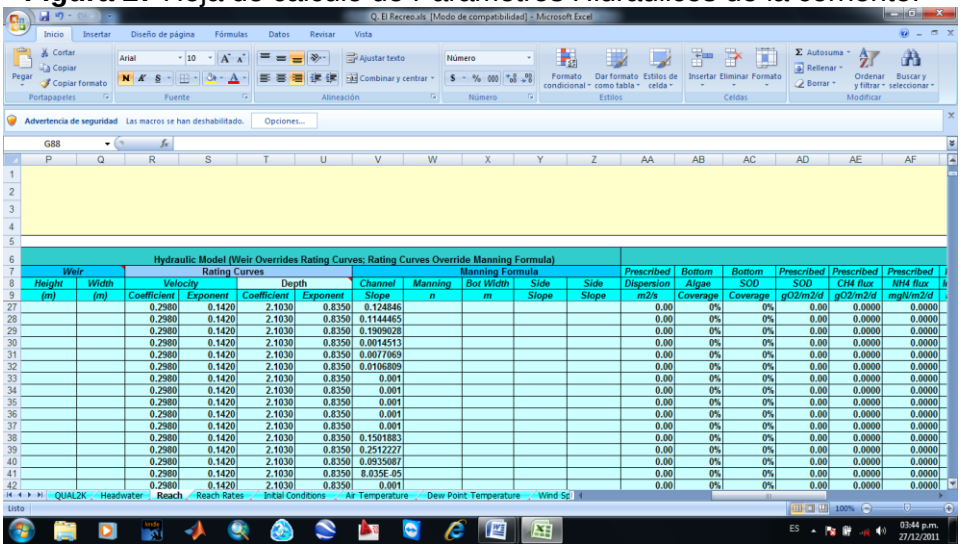


Figura 27 Hoja de cálculo de Parámetros Hidráulicos de la corriente.



- ✓ **Constantes de reacción físicas y químicas**

Como datos de entrada al modelo se incluye los valores correspondientes a las tasas de degradación o aparición de diferentes componentes, producto de las diferentes reacciones dadas en el proceso, lo cual es representado por medio de diferentes coeficientes tales como: reaireación, oxidación e hidrólisis de la materia orgánica, hidrólisis de Nitrógeno orgánico, oxidación de nitrógeno amoniacal, denitrificación, hidrólisis de Fósforo Orgánico, disolución de Detritus y decaimiento de patógenos principalmente, tal como se muestra en la figura 28.

- ✓ **Aporte y abstracción de fuentes.**

Los diferentes aportes o abstracciones sobre la corriente a simular pueden ser puntuales o difusos. En los aportes y abstracciones puntuales se especifica principalmente el sitio exacto donde esto ocurre y las características físico-químicas de

dichas entradas o salidas, tales como: bocatomas, quebradas o descoles de alcantarillado, entre otras.

Por otra parte las descargas o abstracciones difusas son las aportadas o abstraídas a lo largo de la corriente sin tener en cuenta un punto especifico, esto puede ocurrir por que la entrada o salida se da naturalmente de esta forma o porque existe un gran cantidad de pequeñas descargas que no pueden caracterizarse una a una, siendo necesario representarlas como una fuente difusa a lo largo de un tramo en el río. Para este tipo de descargas como dato de entrada debe especificarse la longitud en la cual ocurre y las características físico-químicas de las mismas, tal como se muestra en las figura 29 y la figura 30.

Figura 28 Hoja de cálculo de Constantes Cinéticas

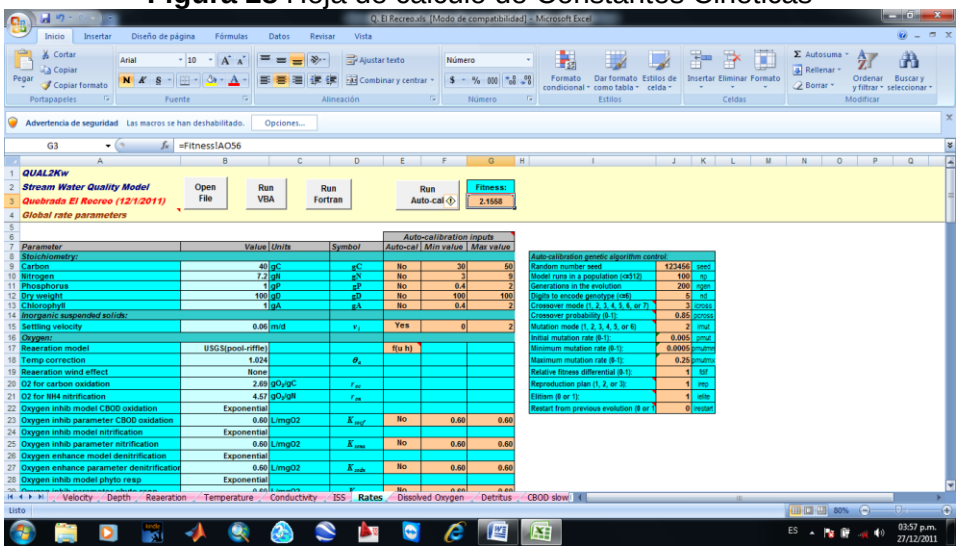


Figura 29 Hoja de cálculo Descargas Puntuales

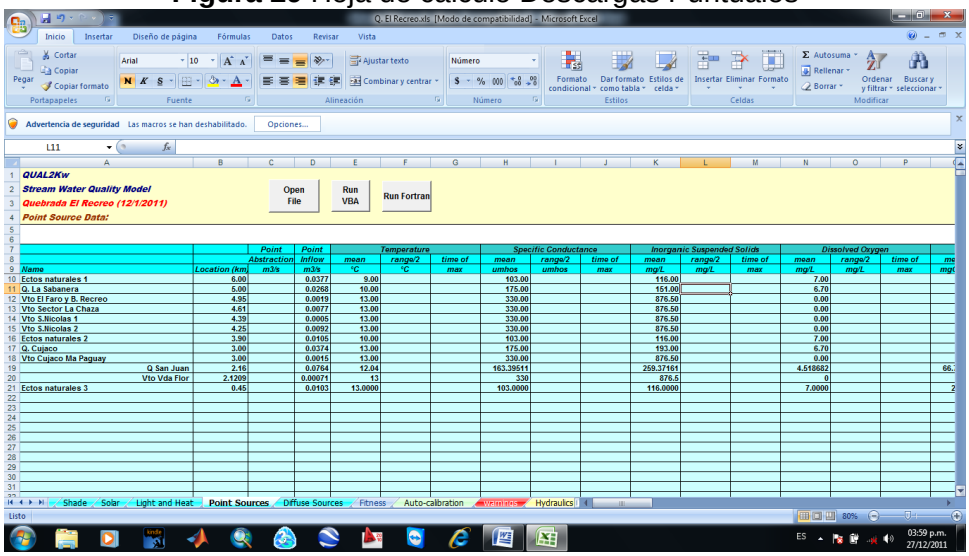
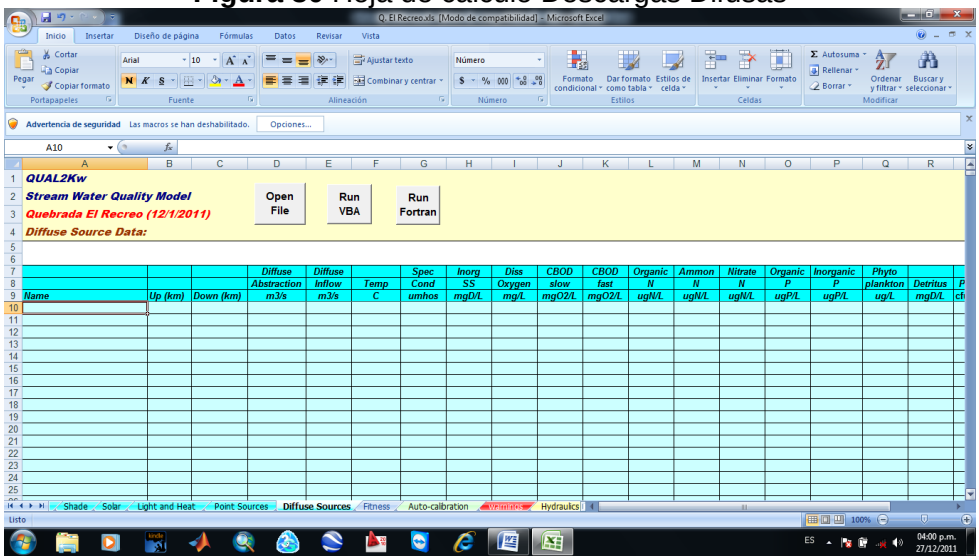


Figura 30 Hoja de cálculo Descargas Difusas



6.10.5 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.

6.10.6 SIMULACIÓN DE CALIDAD DE AGUA

- ✓ **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, características de los elementos computacionales y los puntos de entrada y salida de flujo y contaminantes.

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 31 Topología Quebrada Santa Lucia

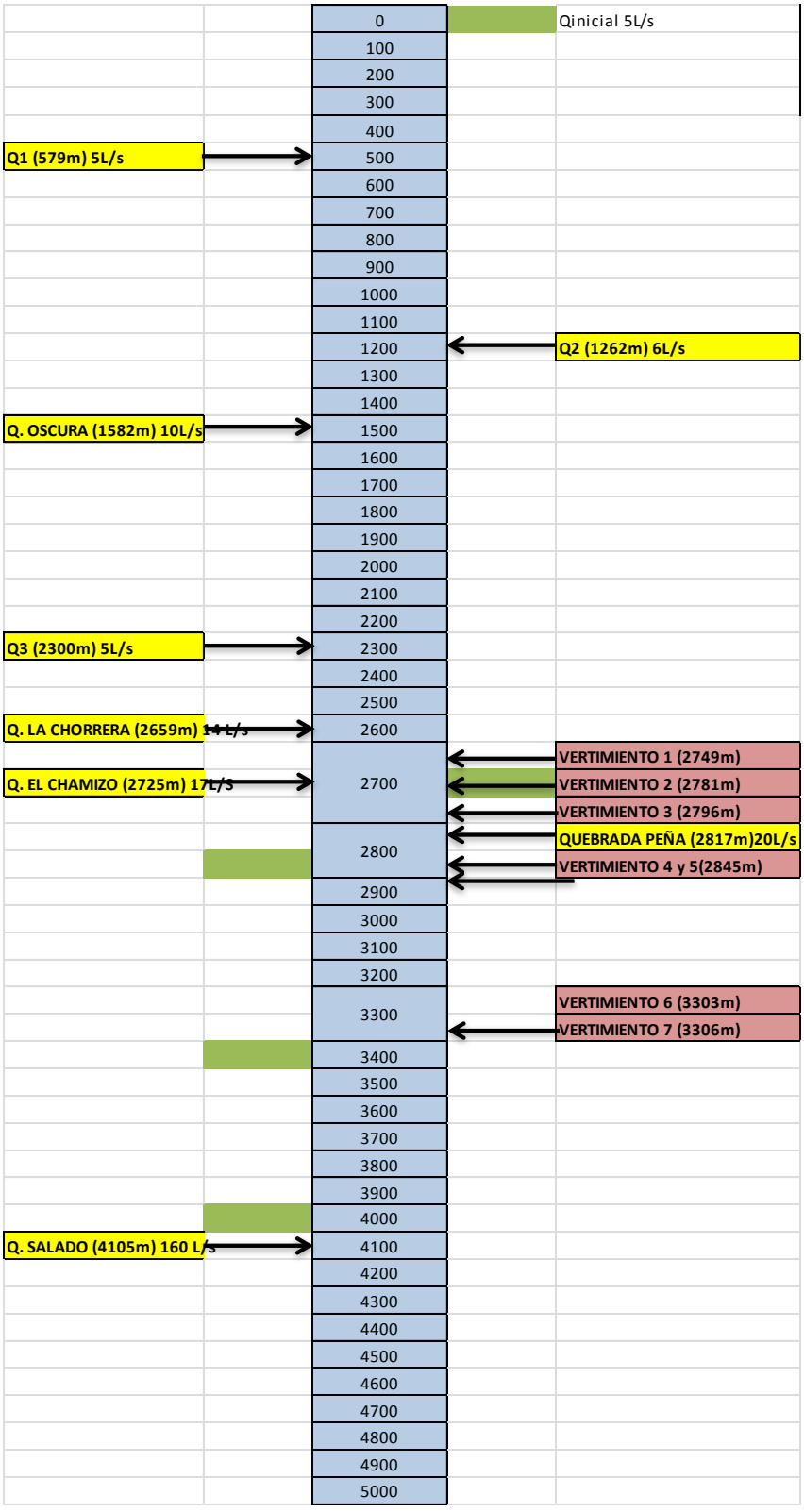
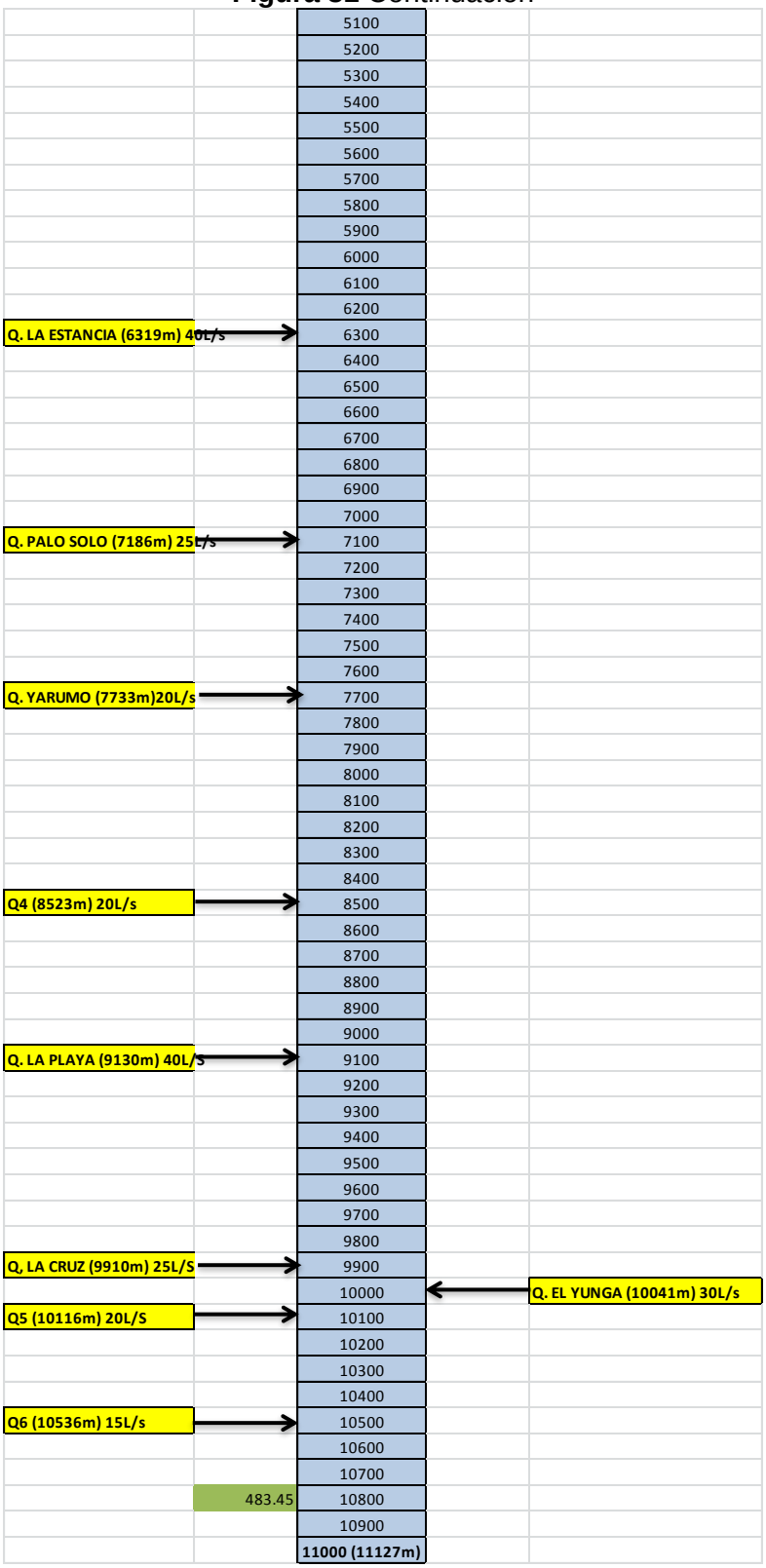


Figura 31 Continuación



- ✓ **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[31]

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[32]:

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

Donde:

$U = velocidad\ de\ la\ corriente$

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

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

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

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

[32] 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.

Donde:

$C = concentración\ del\ trazador$

$t = tiempo\ de\ medición\ de\ C$

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 tabla.

Figura 32 Resultado prueba de trazadores parta alta quebrada Santa Lucia

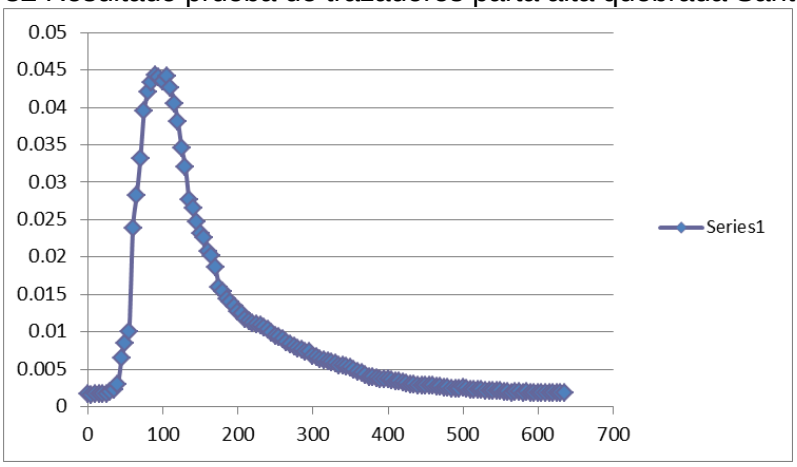


Figura 33 Resultado prueba de trazadores parta baja quebrada Santa Lucia

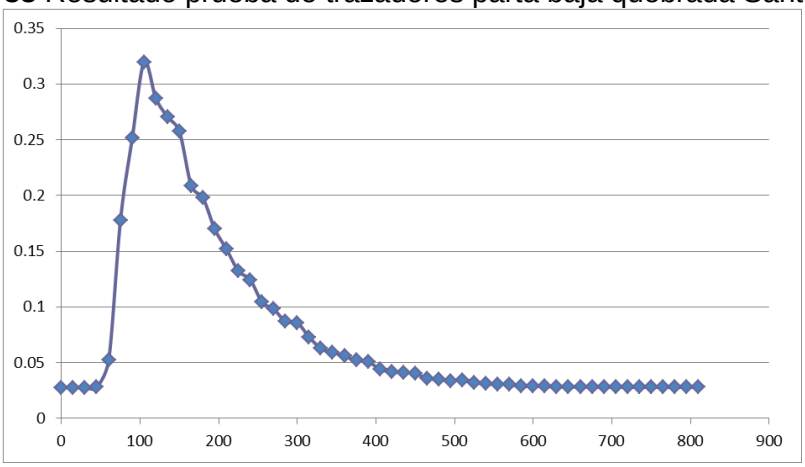


Tabla 37 Velocidades de la corriente en diferentes tramos de la quebrada Santa Lucia

Sitio	Velocidad (m/s)
Parte Alta	1.12
Parte Baja	0.38

- **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. Los valores estimados para los diferentes sitios estudiados son mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 38 Coeficientes Hidráulicos quebrada Santa Lucia

Sitio	H-Q		V-Q	
	A	β	a	B
Parte Alta	1.39	0.172	0.72	0.777
Parte Baja	1.39	0.172	0.72	0.777

- ✓ **Calidad de agua de Afluentes**

A continuación se presentan la información concerniente a la calidad de agua de los principales afluentes o tributarios de la corriente objeto de la simulación.

Tabla 39 Calidad de agua afluentes quebrada Santa Lucia

Afluentes	Caudal	Temp	pH	Conduct.	S. Totales	S. Disueltos	S. Suspend.	S. Suspend. Volátiles	Alcal Total	Nitratos	P Total	NTK	OD	DBO	DQO	Coli Total	E- Coli
	LPS	°C	unid	us/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg CaCO3/l	mg N-NO3/l	mg PO4/l	mg N/l	mg O2/l	mg O2/l	mg O2/l	UFC/100ml	UFC/100ml
Q1 (579m)	5	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q2 (1262m)	6	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q. OSCURA (1582m)	10	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q3 (2300m)	5	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q. LA CHORRERA (2659m)	14	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q. EL CHAMIZO (2725m)	17	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
QUEBRADA PEÑA (2817m)	20	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q. SALADO (4105m)	160	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q. LA ESTANCIA (6319m)	40	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q. PALO SOLO (7186m)	25	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q. YARUMO (7733m)	20	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q4 (8523m)	20	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q. LA PLAYA (9130m)	40	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q. LA CRUZ (9910m)	25	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q5 (10116m)	20	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q. EL YUNGA (10041m)	30	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02
Q6 (10536m)	15	18	7	115.8	130	118	12	0.4	25.01	2.2	0.1	0.84	7.59	3.8	20	2.99E+03	3.41E+02

- ✓ **Calidad de agua de puntos sobre río (Datos de Calibración)**

Para la calibración del modelo se utilizó información de calidad de agua de diferentes puntos distribuidos a lo largo de la corriente, ver la siguiente tabla.

Tabla 40 Calidad de agua en diferentes puntos de la quebrada Santa Lucia

Sobre rio	Caudal	Temp	pH	Conduct.	S. Totales	S. Disueltos	S. Suspend.	S. Suspend. Volátiles	Alcal Total	Nitratos	P Total	NTK	OD	DBO	DQO	Coli Total	E- Coli
	LPS	°C	unid	us/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg CaCO3/l	mg N-NO3/l	mg PO4/l	mg N/l	mg O2/l	mg O2/l	mg O2/l	UFC/100ml	UFC/100ml
PARTE ALTA QUEBRADA SANTA LUCIA	42.5	18.1	7.12	53.4	100	86.4	0.3	2.8	24.52	2.2	0.1	--	7.68	3.8	20	5.32E+03	6.61E+02
DESPUES QUEBRADA CHAMIZO	93.82	18.6	7.61	68	144.0	116.8	0.3	3.2	32.37	2.2	0.1	0.11	6.13	3.8	20	4.35E+04	1.96E+04
DESPUES COLECTOR 3		19.4	7.59	77	148	109.5	0.3	4.67	34.82	2.2	0.1	0.14	5.99	14.31	NA	3.87E+05	1.11E+05
DESPUES COLECTOR 7		19.9	7.47	88.7	132	108	0.3	6.67	37.77	2.2	0.1	0.39	6.48	12.72	21.9	3.97E+05	9.88E+04
ANTES QUEBRADA EL SALADO		20.7	7.54	88.1	148	126	0.3	7	37.77	2.2	0.1	0.45	6.98	3.8	20	4.88E+05	1.47E+05
DESEMBOCADURA	483.45	19.9	7.82	126.9	184	136.2	0.3	7	58.86	2.2	0.1	--	7.98	3.8	20	5.04E+04	5.10E+03

- ✓ **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:40 1 d-1
Constante de Hidrolisis de la DBO lenta: 1 d-1
Constante de Oxidación de la DBO lenta: 1 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 Nitrificación: 1 d-1
Constante de Denitrificación: 1 d-1
Constante de Hidrólisis de Fósforo Orgánico: 2 d-1
Constante de Disolución de Detritus: 1 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, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, materia orgánica de rápida degradación (DBO5), nitrógeno Total y coliformes totales.

Figura 34 Resultado de Calibración de Caudal quebrada Santa Lucia- modelo Qual2kw

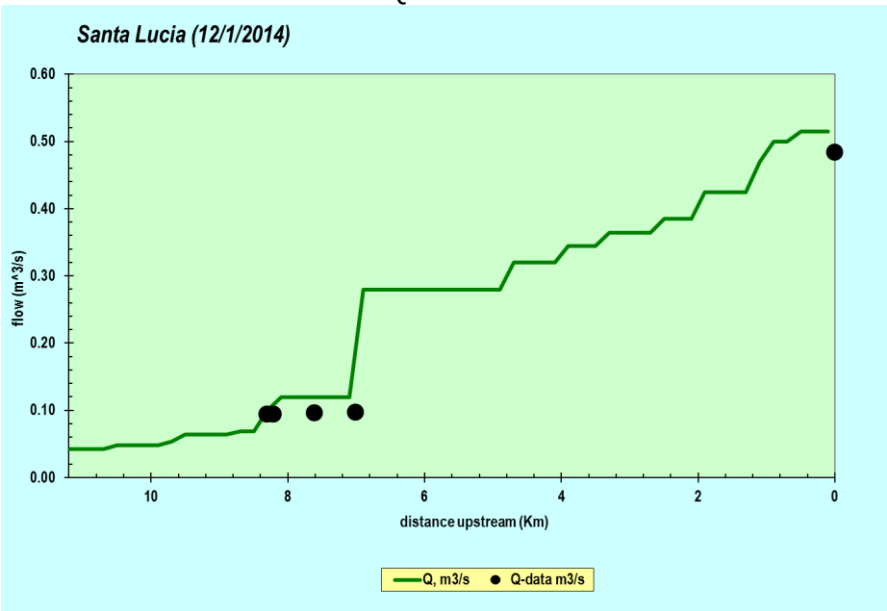


Figura 35 Resultado de Calibración de pH quebrada anta Lucia- modelo Qual2kw

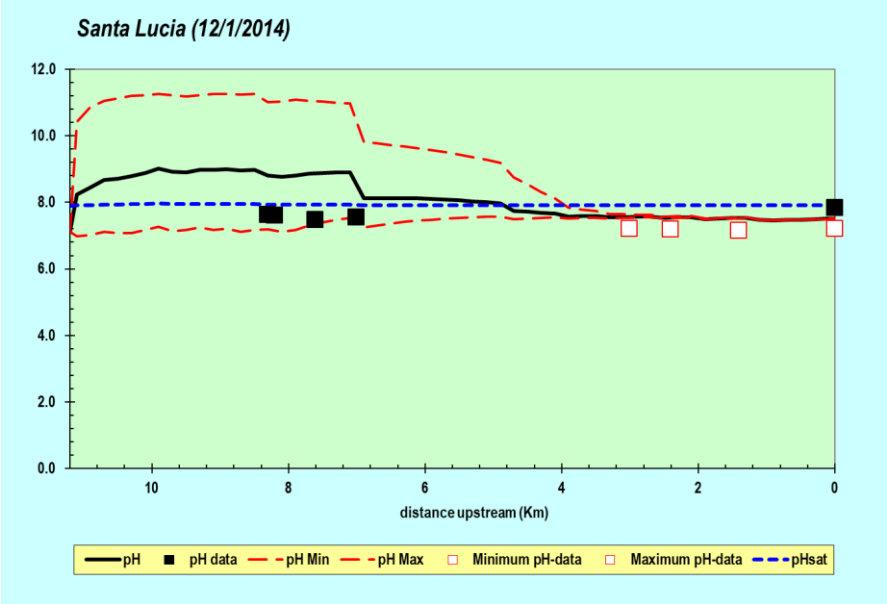


Figura 36 Resultado de Calibración de Temperatura quebrada Santa Lucia- modelo Qual2kw.

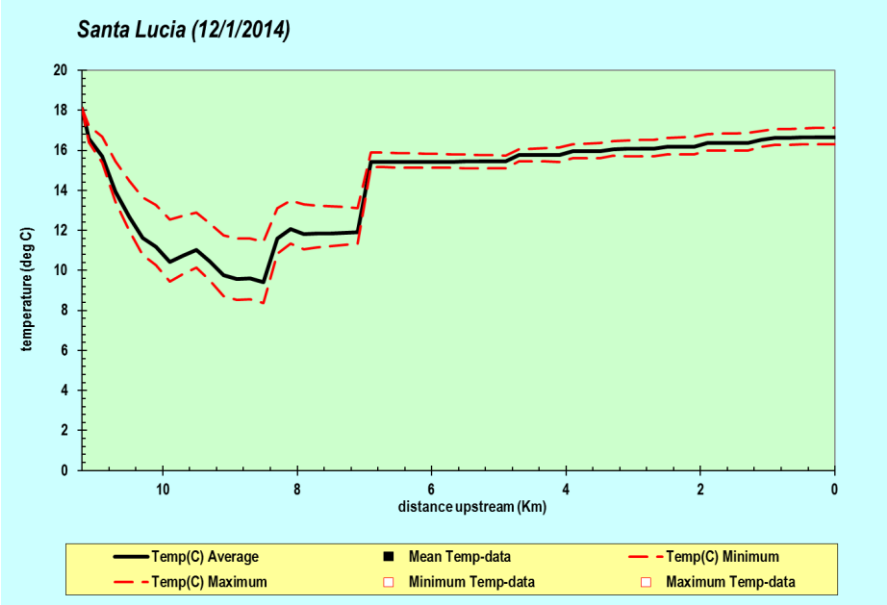


Figura 37 Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto quebrada Santa Lucia- modelo Qual2kw.

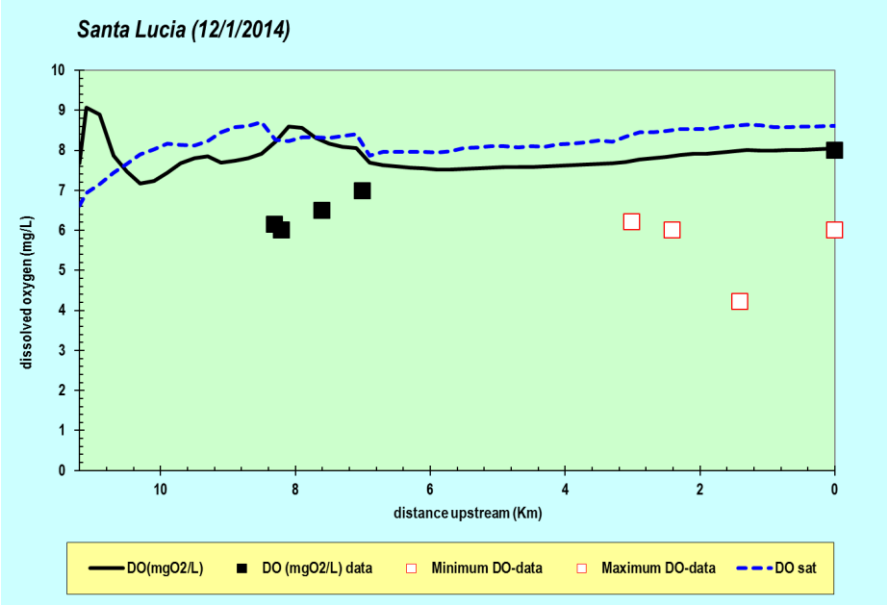


Figura 38 Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación quebrada Santa Lucia- modelo Qual2kw.

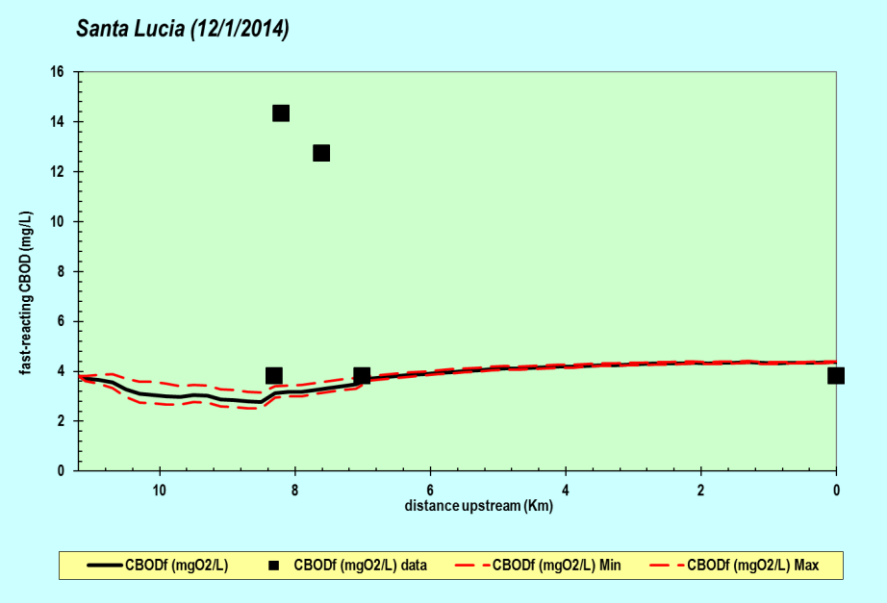


Figura 39 Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación quebrada Santa Lucia- modelo Qual2kw.
Qual2kw.

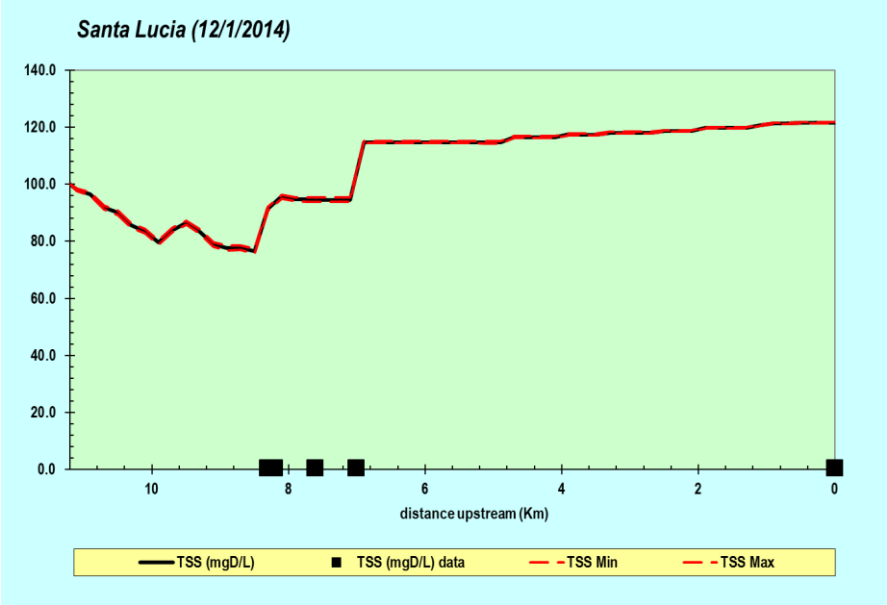


Figura 40 Resultado de Calibración de Nitrógeno Total quebrada Santa Lucia- modelo Qual2kw.

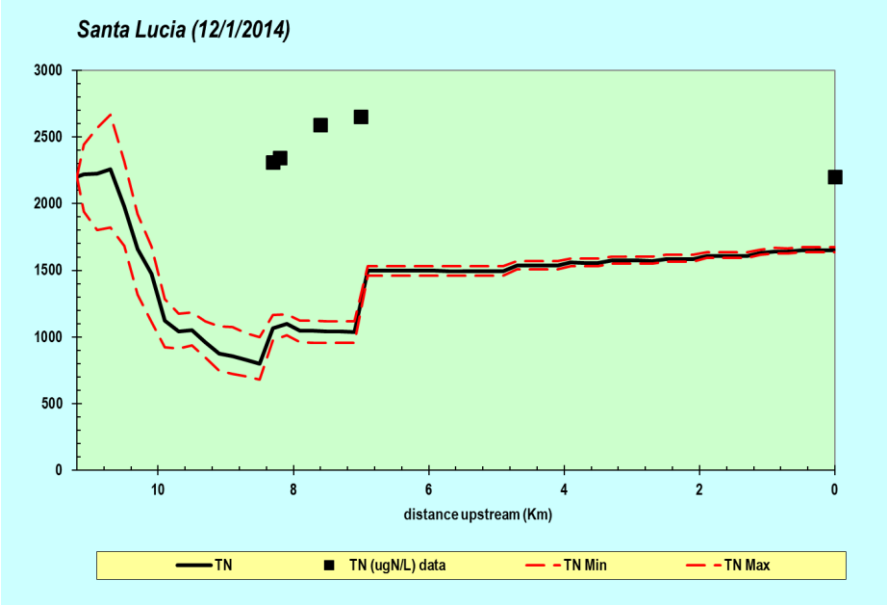
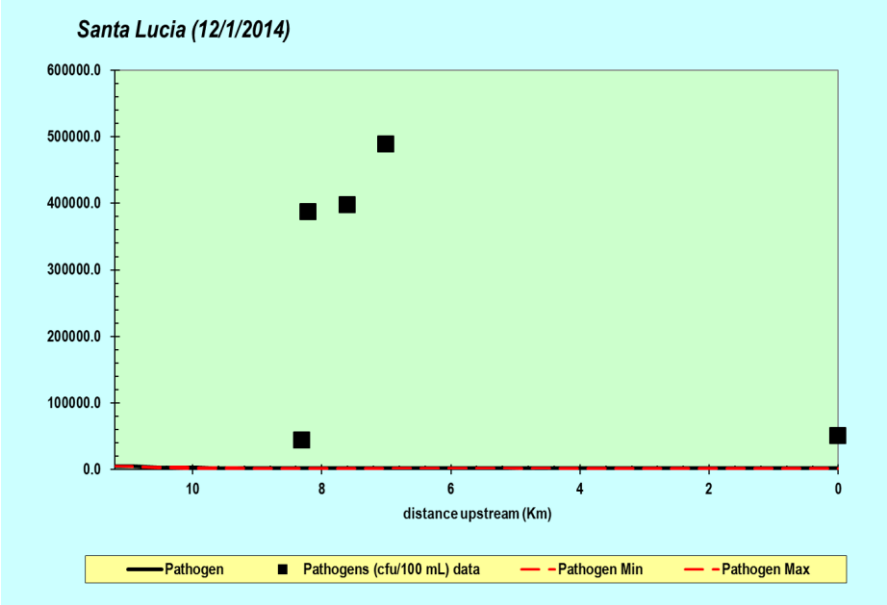


Figura 41 Resultado de Calibración de Coliformes Totales quebrada Santa Lucia-modelo Qual2kw.



6.10.7 ESCENARIOS

Figura 42 Escenarios DBO5 Quebrada Santa Lucia

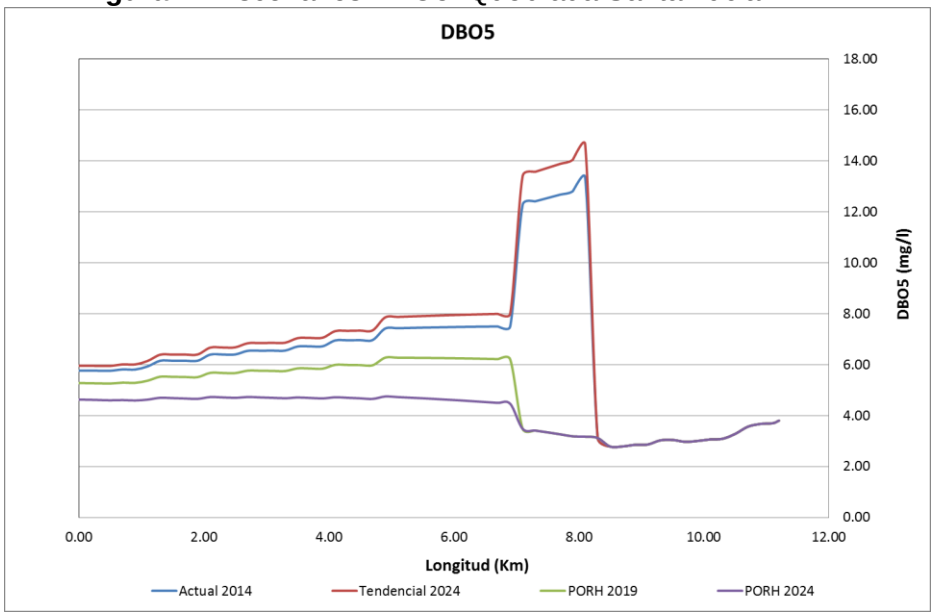
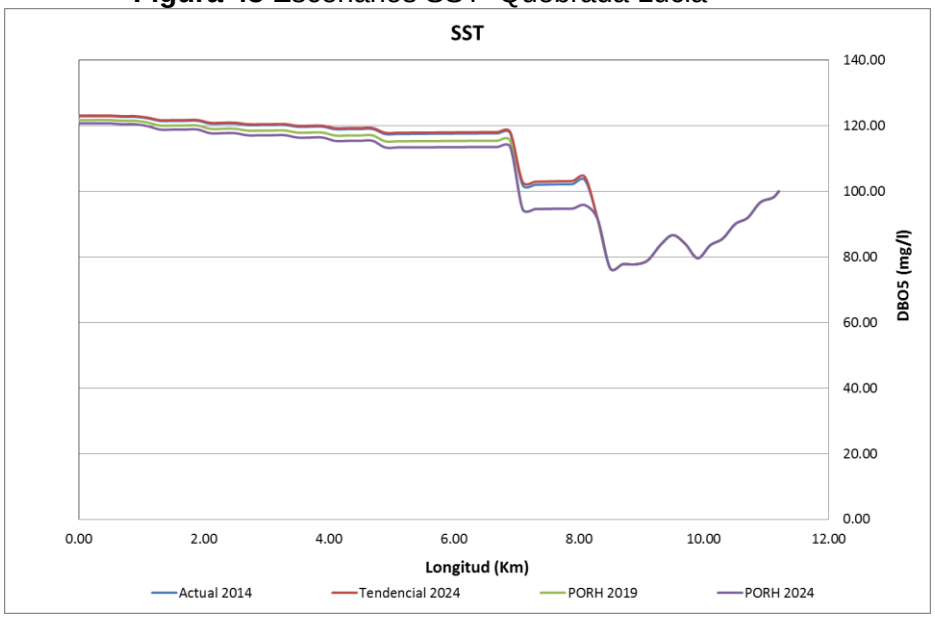


Figura 43 Escenarios SST Quebrada Lucia



7. PROSPECTIVA



Con base en el Diagnóstico se establece la situación actual de calidad y cantidad del Cauce Principal de la Quebrada Santa Lucia está enfocada desde aspectos socioeconómicos, técnicos y ambientales, la Prospectiva la cual está encaminada a la generación de escenarios factibles que accedan a recuperar las condiciones de calidad adecuadas e idóneas de la corriente superficial tanto para los usos actuales y potenciales demandados por la comunidad así como para la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies.

La generación de escenarios prospectivos (Ideal y Factible) consiste en la división o fragmentación del Cauce principal de la corriente hídrica objeto de ordenamiento en tramos que se definen de acuerdo a los usos actuales y potenciales determinados en la etapa diagnostica, los cuales están regidos por unos criterios de calidad del recurso hídrico estipulados por la Normatividad Ambiental Vigente de carácter Nacional. Una vez definidos los tramos, se corre el modelo de calidad simulando unas condiciones de tratamiento y remoción de cargas contaminantes sobre las entradas o descargas de aguas residuales, hasta niveles o porcentajes óptimos que permitan establecer y mantener la calidad del agua del cauce principales de la Quebrada Santa Lucia, para la satisfacción de los usos identificados y determinados.

El número de escenarios prospectivos a determinar, depende entonces de la cantidad de veces que se corre el modelo de simulación con diferentes porcentajes de remoción de cargas contaminantes o eliminación de puntos de descarga, hasta obtener las condiciones de calidad acordes con los criterios definidos para cada tramo. El escenario escogido es proyectado a un horizonte de desarrollo de diez años, con metas periódicas de calidad a ser cumplidas en los años 2015, 2018 y 2024en los que se reúne la materialización de todas las obras y actividades relacionadas con el tratamiento y eliminación de puntos de vertimiento, razón por la cual los Objetivos de Calidad de los cauces principales de la Quebrada Santa Lucia se plantearon para comenzar a regir a partir de dicha fecha.

Aparte del escenario o escenarios prospectivos generados, se presenta también un escenario tendencial definido a partir de la situación actual de calidad y cantidad de la Quebrada Santa Lucia, proyectado a un horizonte de diez (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 y aplicarse el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

7.1 ANALISIS SOCIAL

Basado en el Diagnostico Social Participativo desarrollado con los actores del proceso, a continuación se analizan cuáles son las necesidades e intereses, posibles soluciones y escenarios factibles a corto, mediano y largo plazo para la recuperación en cuanto a calidad y cantidad de la Quebrada Santa Lucia.

Necesidades de la comunidad:

- ✓ Agua potable en buena calidad y cantidad
- ✓ Construcción y ampliación del alcantarillado
- ✓ Agua para el uso exclusivo de agricultura y ganadería
- ✓ 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
- ✓ Sanciones a personas que arrojan basuras a orillas de la quebrada
- ✓ Recolección de empaque químicos para no ser arrojados a las orillas de las ríos.
- ✓ Sanciones a personas que realizan captaciones ilegales de agua
- ✓ Medidas de sanción a industrias y personas que contaminen el agua.

Intereses de la comunidad:

- ✓ Descontaminación desde el sitio de nacimiento de la quebrada
- ✓ Reforestación en las riveras de la quebrada.
- ✓ Formular y ejecutar proyectos de saneamiento Básico
- ✓ Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Crear actividades que generen empleo y al mismo tiempo proteger la quebrada.
- ✓ Realizar control a concesiones autorizadas y sancionar a personar no legalizadas.
- ✓ Solucionar el problema de viviendas cuarteadas ubicadas cerca de la quebrada.

Acciones por parte de los actores involucrados

Alcaldía Municipal de San Lorenzo:

- ✓ Planificación e implementación del Sistema de alcantarillado
- ✓ Construcción y adecuación de 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.
- ✓ Mayor control a captaciones de agua no autorizadas.

Autoridad Ambiental Corponariño:

- ✓ Implementar el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Santa Lucia.
- ✓ 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 Santa Lucia.
- ✓ 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,
- ✓ Lograr mejor calidad de vida, mayores ingresos con menos impacto a la naturaleza.
- ✓ Efectuar campañas de limpieza de los afluentes naturales y cauce principal de la quebrada Santa Lucia

Empresa de servicios:

- ✓ Concientizar a través de líderes a la comunidad para que le den un buen uso al agua.
- ✓ Realizar un estudio de costos y tarifas del servicio del agua para poderla tratar y mejorar el servicio prestado a la comunidad
- ✓ Estudio en ampliación de recolección de residuos solidos
- ✓ Campañas en depósito de residuos solidos

Posibles Soluciones planteadas por la comunidad:

- ✓ Seguimiento para la descontaminación desde el sitio de nacimiento de la quebrada
- ✓ Reforestar las riveras de la Quebrada.
- ✓ Convenios interinstitucionales para legalización de predios
- ✓ Formular y ejecutar proyectos de saneamiento Básico
- ✓ Construcción e implementación de plantas de tratamiento.
- ✓ construcciones de interceptor
- ✓ Crear actividades que generen empleo y al mismo tiempo proteger la quebrada, mediante un grupo de personas de la zona.
- ✓ Reforestación de nacimientos y márgenes de la Quebrada
- ✓ Construcción de Pozos sépticos Tecnificados
- ✓ Educación ambiental para la concientización, sensibilización de la importancia de la naturaleza
- ✓ Ampliación en el servicio de recolección de residuos sólidos
- ✓ Mayor Control de la Autoridad Ambiental
- ✓ Proyectos de sistemas de riego con reales estudios de la corriente.
- ✓ Capacitaciones en manejo de residuos solidos.

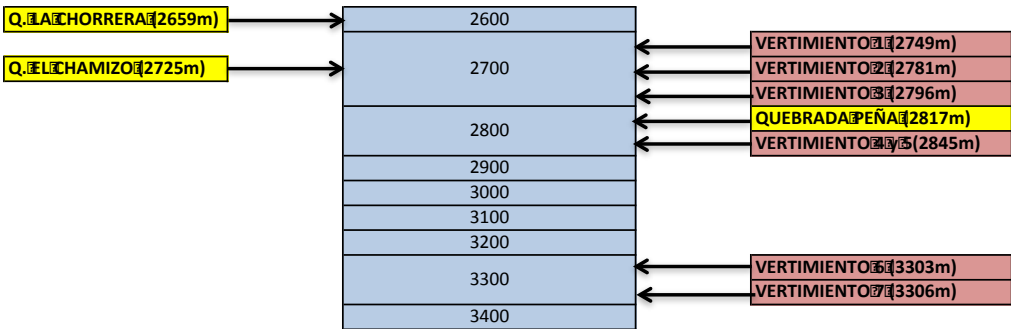
Actores Involucrados:

- ✓ Administración municipal
- ✓ Personería municipal
- ✓ Servicios Públicos-Emsanlorenzo
- ✓ Corporariño
- ✓ Juntas de acción comunal
- ✓ Juntas administradoras de acueductos.

7.2 DEFINICIONES ESPECÍFICAS PARA LA DETERMINACION DE ESCENARIOS DE CALIDAD DE LA QUEBRADA SANTA LUCIA

7.2.1 ESTADO ACTUAL DE LA CORRIENTE HIDRICA

Teniendo en cuenta el recorrido realizado sobre el cauce principal de la Quebrada Santa Lucía, se puede determinar que la corriente presenta contaminación en la parte del casco urbano, debido a la descarga directa de siete vertimientos sobre la corriente, lo cual hace que la calidad del agua en esta zona sea baja.





Vertimientos Aguas Residuales municipio San Lorenzo sobre cauce principal de la Quebrada Santa Lucía

7.2.2 OBRAS PROYECTADAS

Actualmente en el municipio de San Lorenzo no se cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, teniendo en cuenta que la carga de DBO actual de la

Quebrada Santa Lucia es aproximadamente de 20,43 mg/l, se ve la necesidad de implementar un sistema de tratamiento, además teniendo en cuenta que actualmente se realizan siete descargas de vertimientos puntuales a lo largo del cauce es necesario implementar un interceptor con el fin de que la descarga se realice en un solo punto disminuyendo así los focos de contaminación.

Por lo tanto las obras a realizar serán:

Construcción de un interceptor en el cual se unifiquen los siete vertimientos, la descarga de este interceptor se realizara después del casco urbano, para la construcción de esta obra es necesario realizar un mantenimiento general en las redes de alcantarillado existentes.

Teniendo en cuenta, que la concentración de DBO mas alta presentada sobre el cauce de la Quebrada es de aproximadamente de 20,43 mg/l, y que la Quebrada cuenta con buenas condiciones de reaireación y autodepuración, solo es necesario implementar un sistema de tratamiento primario con cual se lograra una remoción de contaminación de aproximadamente 50%.

7.2.3 CARGAS PROYECTADAS

- ✓ ***Escenario Tendencial***: proyectado a 10 años sin ningún tipo de tratamiento a los vertimientos municipales para indicar como puede quedar dicha corriente principal si se la sigue contaminando y la población a este tiempo como aumenta su caudal en vertimientos y la afectación que será aportada.

Tabla 41 Tabla de Cargas – Escenario Tendencial

TOPOLOGIA	COD. TOPOLOGIA	CAUDAL 2024 (L/s)	[] (SS) (mg/L) Teorica RAS	[] (DBO5) (mg/L) Teorica RAS	[] GYA (mg/L)	SS 2014 (Kg/dia)	DBO5 2014(Kg/dia)	GYA 2014 (Kg/dia)
Q1 (579m)	QSL1	5	5	2	1	2,1600	0,8640	0,4320
Q2 (1262m)	QSL2	6	5	2	1	2,5920	1,0368	0,5184
Q. OSCURA (1582m)	QSL3	10	5	2	1	4,3200	1,7280	0,8640
Q3 (2300m)	QSL4	5	5	2	1	2,1600	0,8640	0,4320
Q. LA CHORRERA (2659m)	QSL5	14	5	2	1	6,0480	2,4192	1,2096
Q. EL CHAMIZO (2725m)	QSL6	17	5	2	1	7,3440	2,9376	1,4688
VERTIMIENTO 1,2,3,4 y 5	QSL7	4,56	303,03	303,03	50	119,3999	119,3999	19,7010
QUEBRADA PEÑA (2817m)	QSL8	20	5	2	1	8,6400	341	341
VERTIMIENTO 6 y 7	QSL9	0,70	303,03	303,03	50	18,3500	18,3500	3,0278
Q. SALADO (4105m)	QSL10	160	5	2	1	69,1200	27,6480	13,8240
Q. LA ESTANCIA (6319m)	QSL11	40	5	2	1	17,2800	6,9120	3,4560
Q. PALO SOLO (7186m)	QSL12	25	5	2	1	10,8000	4,3200	2,1600
Q. YARUMO (7733m)	QSL13	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q4 (8523m)	QSL14	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q. LA PLAYA (9130m)	QSL15	40	5	2	1	17,2800	6,9120	3,4560
Q, LA CRUZ (9910m)	QSL16	25	5	2	1	10,8000	4,3200	2,1600
Q5 (10116m)	QSL17	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q. EL YUNGA (10041m)	QSL18	30	5	2	1	12,9600	5,1840	2,5920
Q6 (10536m)	QSL19	15	5	2	1	6,4800	2,5920	1,2960

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

- ✓ ***Escenario Factible:*** proyectado a 1, 4, 10 años, debido a las condiciones fisicoquímicas del agua y cargas contaminantes no requiere un sistema de tratamiento secundario si no que es recomendable implementar una PTAR Preliminar – Primario, con un porcentaje de remoción de 50%.

Tabla 42 Tabla de Cargas – Escenario Factible 1 años

TOPOLOGIA	COD. TOPOLOGIA	CAUDAL 2024 (L/s)	[] (SS) (mg/L) Teorica RAS	[] (DBO5) (mg/L) Teorica RAS	[] GYA (mg/L)	SS 2014 (Kg/dia)	DBO5 2014(Kg/dia)	GYA 2014 (Kg/dia)
Q1 (579m)	QSL1	5	5	2	1	2,1600	0,8640	0,4320
Q2 (1262m)	QSL2	6	5	2	1	2,5920	1,0368	0,5184
Q. OSCURA (1582m)	QSL3	10	5	2	1	4,3200	1,7280	0,8640
Q3 (2300m)	QSL4	5	5	2	1	2,1600	0,8640	0,4320
Q. LA CHORRERA (2659m)	QSL5	14	5	2	1	6,0480	2,4192	1,2096
Q. EL CHAMIZO (2725m)	QSL6	17	5	2	1	7,3440	2,9376	1,4688
VERTIMIENTO 1,2,3,4 y 5	QSL7	4,08						
QUEBRADA PEÑA (2817m)	QSL8	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
VERTIMIENTO 6 y 7	QSL9	0,63						
Q. SALADO (4105m)	QSL10	160	5	2	1	69,1200	27,6480	13,8240
INTERCEPTOR		4,70	303,03	303,03	50	123,1499	123,1499	20,3198
Q. LA ESTANCIA (6319m)	QSL11	40	5	2	1	17,2800	6,9120	3,4560
Q. PALO SOLO (7186m)	QSL12	25	5	2	1	10,8000	4,3200	2,1600
Q. YARUMO (7733m)	QSL13	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q4 (8523m)	QSL14	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q. LA PLAYA (9130m)	QSL15	40	5	2	1	17,2800	6,9120	3,4560
Q, LA CRUZ (9910m)	QSL16	25	5	2	1	10,8000	4,3200	2,1600
Q5 (10116m)	QSL17	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q. EL YUNGA (10041m)	QSL18	30	5	2	1	12,9600	5,1840	2,5920
Q6 (10536m)	QSL19	15	5	2	1	6,4800	2,5920	1,2960

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 43 Tabla de Cargas – Escenario Factible 4 años

TOPOLOGIA	COD. TOPOLOGIA	CAUDAL 2024 (L/s)	[] (SS) (mg/L) Teorica RAS	[] (DBO5) (mg/L) Teorica RAS	[] GYA (mg/L)	SS 2024 (Kg/dia)	DBO5 2024(Kg/dia)	GYA 2024 (Kg/dia)
Q1 (579m)	QSL1	5	5	2	1	2,1600	0,8640	0,4320
Q2 (1262m)	QSL2	6	5	2	1	2,5920	1,0368	0,5184
Q. OSCURA (1582m)	QSL3	10	5	2	1	4,3200	1,7280	0,8640
Q3 (2300m)	QSL4	5	5	2	1	2,1600	0,8640	0,4320
Q. LA CHORRERA (2659m)	QSL5	14	5	2	1	6,0480	2,4192	1,2096
Q. EL CHAMIZO (2725m)	QSL6	17	5	2	1	7,3440	2,9376	1,4688
VERTIMIENTO 1,2,3,4 y 5	QSL7	4,23						
QUEBRADA PEÑA (2817m)	QSL8	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
VERTIMIENTO 6 y 7	QSL9	0,65						
Q. SALADO (4105m)	QSL10	160	5	2	1	69,1200	27,6480	13,8240
PTAR		4,88	151,515	151,515	25	63,9249	63,9249	10,5476
Q. LA ESTANCIA (6319m)	QSL11	40	5	2	1	17,2800	6,9120	3,4560
Q. PALO SOLO (7186m)	QSL12	25	5	2	1	10,8000	4,3200	2,1600
Q. YARUMO (7733m)	QSL13	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q4 (8523m)	QSL14	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q. LA PLAYA (9130m)	QSL15	40	5	2	1	17,2800	6,9120	3,4560
Q, LA CRUZ (9910m)	QSL16	25	5	2	1	10,8000	4,3200	2,1600
Q5 (10116m)	QSL17	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q. EL YUNGA (10041m)	QSL18	30	5	2	1	12,9600	5,1840	2,5920
Q6 (10536m)	QSL19	15	5	2	1	6,4800	2,5920	1,2960

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 44 Tabla de Cargas – Escenario Factible 10 años

TOPOLOGIA	COD. TOPOLOGIA	CAUDAL 2024 (L/s)	[] (SS) (mg/L) Teorica RAS	[] (DBO5) (mg/L) Teorica RAS	[] GYA (mg/L)	SS 2017 (Kg/dia)	DBO5 2017 (Kg/dia)	GYA 2017 (Kg/ dia)
Q1 (579m)	QSL1	5	5	2	1	2,1600	0,8640	0,4320
Q2 (1262m)	QSL2	6	5	2	1	2,5920	1,0368	0,5184
Q. OSCURA (1582m)	QSL3	10	5	2	1	4,3200	1,7280	0,8640
Q3 (2300m)	QSL4	5	5	2	1	2,1600	0,8640	0,4320
Q. LA CHORRERA (2659m)	QSL5	14	5	2	1	6,0480	2,4192	1,2096
Q. EL CHAMIZO (2725m)	QSL6	17	5	2	1	7,3440	2,9376	1,4688
VERTIMIENTO 1,2,3,4 y 5	QSL7	4,56						
QUEBRADA PEÑA (2817m)	QSL8	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
VERTIMIENTO 6 y 7	QSL9	0,70						
Q. SALADO (4105m)	QSL10	160	5	2	1	69,1200	27,6480	13,8240
PTAR		5,26	151,515	151,515	25	68,8749	68,8749	11,3644
Q. LA ESTANCIA (6319m)	QSL11	40	5	2	1	17,2800	6,9120	3,4560
Q. PALO SOLO (7186m)	QSL12	25	5	2	1	10,8000	4,3200	2,1600
Q. YARUMO (7733m)	QSL13	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q4 (8523m)	QSL14	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q. LA PLAYA (9130m)	QSL15	40	5	2	1	17,2800	6,9120	3,4560
Q, LA CRUZ (9910m)	QSL16	25	5	2	1	10,8000	4,3200	2,1600
Q5 (10116m)	QSL17	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q. EL YUNGA (10041m)	QSL18	30	5	2	1	12,9600	5,1840	2,5920
Q6 (10536m)	QSL19	15	5	2	1	6,4800	2,5920	1,2960

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Escenario Ideal: proyectado a 10 años con una con remoción del 85% para demostrar que tanto pueden recuperarse la corriente después de esta optima remoción.

Tabla 45 Tabla de Cargas – Escenario Ideal

TOPOLOGIA	COD. TOPOLOGIA	CAUDAL 2024 (L/s)	[] (SS) (mg/L) Teorica RAS	[] (DBO5) (mg/L) Teorica RAS	[] GYA (mg/L)	SS 2017 (Kg/dia)	DBO5 2017 (Kg/dia)	GYA 2017 (Kg/ dia)
Q1 (579m)	QSL1	5	5	2	1	2,1600	0,8640	0,4320
Q2 (1262m)	QSL2	6	5	2	1	2,5920	1,0368	0,5184
Q. OSCURA (1582m)	QSL3	10	5	2	1	4,3200	1,7280	0,8640
Q3 (2300m)	QSL4	5	5	2	1	2,1600	0,8640	0,4320
Q. LA CHORRERA (2659m)	QSL5	14	5	2	1	6,0480	2,4192	1,2096
Q. EL CHAMIZO (2725m)	QSL6	17	5	2	1	7,3440	2,9376	1,4688
VERTIMIENTO 1,2,3,4 y 5	QSL7	4,56						
QUEBRADA PEÑA (2817m)	QSL8	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
VERTIMIENTO 6 y 7	QSL9	0,68						
Q. SALADO (4105m)	QSL10	160	5	2	1	69,1200	27,6480	13,8240
PTAR		5,26	45,4545	45,4545	7,5	20,6625	20,6625	3,4093
Q. LA ESTANCIA (6319m)	QSL11	40	5	2	1	17,2800	6,9120	3,4560
Q. PALO SOLO (7186m)	QSL12	25	5	2	1	10,8000	4,3200	2,1600
Q. YARUMO (7733m)	QSL13	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q4 (8523m)	QSL14	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q. LA PLAYA (9130m)	QSL15	40	5	2	1	17,2800	6,9120	3,4560
Q, LA CRUZ (9910m)	QSL16	25	5	2	1	10,8000	4,3200	2,1600
Q5 (10116m)	QSL17	20	5	2	1	8,6400	3,4560	1,7280
Q. EL YUNGA (10041m)	QSL18	30	5	2	1	12,9600	5,1840	2,5920
Q6 (10536m)	QSL19	15	5	2	1	6,4800	2,5920	1,2960

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

7.2.4 FINANCIACION PARA OBRAS

PROGRAMA	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	AÑO DE EJECUCION	FUENTES DE FINANCIACION
DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	Construccion deTratamientos Preliminar - Primario de Aguas Residuales para el casco urbano del municipio de San Lorenzo	$373.419.169	2018	TASA RETRIBUTIVA - SGP - CORPONARIÑO - INGRESOS TARIFA - INGRESOS MUNICIPIO
PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA SANTA LUCIA	Educación y Sensibilización en torno al Recurso Hídrico	$230.000.000	2024	
	Recuperación de la ronda hídrica de la Quebrada Santa Lucia.	$230.000.000	2024	
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	Fortalecimiento institucional de la empresa de servicios públicos de San Lorenzo.	$160.000.000	2019	
GESTION DEL RIESGO	Mitigación del Riesgo asociado al cauce principal de la Quebrada Santa Lucia	$100.000.000	2019	

7.3 ESCENARIOS DE CALIDAD SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL

Teniendo en cuenta 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 Quebradas Santa Lucia, los Escenarios de Calidad se dividen en Tendencial, Ideal y Factible.

7.3.1 ESCENARIO TENDENCIAL DE CALIDAD

Corresponde a una proyección del escenario de calidad actual 2014 del cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, considerando un aumento poblacional calculado para el año 2024.

EL escenario fue modelado para los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxigeno – DBO y Oxigeno Disuelto – OD, simulando un crecimiento poblacional a diez (10) años, considerando que la mayor cantidad de vertimientos que recibe la fuente superficial son de origen doméstico.

Para el cálculo de la población se utilizo el Método Exponencial, con una tasa de crecimiento poblacional del 2%.

$$P_{Futura} = P_{actual} * (1+r)^n$$

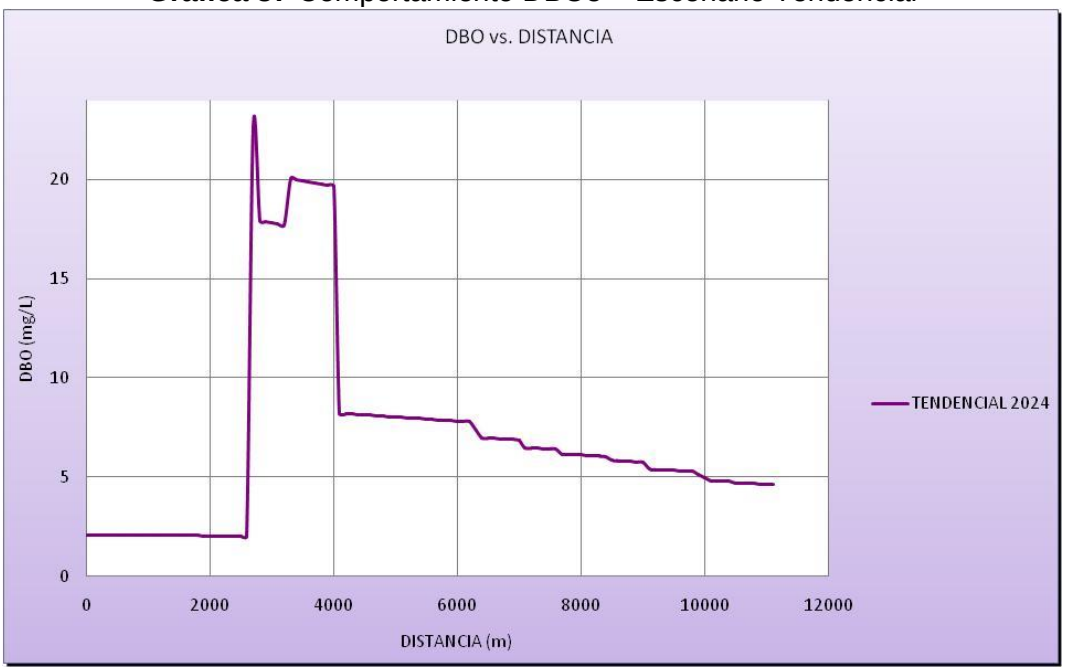
Donde:
P_{Futura}: *Población futura o proyectada*
P_{Actual}: *Población al inicio del período*
r: *Tasa media anual de crecimiento poblacional*
n: *Tiempo o año final*

Con base en la información de cargas contaminantes recopiladas para el escenario actual, se ha proyectado un escenario tendencial a 10 años en cuyas entradas no

se tiene en cuenta ningún tipo de medidas enfocadas a la disminución de las cargas contaminantes que se realizan sobre el cauce de la Quebrada Santa Lucia.

Las cargas contaminantes se ven afectadas por el incremento del caudal a lo largo del tiempo debido al crecimiento poblacional. Por lo cual la calidad del rio disminuirá, aumentando así el impacto ambiental. Además el incremento de contaminación del agua ocasionara problemas con la comunidad cercana al cauce de la Quebrada.

Gráfica 37 Comportamiento DBO5 – Escenario Tendencial



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 38 Comportamiento OD – Escenario Tendencial

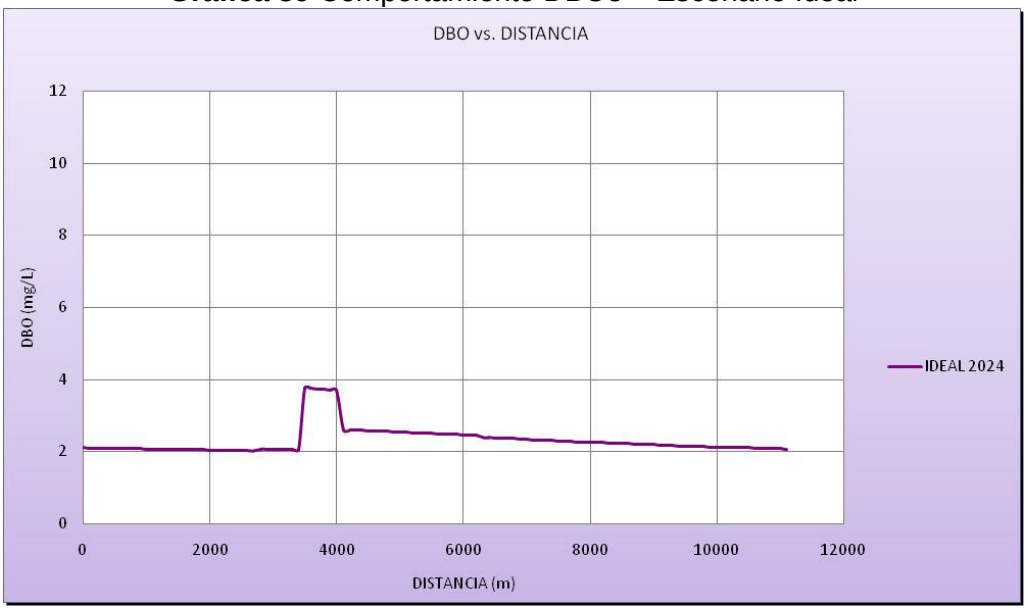


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

7.3.2 ESCENARIO IDEAL

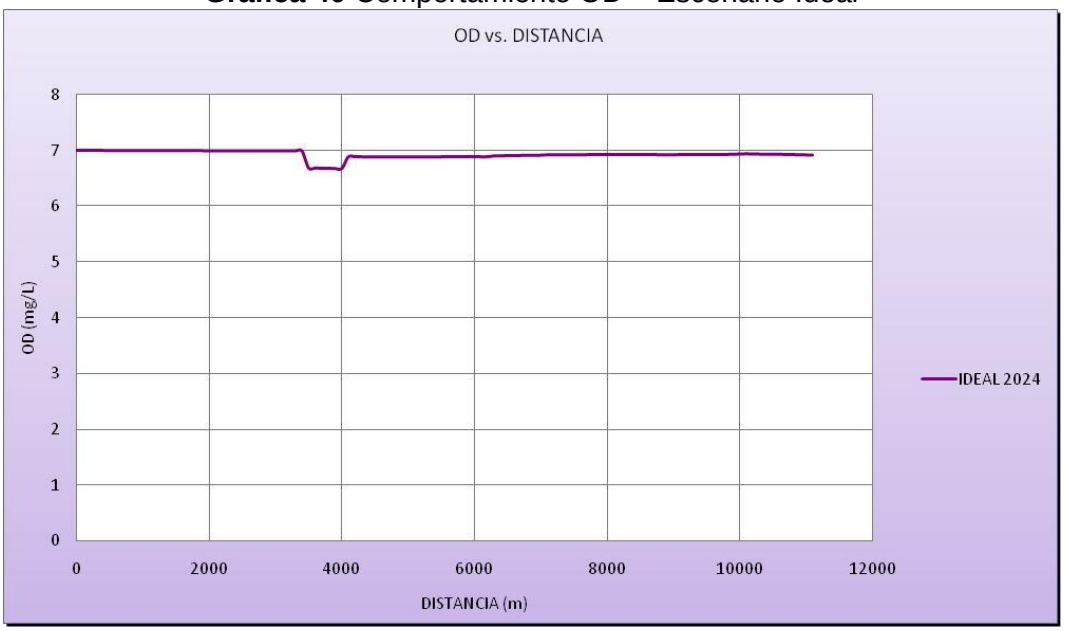
El escenario ideal nos presenta las condiciones en la cual estaría la Quebrada Santa Lucia en el año 2024 si se realizaran todas técnicas necesarias para lograr la disminución de las cargas contaminantes logrando así un porcentaje de remoción de un 90%, cumpliendo con lo establecido en la normatividad vigente.

Gráfica 39 Comportamiento DBO5 – Escenario Ideal



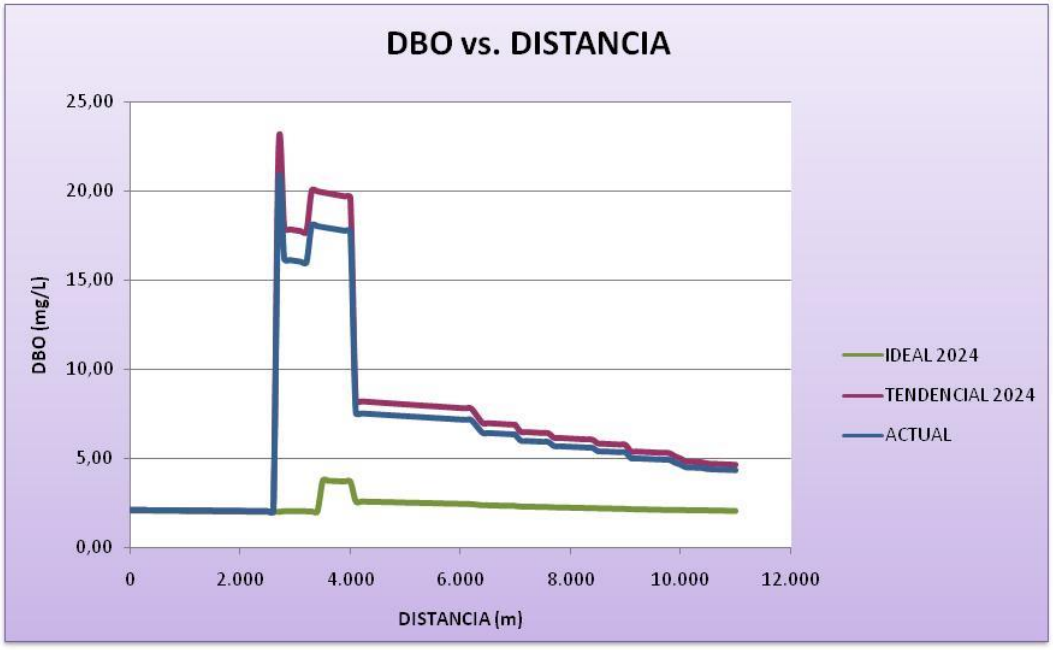
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 40 Comportamiento OD – Escenario Ideal



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 41 Comparacion escenarios Actual-Ideal-Tendencial



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

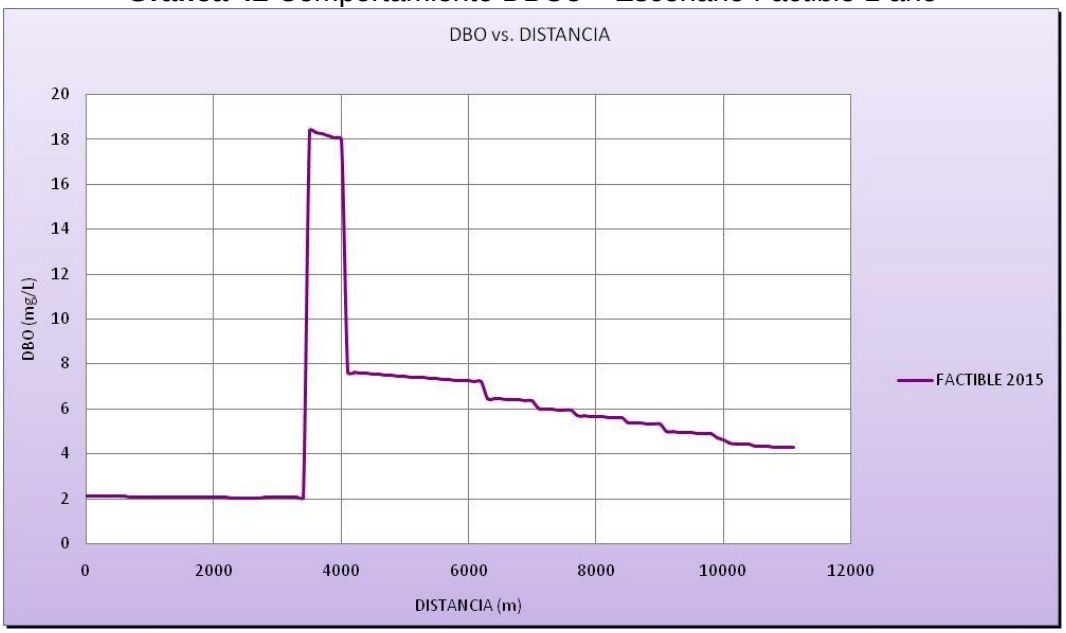
En la gráfica se presentan tres escenarios actual, tendencial e ideal, en la cual se representa el comportamiento de la Quebrada Santa Lucia si se realizan o no obras que contribuyan al mejoramiento de la calidad, evidenciándose que al realizar las obras la calidad de la Quebrada mejora en forma significativa pasando de carga de DBO en el año 2024 de 22,69 mg/L a una de 3,75 mg/L.

7.3.3 ESCENARIO FACTIBLE A 1 AÑO

Teniendo en cuenta las cargas contaminantes actuales, se realiza la proyección a un escenario factible de 1 año, cuyo objetivo principal es unificación de las cargas contaminantes que se realizan sobre el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, se tiene en cuenta el incremento de la población.

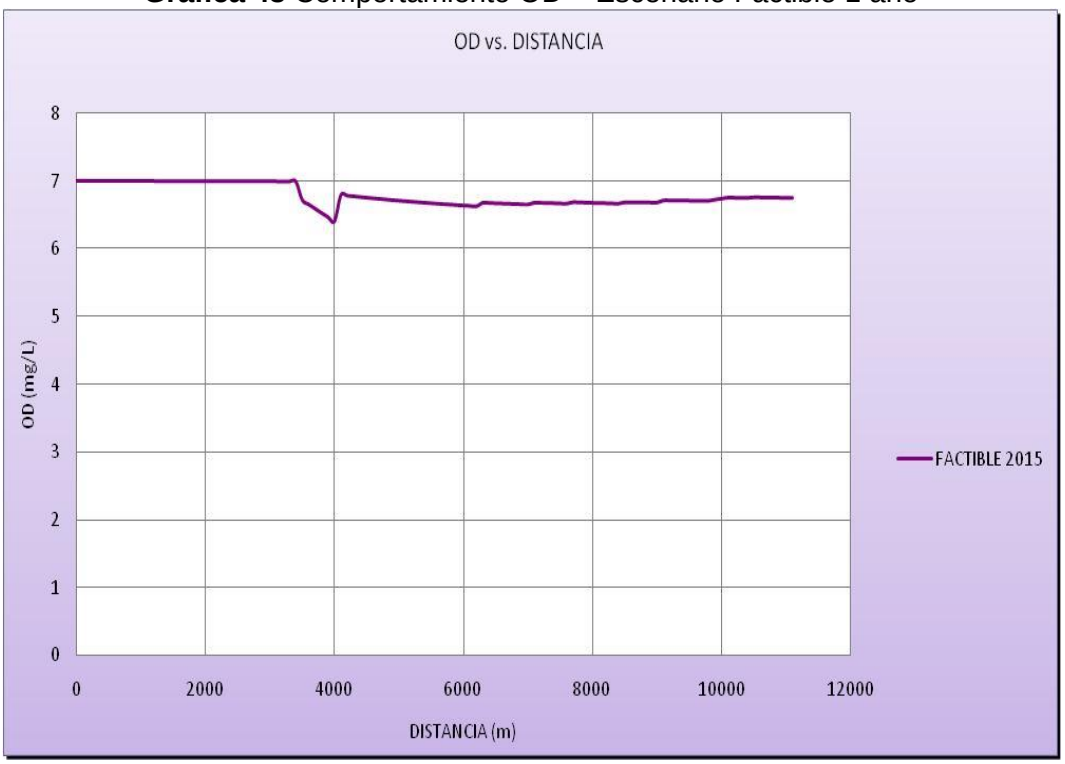
Planteamos en este escenario la construcción de un interceptor el cual nos permitirá la unión de los vertimientos de aguas residuales a un solo punto de descarga logrando así disminuir los focos de contaminación a uno solo, el cual se descargara después del casco urbano.

Gráfica 42 Comportamiento DBO5 – Escenario Factible 1 año



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 43 Comportamiento OD – Escenario Factible 1 año



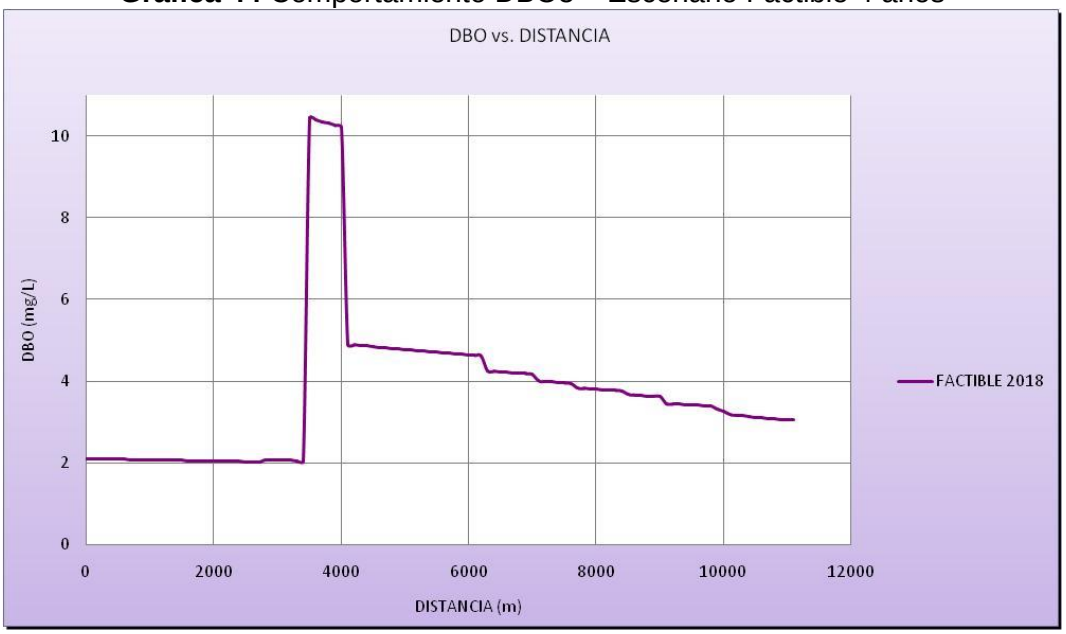
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

7.3.4 ESCENARIO FACTIBLE A 4 AÑOS

Teniendo en cuenta las cargas contaminantes actuales, se realiza la proyección a un escenario factible de 4 años, cuyo objetivo principal es la disminución de las cargas contaminantes que se realizan sobre el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, adicionalmente se tiene en cuenta el incremento de la población a cinco años lo cual hace que el caudal y las cargas aumenten.

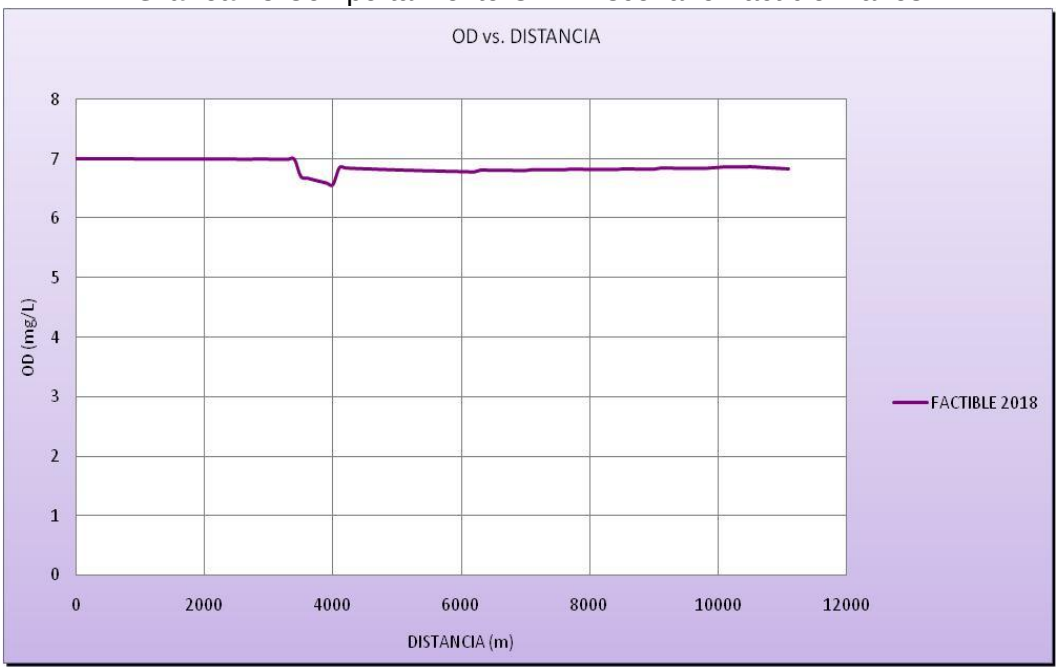
Se proyecta la construcción de un sistema de tratamiento preliminar en la descarga del interceptor, con el fin de disminuir las concentraciones de contaminantes en las aguas vertidas en un 50%. Como consecuencia de este sistema de tratamiento se observara una mejora en la calidad del agua debido a la remoción de las cargas contaminantes, lo cual permitirá que se puedan dar diferentes usos a esta agua.

Gráfica 44 Comportamiento DBO5 – Escenario Factible 4 años



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 45 Comportamiento OD – Escenario Factible 4 años



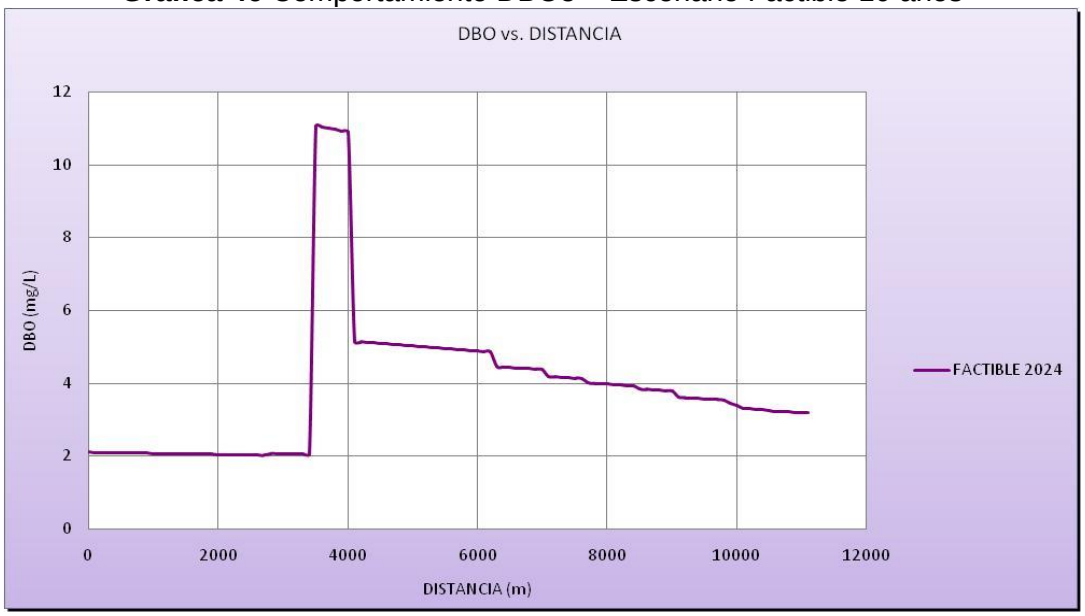
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

7.3.5 ESCENARIO FACTIBLE A 10 AÑOS

Teniendo en cuenta las cargas contaminantes actuales, se realiza la proyección a un escenario factible de 10 años, cuyo objetivo principal es la disminución de las cargas contaminantes que se realizan sobre el cauce principal de la Quebrada

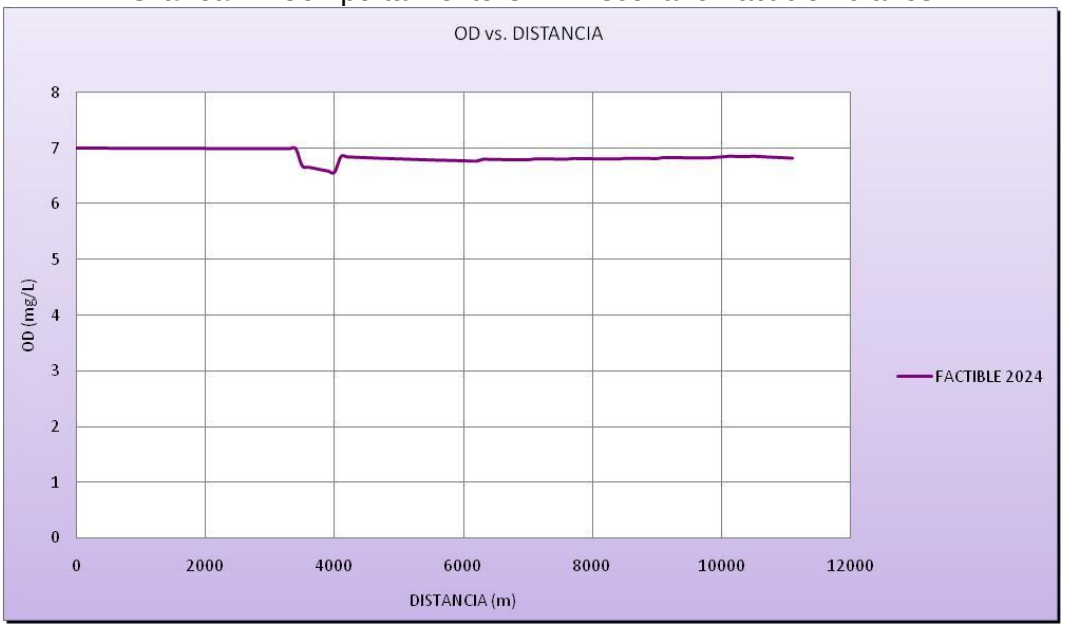
Santa Lucia, adicionalmente se tiene en cuenta el incremento de la población a diez años lo cual hace que el caudal aumente, el porcentaje de remoción seguirá siendo del 50% cumpliendo así con los porcentajes de remoción establecidos para aguas residuales en la normatividad colombiana.

Gráfica 46 Comportamiento DBO5 – Escenario Factible 10 años



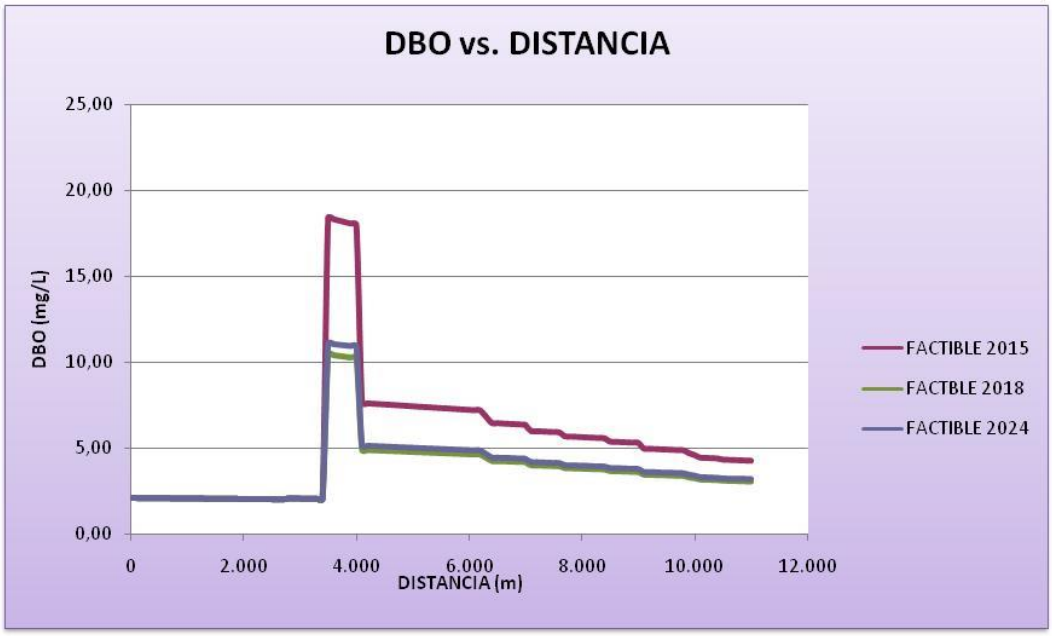
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 47 Comportamiento OD – Escenario Factible 10 años



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 48 Comparacion de Escenarios Factibles



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

En la gráfica se presentan tres escenarios factibles a 2015, 2018 y 2024, en la cual se representa el comportamiento de la Quebrada Santa Lucia si se realizan todas las obras proyectadas, es decir interceptor y tratamiento preliminar, en esta se evidencia como la carga de DBO en la Quebrada Santa Lucia seria de 11,07 mg/L al año 2024 y no de 22,69 mg/L como sucedería sino se realizarán las obras.

7.4 CRITERIOS DE CALIDAD PARA LOS USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL RECURSO HIDRICO

7.4.1 USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA QUEBRADA SANTA LUCIA

De acuerdo a lo descrito y sustentado en la etapa de diagnostico y teniendo en cuenta el análisis social de las comunidades que habitan dentro del área de influencia, los usos actuales y potenciales definidos y priorizados para el Cauce Principal de la Quebrada Santa Lucia se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 46 Usos Actuales y Potenciales Cauce Principal delaQuebrada Santa Lucia

USO	DESCRIPCION
USOS ACTUALES	
PECUARIO	Ganadería, limpieza y alimentación de animales.

ESTETICO PAISAJISTICO	No contempla contacto directo del agua con el ser humano debido a la presencia de vertimientos domésticos.
AGRICOLA	Riego de cultivos de maíz, yuca, fríjol y maní.
USOS POTENCIALES	
PECUARIO	Ganadería, limpieza y alimentación de animales.
AGRICOLA	Riego de cultivos de maíz, yuca, fríjol y maní.

De acuerdo a la definición de los criterios de calidad sobre el cauce principal delaQuebrada Santa Lucia, algunos de los usos definidos pueden ser omitidos en la determinación de los tramos, debido a la priorización en calidad que presente uno con respecto a los demás (Uso Preponderante).

7.4.2 CRITERIOS DE CALIDAD ESTABLECIDOS PARA LOS USOS ASIGNADOS.

Los criterios de calidad acorde con lo estipulado en el artículo 19 del Decreto 3930 de 2010 se entienden como el conjunto de parámetros con sus respectivos valores que son utilizados para la asignación de usos al recurso y como base de decisión para el Ordenamiento del Recurso Hídrico.

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 designados, actualmente no son contemplados por la Normatividad Ambiental Vigente, se ha diseñado para el presente Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico la Quebrada una tabla basada en criterios de calidad obtenidos algunos de la Norma Nacional y otros adaptados de Normas Ambientales de aplicación Internacional, utilizando fundamentos técnicos encaminados a la escogencia de valores adecuados y restrictivos.

Tabla 47 Criterios de Calidad para usos Actuales y Potenciales Quebrada Santa Lucia

USOS	CRITERIOS DE CALIDAD
	• Aguas Libres de sustancias que impartan olor o sabor a tejidos de organismos acuáticos y Libres de turbiedad o color que interfieran con la actividad fotosintética.

Preservación de Flora y Fauna en Aguas Frías	• pH entre 6,5 y 8,5 • OD ≥ 6,0 mg/L. Siempre • DBO5 ≤ 3,0 mg/L • SST < 5 mg/l. • Amonio (NH3) ≤ 1,0 mg/L. • Nitratos NO3 ≤ 5,0 • Nitrógeno total ≤ 1,0 mg/L • Fosfatos (PO4) ≤ 0,1 mg/L • Coliformes Totales ≤ 1000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 100 microorg. /100 ml. • Temperatura: 5 grados por encima o por debajo. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 45
Consumo Humano y Domestico **(Requiere Únicamente Desinfección)**	• Aguas libres de películas de grasas y aceites, materiales flotantes provenientes de actividad humana, radioisótopos y otros no removibles por desinfección, que puedan afectar la salud humana. • pH entre 6,5 y 8,5 • Turbiedad < 10 UJT • OD > 6 mg/L • DBO5 < 3mg/L • SST < 5 mg/l. • Nitratos < 10 mg/l. • Nitritos < 10 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 1000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 200 microorg. /100 ml. • Amoniaco < 1,0 mg/l. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 39
Pecuario	• pH entre 5 y 9 • OD > 3 mg/L • DBO5 < 15 mg/L • Nitratos + Nitritos < 100 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 1000 microorg. /100 ml. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 41
	• Criterios restrictivos aplicados a riego de frutas que se consuman sin quitar la cascara y a hortalizas de tallo corto. • Olores Ofensivos y sustancias 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.

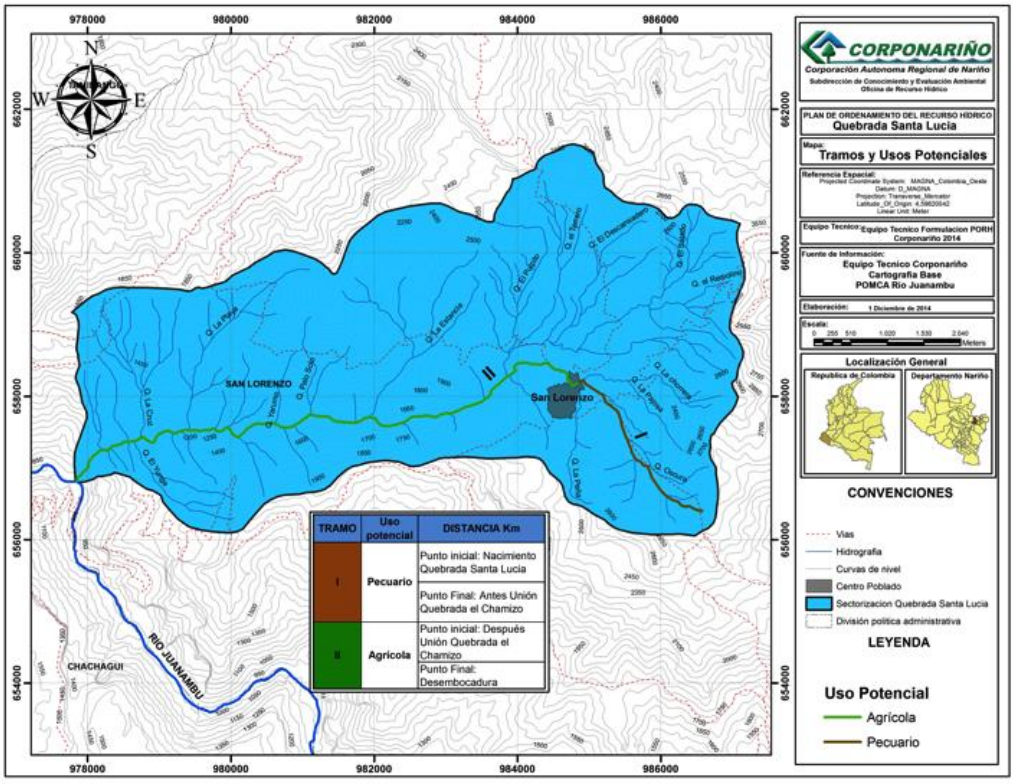
Agrícola (Riego)	• Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84 articulo 40
Estético Paisajístico	• Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana. • Ausencia de grasas y aceites que formen película visible. • Ausencia de sustancias que produzcan olor. • pH entre 5 y 9 • OD > 70% de saturación • DBO5 < 10 mg/L • SST < 15 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 2000 microorg. /100 ml. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 1594/84

Fuente: Decreto 1594 – Guía MAVDT – Norma Chllena y Ecuatoriana

7.5 DEFINICIÓN DE TRAMOS DE CALIDAD SOBRE EL CAUCE PRINCIPAL

Considerando los múltiples usos del recurso hídrico asignados, el cauce principal delaQuebrada Santa Lucia, se ha divido en tres (3) tramos de calidad organizados desde el nacimiento hasta su desembocadura al Río Juanambu.

Mapa 19 Tramos de Usos Potenciales Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 48 Tramos En La Corriente Principal de la Quebrada Santa Lucia

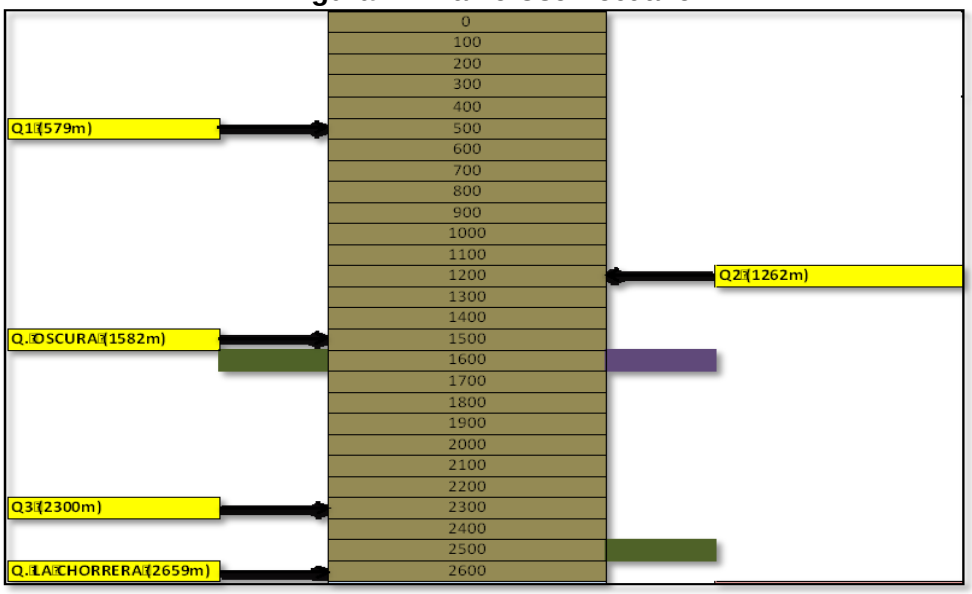
TRAMO	Uso potencial	DISTANCIAS	
I	PECUARIO	Punto inicial: Nacimiento Quebrada Santa Lucia	Desde: 0Km
		Punto Final: Antes Unión Quebrada el Chamizo	Hasta: 2,6 Km
II	Agrícola	Punto inicial: Después Unión Quebrada el Chamizo	Desde: 2,7 Km
		Punto Final: Desembocadura	Hasta: 11,1 Km

A continuación se describe cada uno de los tramos definidos para la Quebrada Santa Lucia.

Tabla 49 Tramo I. Pecuario

TRAMO	Uso potencial	DISTANCIAS	
I	PECUARIO	Punto inicial: Nacimiento Quebrada Santa Lucia	Desde: 0Km
		Punto Final: Antes Unión Quebrada el Chamizo	Hasta: 2,6 Km

Figura 44 Tramo Uso Pecuario



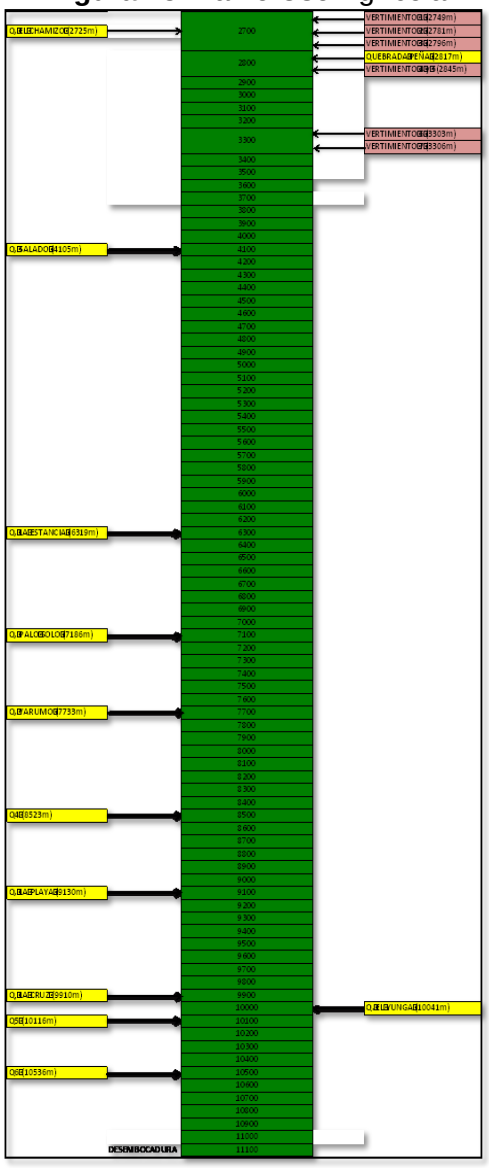
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

El tramo I se definió para uso pecuario,como uso potencial, ya que en la actualidad se identifica presencia de ganado el cual abarca un porcentaje considerando en la economía del municipio, se toma como referencia este uso ya que es más restrictivo que el uso agrícola

Tabla 50 Tramo II. Agrícola

TRAMO	USOS	DISTANCIAS	
II	**Agrícola**	Punto inicial: Después Unión Quebrada el Chamizo	Desde: 2,7 Km
		Punto Final: Desembocadura	Hasta: 11,1 Km

Figura 45 Tramo Uso Agrícola



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

El Tramo II, de acuerdo con las condiciones de calidad del Rio suuso potencial espara el riego de cultivos de maíz, yuca, fríjol y maní, es decir su uso potencial es Agricola.

8. FORMULACION



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

Al respecto es importante mencionar el PORH - Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico es el resultado de la evolución y articulación a la normatividad vigente del instrumento propuesto en el decreto 3930 de 2010, cuyo fin es la destinación de las aguas en forma genérica para los diferentes usos a partir de criterios de calidad, y que articuló lo establecido en los decretos 2811 de 1 974 y 1541 de 1978 para el aprovechamiento y uso del recurso hídrico.

Partiendo del PORH se propone la formulación de un Plan de Ordenamiento que permita alcanzar en una escala de tiempo, el escenario construido de manera conjunta entre la Autoridad Ambiental y la Comunidad, articulado en su desarrollo los conceptos de cantidad y calidad, en el marco de los desarrollos normativos vigentes.

Durante esta fase y con base en las hipótesis generadas en el ejercicio de prospectiva se formula y consolida el PORH. En este punto, el equipo de trabajo debe formular los objetivos, metas, estrategias, programas y proyectos, así como, la plataforma organizativa, administrativa y financiera necesaria para la implementación del PORH.

8.1 OBJETIVOS DE CALIDAD

Los Objetivos de Calidad son un instrumento establecido mediante el Artículo 3º del Decreto 3440 de 2004, que modifica el artículo 6 del Decreto 3100 de 2003, el cual contempla que previo al establecimiento de las metas de reducción en una cuenca, tramo o cuerpo de agua, la Autoridad Ambiental competente debe, entre otros aspectos, establecer objetivos de calidad de los cuerpos de agua de acuerdo a su uso, conforme a los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH.

8.1.1 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 por los Decretos 1594 de 1984 y 3930 de 2010. Dicho marco se complementa con los alcances de los Decretos 3100 de 2003 y 3440 de 2004 y, determina que para la gestión eficaz de la calidad del recurso hídrico.

La propuesta de los objetivos de calidad para el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 42 Objetivos de Calidad – Quebrada Santa Lucia

QUEBRADA SANTA LUCIA - OBJETIVOS DE CALIDAD A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO												
MUNICIPIO	CORRIENTE SUPERFICIAL	TRAMO	USO ACTUAL	USO POTENCIAL PREPONDERANTE	PARÁMETRO	VALOR MEDIDO	CRITERIO DE CALIDAD	ESCENARIO DE CALIDAD 2015	ESCENARIO DE CALIDAD 2018	ESCENARIO DE CALIDAD 2024	OBJETIVO DE CALIDAD	NOTA DE SUSTENTACION
SAN LORENZO	QUEBRADA SANTA LUCIA	I. Nacimiento Quebrada Santa Lucia - Antes Unión Quebrada el Chamizo	PECUARIO	PECUARIO	DBO5 (mg O2/L)	<3,8	≤ 15	2,04	2,04	2,04	≤ 15	MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	13,6	≤ 12				≤ 12	
					OD (mg O2/L)	7,68	≥ 6	6,99	2,99	6,99	≥ 6	
					PH (pH)	7,12	6.5 - 8.5				6.5 - 8.5	
					Coliformes Totales (NPM/100 ml)	5,32E+03	<5000				<5000	
					Coliformes E- Coli (NPM/100 ml)	6,61E+02	< 1000				< 100	
					Olores Ofensivos		AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	
					Sustancias Flotantes		AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	
					Peliculas de Grasas y Aceites		AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	
					Sustancias de Interes Sanitario	Cumplimiento Decreto 3930 del 2010 Art. 11						
		II. Después Unión Quebrada el Chamizo - Antes Union Quebrada El Salado	ESTETICO PAISAJISTICO	AGRICOLA	DBO5 (mg O2/L)	20,43	< 10	6,63	4,61	4,85	< 5	RECUPERACIÓN GRADUAL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	38,5	≤ 15				≤ 12	
					OD (mg O2/L)	5,99	≥ 5	7,18	6,78	6,77	≥ 6	
					PH (pH)	7,59	5 - 9				6,5 - 8,5	
					Coliformes Totales (NPM/100 ml)	3,87E+05	<5000				<5000	
					Coliformes E- Coli (NPM/100 ml)	1,11E+05	< 2000				< 1000	
					Olores Ofensivos		AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	
					Sustancias Flotantes		AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	
					Peliculas de Grasas y Aceites		AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	
					Sustancias de Interes Sanitario	Cumplimiento Decreto 3930 del 2010 Art. 18						
		III. Antes Union Quebrada El Salado - Desemabocadura Rio Juanambu	AGRICOLA	AGRICOLA	DBO5 (mg O2/L)	3,8	≤ 5	4,25	3,04	3,18	≤ 5	MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	47,8	≤ 12				≤ 12	
					OD (mg O2/L)	7,98	≥ 6	6,75	6,83	6,82	≥ 6	
					PH (pH)	7,82	6,5 - 8,5				6,5 - 8,5	
					Coliformes Totales (NPM/100 ml)	5,04E+04	<5000				<5000	
					Coliformes E- Coli (NPM/100 ml)	5,10E+03	< 1000				< 1000	
					Olores Ofensivos		AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	
					Sustancias Flotantes		AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	
					Peliculas de Grasas y Aceites		AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	AUSENTES	
					Sustancias de Interes Sanitario	Cumplimiento Decreto 3930 del 2010 Art. 13						

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

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 Santa Lucia.

8.2 NECESIDADES DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Para el cumplimiento y materialización del Escenario Factible, es necesario implementar un interceptor que recolecte lo vertimientos de aguas residuales en un solo punto con el objetivo de minimizar los focos de contaminación sobre el cauce principal, en el punto donde se encuentra el interceptor se implementara un Sistema de Tratamiento Preliminar Primario de Aguas Residuales que permitan remover los porcentajes de cargas contaminantes anteriormente justificados, en las descargas que salen del interceptor con el fin de evitar la alteración de la calidad del agua de la Quebrada Santa Lucia.

Cuadro 43 Necesidades de Implementación

FUENTE HIDRICA	*PUNTO DE VERTIMIENTO*	*ALTERNATIVA Y/O SOLUCION*	*AÑO DE IMPLENTACION*
QUEBRADA SANTA LUCIA	Vertimientos # 1, 2,3,4,5,6,7	Construcción de Interceptor	2015
	INTERCEPTOR	Construcción de PTAR con eficiencia de remoción del 50%	2018

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

8.3 CARGAS CONTAMINANTES A VERTER EN LOS ESCENARIOS FACTIBLES

Para el cumplimiento del Escenario Factible proyectado a 1, 4 y 10 años, las cargas contaminantes a verter cada una de las entradas o descargas al cauce principal de la Quebrada Santa Luciateniendo en cuenta las necesidades de construcción de un interceptor y de implementación de una Sistema de Tratamiento Preliminar Primario de Aguas Residuales, se presentan a continuación:

Cuadro 44 Cargas kg/día a verter Quebrada Santa Lucia año 2015

TOPOLOGIA	CAUDAL 2024 (L/s)	SS 2014 (Kg/dia)	DBO5 2014(Kg/dia)	GYA 2014 (Kg/ dia)	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTALCARGA Kg/dia	DUREZA TOTAL CARGA Kg/dia	CLORUROS CARGA Kg/dia	FOSFATOS CARGA Kg/dia	NITRITOS CARGA Kg/dia	NITRATOS CARGA Kg/dia	SULFATOS CARGA Kg/dia	SAAM - DETERGENTES CARGA Kg/dia	FOSFORO TOTAL CARGA Kg/dia	NITROGENO NTK CARGA Kg/dia	[] E- COLI Kg/dia
Q1 (579m)	5	2,1600	0,8640	0,4320	0,4666	10,8000	18,5760	0,0000	0,0432	0,0017	0,9504	4,3200	0,0864	0,0432	0,3456	147,3120
Q2 (1262m)	6	2,5920	1,0368	0,5184	0,5599	12,9600	22,2912	0,0000	0,0518	0,0021	1,1405	5,1840	0,1037	0,0518	0,4147	176,7744
Q. OSCURA (1582m)	10	4,3200	1,7280	0,8640	0,9331	21,6000	37,1520	0,0000	0,0864	0,0035	1,9008	8,6400	0,1728	0,0864	0,6912	294,6240
Q3 (2300m)	5	2,1600	0,8640	0,4320	0,4666	10,8000	18,5760	0,0000	0,0432	0,0017	0,9504	4,3200	0,0864	0,0432	0,3456	147,3120
Q. LA CHORRERA (2659m)	14	6,0480	2,4192	1,2096	1,3064	30,2400	52,0128	0,0000	0,1210	0,0048	2,6611	12,0960	0,2419	0,1210	0,9677	412,4736
Q. EL CHAMIZO (2725m)	17	7,3440	2,9376	1,4688	1,5863	36,7200	63,1584	0,0000	0,1469	0,0059	3,2314	14,6880	0,2938	0,1469	1,1750	500,8608
VERTIMIENTO 1,2,3,4 y 5	4,08															
QUEBRADA PEÑA (2817m)	20	8,6400	3,4560	1,7280	1,8662	43,2000	74,3040	0,0000	0,1728	0,0069	3,8016	17,2800	0,3456	0,1728	1,3824	589,2480
VERTIMIENTO 6 y 7	0,63															
Q. SALADO (4105m)	160	69,1200	27,6480	13,8240	14,9299	345,6000	594,4320	0,0000	1,3824	0,0553	30,4128	138,2400	2,7648	1,3824	11,0592	4713,9840
INTERCEPTOR	4,70	123,1499	123,1499	20,3198	5,1206	28,5045	16,2558	10,3387	0,5283	0,0041	1,0932	5,6895	0,7965	0,4023	2,2758	483610,0500
Q. LA ESTANCIA (6319m)	40	17,2800	6,9120	3,4560	3,7325	86,4000	148,6080	0,0000	0,3456	0,0138	7,6032	34,5600	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
Q. PALO SOLO (7186m)	25	10,8000	4,3200	2,1600	2,3328	54,0000	92,8800	0,0000	0,2160	0,0086	4,7520	21,6000	0,4320	0,2160	1,7280	736,5600
Q. YARUMO (7733m)	20	8,6400	3,4560	1,7280	1,8662	43,2000	74,3040	0,0000	0,1728	0,0069	3,8016	17,2800	0,3456	0,1728	1,3824	589,2480
Q4 (8523m)	20	8,6400	3,4560	1,7280	1,8662	43,2000	74,3040	0,0000	0,1728	0,0069	3,8016	17,2800	0,3456	0,1728	1,3824	589,2480
Q. LA PLAYA (9130m)	40	17,2800	6,9120	3,4560	3,7325	86,4000	148,6080	0,0000	0,3456	0,0138	7,6032	34,5600	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
Q. LA CRUZ (9910m)	25	10,8000	4,3200	2,1600	2,3328	54,0000	92,8800	0,0000	0,2160	0,0086	4,7520	21,6000	0,4320	0,2160	1,7280	736,5600
Q5 (10116m)	20	8,6400	3,4560	1,7280	1,8662	43,2000	74,3040	0,0000	0,1728	0,0069	3,8016	17,2800	0,3456	0,1728	1,3824	589,2480
Q. EL YUNGA (10041m)	30	12,9600	5,1840	2,5920	2,7994	64,8000	111,4560	0,0000	0,2592	0,0104	5,7024	25,9200	0,5184	0,2592	2,0736	883,8720
Q6 (10536m)	15	6,4800	2,5920	1,2960	1,3997	32,4000	55,7280	0,0000	0,1296	0,0052	2,8512	12,9600	0,2592	0,1296	1,0368	441,9360

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 45 Cargas kg/día a verter Quebrada Santa Lucia año 2018

TOPOLOGIA	CAUDAL 2024 (L/s)	SS 2024 (Kg/dia)	DBO5 2024(Kg/dia)	GYA 2024 (Kg/ dia)	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTALCARGA Kg/dia	DUREZA TOTAL CARGA Kg/dia	CLORUROS CARGA Kg/dia	FOSFATOS CARGA Kg/dia	NITRITOS CARGA Kg/dia	NITRATOS CARGA Kg/dia	SULFATOS CARGA Kg/dia	SAAM - DETERGENTES CARGA Kg/dia	FOSFORO TOTAL CARGA Kg/dia	NITROGENO NTK CARGA Kg/dia	[] E- COLI Kg/dia
Q1 (579m)	5	2,1600	0,8640	0,4320	0,4666	10,8000	18,5760	0,0000	0,0432	0,0017	0,9504	4,3200	0,0864	0,0432	0,3456	147,3120
Q2 (1262m)	6	2,5920	1,0368	0,5184	0,5599	12,9600	22,2912	0,0000	0,0518	0,0021	1,1405	5,1840	0,1037	0,0518	0,4147	176,7744
Q. OSCURA (1582m)	10	4,3200	1,7280	0,8640	0,9331	21,6000	37,1520	0,0000	0,0864	0,0035	1,9008	8,6400	0,1728	0,0864	0,6912	294,6240
Q3 (2300m)	5	2,1600	0,8640	0,4320	0,4666	10,8000	18,5760	0,0000	0,0432	0,0017	0,9504	4,3200	0,0864	0,0432	0,3456	147,3120
Q. LA CHORRERA (2659m)	14	6,0480	2,4192	1,2096	1,3064	30,2400	52,0128	0,0000	0,1210	0,0048	2,6611	12,0960	0,2419	0,1210	0,9677	412,4736
Q. EL CHAMIZO (2725m)	17	7,3440	2,9376	1,4688	1,5863	36,7200	63,1584	0,0000	0,1469	0,0059	3,2314	14,6880	0,2938	0,1469	1,1750	500,8608
VERTIMIENTO 1,2,3,4 y 5	4,23															
QUEBRADA PEÑA (2817m)	20	8,6400	3,4560	1,7280	1,8662	43,2000	74,3040	0,0000	0,1728	0,0069	3,8016	17,2800	0,3456	0,1728	1,3824	589,2480
VERTIMIENTO 6 y 7	0,65															
Q. SALADO (4105m)	160	69,1200	27,6480	13,8240	14,9299	345,6000	594,4320	0,0000	1,3824	0,0553	30,4128	138,2400	2,7648	1,3824	11,0592	4713,9840
PTAR	4,88	63,9249	63,9249	10,5476	2,6580	14,7962	8,4381	5,3666	0,2742	0,0021	0,5675	2,9533	0,4135	0,2088	1,1813	251033,4750
Q. LA ESTANCIA (6319m)	40	17,2800	6,9120	3,4560	3,7325	86,4000	148,6080	0,0000	0,3456	0,0138	7,6032	34,5600	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
Q. PALO SOLO (7186m)	25	10,8000	4,3200	2,1600	2,3328	54,0000	92,8800	0,0000	0,2160	0,0086	4,7520	21,6000	0,4320	0,2160	1,7280	736,5600
Q. YARUMO (7733m)	20	8,6400	3,4560	1,7280	1,8662	43,2000	74,3040	0,0000	0,1728	0,0069	3,8016	17,2800	0,3456	0,1728	1,3824	589,2480
Q4 (8523m)	20	8,6400	3,4560	1,7280	1,8662	43,2000	74,3040	0,0000	0,1728	0,0069	3,8016	17,2800	0,3456	0,1728	1,3824	589,2480
Q. LA PLAYA (9130m)	40	17,2800	6,9120	3,4560	3,7325	86,4000	148,6080	0,0000	0,3456	0,0138	7,6032	34,5600	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
Q, LA CRUZ (9910m)	25	10,8000	4,3200	2,1600	2,3328	54,0000	92,8800	0,0000	0,2160	0,0086	4,7520	21,6000	0,4320	0,2160	1,7280	736,5600
Q5 (10116m)	20	8,6400	3,4560	1,7280	1,8662	43,2000	74,3040	0,0000	0,1728	0,0069	3,8016	17,2800	0,3456	0,1728	1,3824	589,2480
Q. EL YUNGA (10041m)	30	12,9600	5,1840	2,5920	2,7994	64,8000	111,4560	0,0000	0,2592	0,0104	5,7024	25,9200	0,5184	0,2592	2,0736	883,8720
Q6 (10536m)	15	6,4800	2,5920	1,2960	1,3997	32,4000	55,7280	0,0000	0,1296	0,0052	2,8512	12,9600	0,2592	0,1296	1,0368	441,9360

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 46 Cargas kg/día a verter Quebrada Santa Lucia año 2024

TOPOLOGIA	CAUDAL 2024 (L/s)	SS 2017 (Kg/dia)	DBO5 2017 (Kg/dia)	GYA 2017 (Kg/ dia)	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTALCARGA Kg/dia	DUREZA TOTAL CARGA Kg/dia	CLORUROS CARGA Kg/dia	FOSFATOS CARGA Kg/dia	NITRITOS CARGA Kg/dia	NITRATOS CARGA Kg/dia	SULFATOS CARGA Kg/dia	SAAM - DETERGENTES CARGA Kg/dia	FOSFORO TOTAL CARGA Kg/dia	NITROGENO NTK CARGA Kg/dia	[] E- COLI Kg/dia
Q1 (579m)	5	2,1600	0,8640	0,4320	0,4666	10,8000	18,5760	0,0000	0,0432	0,0017	0,9504	4,3200	0,0864	0,0432	0,3456	147,3120
Q2 (1262m)	6	2,5920	1,0368	0,5184	0,5599	12,9600	22,2912	0,0000	0,0518	0,0021	1,1405	5,1840	0,1037	0,0518	0,4147	176,7744
Q. OSCURA (1582m)	10	4,3200	1,7280	0,8640	0,9331	21,6000	37,1520	0,0000	0,0864	0,0035	1,9008	8,6400	0,1728	0,0864	0,6912	294,6240
Q3 (2300m)	5	2,1600	0,8640	0,4320	0,4666	10,8000	18,5760	0,0000	0,0432	0,0017	0,9504	4,3200	0,0864	0,0432	0,3456	147,3120
Q. LA CHORRERA (2659m)	14	6,0480	2,4192	1,2096	1,3064	30,2400	52,0128	0,0000	0,1210	0,0048	2,6611	12,0960	0,2419	0,1210	0,9677	412,4736
Q. EL CHAMIZO (2725m)	17	7,3440	2,9376	1,4688	1,5863	36,7200	63,1584	0,0000	0,1469	0,0059	3,2314	14,6880	0,2938	0,1469	1,1750	500,8608
VERTIMIENTO 1,2,3,4 y 5	4,56															
QUEBRADA PEÑA (2817m)	20	8,6400	3,4560	1,7280	1,8662	43,2000	74,3040	0,0000	0,1728	0,0069	3,8016	17,2800	0,3456	0,1728	1,3824	589,2480
VERTIMIENTO 6 y 7	0,70															
Q. SALADO (4105m)	160	69,1200	27,6480	13,8240	14,9299	345,6000	594,4320	0,0000	1,3824	0,0553	30,4128	138,2400	2,7648	1,3824	11,0592	4713,9840
PTAR	5,26	68,8749	68,8749	11,3644	2,8638	15,9419	9,0915	5,7822	0,2955	0,0023	0,6114	3,1820	0,4455	0,2250	1,2728	270472,1250
Q. LA ESTANCIA (6319m)	40	17,2800	6,9120	3,4560	3,7325	86,4000	148,6080	0,0000	0,3456	0,0138	7,6032	34,5600	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
Q. PALO SOLO (7186m)	25	10,8000	4,3200	2,1600	2,3328	54,0000	92,8800	0,0000	0,2160	0,0086	4,7520	21,6000	0,4320	0,2160	1,7280	736,5600
Q. YARUMO (7733m)	20	8,6400	3,4560	1,7280	1,8662	43,2000	74,3040	0,0000	0,1728	0,0069	3,8016	17,2800	0,3456	0,1728	1,3824	589,2480
Q4 (8523m)	20	8,6400	3,4560	1,7280	1,8662	43,2000	74,3040	0,0000	0,1728	0,0069	3,8016	17,2800	0,3456	0,1728	1,3824	589,2480
Q. LA PLAYA (9130m)	40	17,2800	6,9120	3,4560	3,7325	86,4000	148,6080	0,0000	0,3456	0,0138	7,6032	34,5600	0,6912	0,3456	2,7648	1178,4960
Q, LA CRUZ (9910m)	25	10,8000	4,3200	2,1600	2,3328	54,0000	92,8800	0,0000	0,2160	0,0086	4,7520	21,6000	0,4320	0,2160	1,7280	736,5600
Q5 (10116m)	20	8,6400	3,4560	1,7280	1,8662	43,2000	74,3040	0,0000	0,1728	0,0069	3,8016	17,2800	0,3456	0,1728	1,3824	589,2480
Q. EL YUNGA (10041m)	30	12,9600	5,1840	2,5920	2,7994	64,8000	111,4560	0,0000	0,2592	0,0104	5,7024	25,9200	0,5184	0,2592	2,0736	883,8720
Q6 (10536m)	15	6,4800	2,5920	1,2960	1,3997	32,4000	55,7280	0,0000	0,1296	0,0052	2,8512	12,9600	0,2592	0,1296	1,0368	441,9360

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

8.4 PROPUESTA DE REGLAMENTACIÓN DE VERTIMIENTOS

La reglamentación de vertimientos, se realizó teniendo en cuenta los escenarios factibles a 1, 4 y 10 años en cuanto a cargas contaminantes para DBO_5, de cada una de las entradas identificadas en la Quebrada Santa Lucia.

Para usuarios nuevos, la cantidad de carga máxima a verter deberá someterse a la legislación vigente para vertimientos y a los objetivos de calidad establecidos en este Ordenamiento 2014.

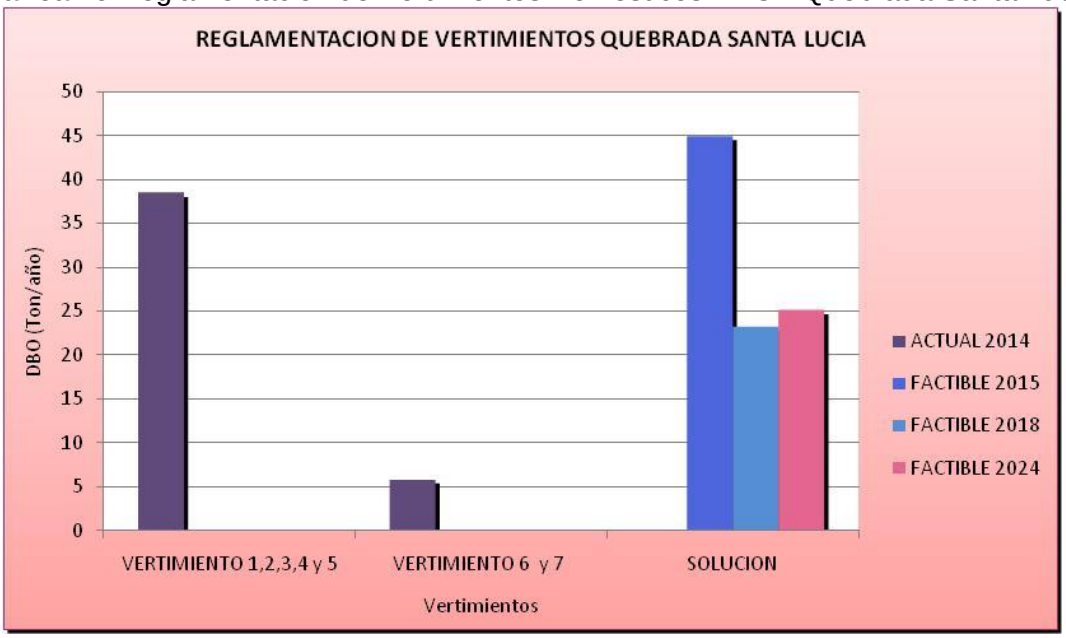
A continuación se presentan las cargas máximas a 1, 4 y 10 años que pueden ser vertidas a los diferentes tramos para los afluentes identificados:

Tabla 51 Cargas para DBO a verter al cauce principal Quebrada Santa Lucia

TOPOLOGIA	DBO5 ACTUAL 2014(Ton/dia)	DBO5 Factble 2015 (Ton/dia)	DBO5 Factble 2018 (Ton/dia)	DBO5 Factble 2024 (Ton/dia)
VERTIMIENTO 1,2,3,4 y 5	38,4892	0	0	0
VERTIMIENTO 6 y 7	5,9130	0	0	0
SOLUCION	0	44,9497	23,3326	25,1393

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 49 Reglamentacion de Vertimientos Domesticos DBO - Quebrada Santa Lucia



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

8.5 VINCULACIÓN DE INSTRUMENTOS DE CONTROL Y PLANIFICACIÓN

Los instrumentos de control y seguimiento que se han vinculado en la Formulación del Plan de Ordenamiento de la Quebrada Santa Luciaes el PSMV municipio de San Lorenzo.

Cuadro 47 Proyectos PSMV – San Lorenzo

No.	*OBRA / ACTIVIDAD*	*JUSTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA*
1	***Plan Maestro De Alcantarillado Casco Urbano***	En la etapa diagnostica se identifico la necesidad de hacer una reposición de el alcantarillado, para lo cual será necesario realiza este proyecto que identifique de manera específica los verdaderos diámetros de las tuberías y plantee el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, esto no fue impedimento para realizar una aproximación de los proyectos de reposición de alcantarillado que serán ajustados una vez se tenga el Plan maestro de alcantarillado
2	***Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Casco Urbano***	Una vez realizada la reposición del alcantarillado y la ejecución del Plan maestro de alcantarillado se hará necesario construir la planta de tratamiento de aguas residuales.
3	***Estudio para la propuesta de la reestructuración administrativa***	Toda empresa debe tener unos lineamientos y estrategias administrativas bien redefinidas, una misión y visión clara de cuales son los objetivos que persigue, para quien se prestara el servicio, cual será el personal idóneo que llevara la riendas de la empresa, logrando constituirse en una empresa líder en la prestación de los servicios públicos domiciliarios. Se hace necesaria la reestructuración administrativa de la empresa, e implementación del manual de funciones y control interno. Contando con el apoyo y visión de la administración municipal.
4	***Talleres en comunidad sobre Educación Ambiental para manejo y Aprovechamiento de del recurso hídrico***	Es necesario concientizar a la población del municipio sobre la importancia del buen manejo del recurso hídrico, es importante que se aprenda a regular el consumo del agua entendiendo que es un recurso valioso e indispensable para el mantenimiento y desarrollo de las regiones.

8.6 METAS DE REDUCCION

Con el fin de minimizar el impacto ambiental causado por los vertimientos realizados sobre la fuente hídrica de la Quebrada Santa Lucia de la jurisdicción del municipio de San Lorenzo del departamento de Nariño de carácter doméstico, de incentivar la construcción y optimización de sistemas de tratamiento antes de realizar descargas y de apuntar al cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos por CORPONARIÑO, se ve la necesidad de establecer Metas de Reducción de Cargas Contaminantes para los quinquenios *2015 – 2019* y *2020 – 2024*, de acuerdo a los lineamientos establecidos por la normatividad ambiental Decreto 3100 de 2003, 3440 de 2004 y Resolución 1433 de 2004.

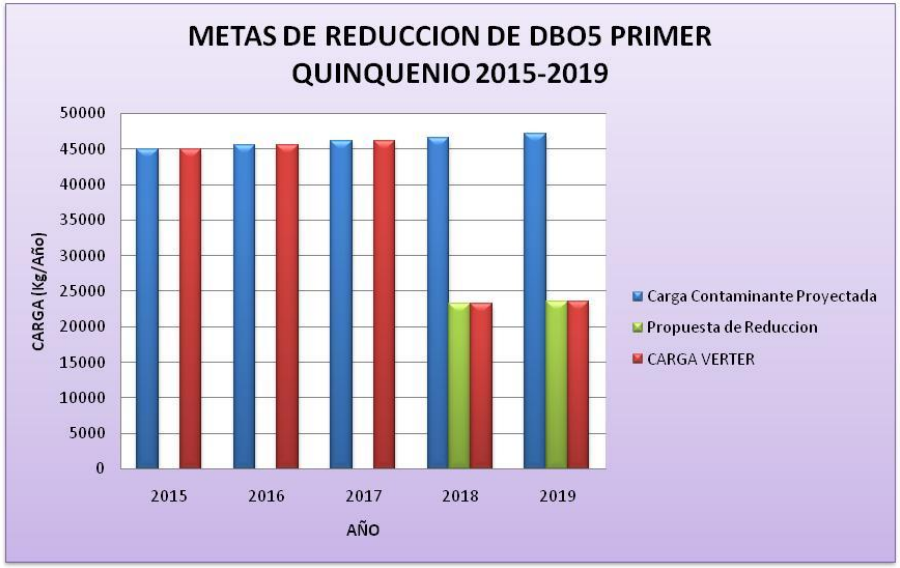
Las cargas a reducir expresadas en kg/año, corresponden a la diferencia de los valores de cargas contaminantes establecidas en la reglamentación de vertimientos para cada escenario factible (2015, 2017 y 2024). La meta de descontaminación podrá cumplirse o llevarse a cabo siempre y cuando se solvente la necesidad de optimización, tratamiento o eliminación de puntos de vertimiento determinada para cada usuario que descarga al cauce principal de la Quebrada Santa Lucia.

A continuación se presentan las tablas y graficas de metas de descontaminación para ***VERTIMIENTOS DOMESTICO,*** en los Municipios de San Lorenzo donde tiene jurisdicción la Quebrada Santa Lucia; para los cuales los valores de DBO y SST son iguales:

Tabla 52 Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO Vertimientos Domésticos - Primer Quinquenio 2015 – 2019

METAS DE REDUCCION DE CARGA CONTAMINANTE - PRIMER QUINQUENIO 2015 - 2019																				
USUARIO	2015					2016				2017				2018				2019			
	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 2014	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
VERTIMIENTO 1,2,3,4 y 5	38489,21			0%	0	0		0%	0	0		0%	0	0		0%	0	0		0%	0
VERTIMIENTO 6 y 7	5912,994			0%	0	0		0%	0	0		0%	0	0		0%	0	0			0
SOLUCION		44949,71	44949,71	0%	0	45511,58	45511,58	0%	0	46080,48	46080,48	0%	0	46656,49	23328,24	50%	23328,24	47239,69	23619,85	50%	23619,85

Gráfica 50 Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO Vertimientos Domésticos Primer Quinquenio 2015 – 2019

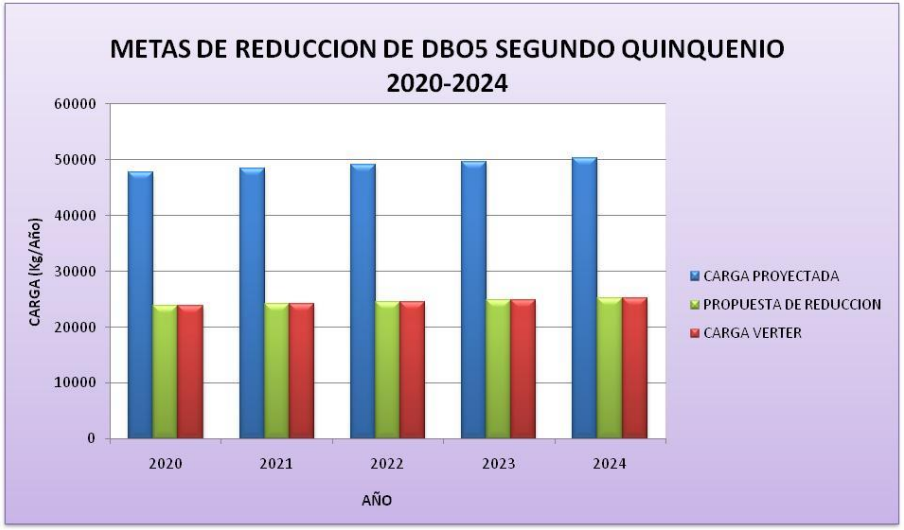


Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 53 Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO Vertimientos Domésticos - Segundo Quinquenio 2020– 2024

	METAS DE REDUCCION DE CARGA CONTAMINANTE - PRIMER QUINQUENIO 2020 - 2024																			
USUARIO	2020				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 DBO5 (kg/año)			
	Carga Contaminante Proyectada 2020	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2021	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2022	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2023	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2024	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion
VERTIMIENTO 1,2,3,4 y 5	0		0%	0	0		0%	0	0		0%	0	0		0%	0	0		0%	
VERTIMIENTO 6 y 7	0			0	0			0	0			0	0			0	0			0
SOLUCION	47830,19	23915,09	50%	23915,09	48428,07	24214,03	50%	24214,03	49033,42	24516,71	50%	24516,71	49646,33	24823,17	50%	24823,17	50266,91	25133,46	50%	25133,46

Gráfica 51 Metas de Reducción de Carga Contaminante de DBO Vertimientos Domésticos - Segundo Quinquenio 2020– 2024



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

8.7 TASA RETRIBUTIVA

Acorde con la Normatividad Ambiental vigente (Decretos 3100/03 y 3440/04), la Tasa Retributiva es el cobro que efectúa la Autoridad Ambiental Competente a las personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado por la utilización del recurso hídrico como receptor de vertimientos puntuales.

El cobro anual se efectúa con base en los parámetros fisicoquímicos de Sólidos Suspendidos Totales – SST y Demanda Bioquímica de Oxigeno – DBO y su costo varía o fluctúa dependiendo de la cantidad de carga contaminante que se vierta a la fuente hídrica, del cumplimiento de las Normas de Vertimiento y del cumplimiento de las metas de descontaminación.

Para el caso de los usuarios que vierten al cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, se calculó y determinó el valor de la Tasa Retributiva considerando tres proyecciones o escenarios de cobro en las cuales se evidencia claramente las consecuencias económicas que traería para cada usuario continuar descargando las aguas residuales en las condiciones actuales descritas en la fase de Diagnóstico:

8.7.1 ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MÍNIMA

Corresponde a la proyección anual de la Tasa Retributiva hasta el 2024 considerando unas cargas contaminantes de SST y DBO en Kg/año vertidas acorde con el Escenario Tendencial modelado.

El escenario de cobro se presentaría en el caso de que no se implementara el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada Santa Lucia y continúen efectuándose las descargas en las mismas condiciones evidenciadas en el escenario actual considerando el aumento gradual de la contaminación debido al crecimiento poblacional de la zona.

→ El valor total de la Tasa Retributiva con Tarifa Mínima para el cauce principal de la Quebrada Santa Lucia en el Municipio de San Lorenzo en el sector ***DOMÉSTICO*** en el año 2024 seria de: ONCE MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL TERCIENTOS SETENTA Y DOS PESOS ($ 11.559.372).

8.7.2 ESCENARIO DE COBRO SIN CUMPLIMIENTO DE LAS METAS DE DESCONTAMINACIÓN

Corresponde a la proyección anual de la Tasa Retributiva hasta el 2024 considerando unas cargas contaminantes de SST y DBO en Kilogramo/año vertidas sin cumplir con los valores reglamentados en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

El escenario de cobro se presentaría en el caso que este en aplicación el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada Santa Luciay que los usuarios

estén incumpliendo con la Reglamentación de Vertimientos y Metas de Descontaminación ahí aprobadas.

→ Considerando la aplicación de un factor regional por el incumplimiento anual de las Metas de Descontaminación, el valor total de la Tasa Retributiva para el cauce principal de la Quebrada Santa Luciaen el municipio de San Lorenzoen el Sector ***DOMESTICO*** en el año 2024 seria de: VEINTE Y SIETE MILLONES CIENTO VEINTE Y SIETE MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y CUATRO PESOS ($ 27.127.4749).

8.7.3 ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS DE DESCONTAMINACIÓN

Corresponde a la proyección anual de la Tasa Retributiva hasta el 2024 considerando unas cargas contaminantes de SST y DBO en Kilogramo/año vertidas cumpliendo con los valores reglamentados en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

El escenario de cobro se presentaría en el caso que este en aplicación el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada Santa Lucia y que los usuarios estén cumpliendo con laReglamentación de Vertimientos y Metas de Descontaminación ahí aprobadas, debido a la materialización de los proyectos de optimización, implementación de sistemas o plantas de tratamiento y eliminación de puntos de vertimiento.

→ El valor total de la Tasa Retributiva con Cumplimiento de Metas de Descontaminación para el cauce principal de la Quebrada Santa Luciaen el municipio de San Lorenzo para el sector ***DOMESTICO*** en el año 2024 seria CINCO MILLONES SETECIENTOS OCHENTA MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO PESOS ($ 5.780.654).

Por lo tanto desde el punto de vista económico, la aplicación y cumplimiento del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada Santa Lucia reduce notablemente el valor de la Tasa Retributiva a pagar por parte de cada uno de los usuarios de vertimientos identificados.

A continuación se presentan las tablas y un gráfico comparativo en donde se evidencia el comportamiento de la Tasa Retributiva desde el año 2015 hasta el año 2024 para cada uno de los escenarios de cobro descritos en este caso para la Quebrada Santa Luciase presenta Vertimientos ***DOMESTICOS:***

Tabla 54 Escenario con Cobro de Tarifa Mínima Vertimientos Domésticos 2015 - 2019

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA SANTA LUCIA															
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 1,2,3,4 y 5	38.963,75	38.963,75	$ 6.867.164,1	39.450,80	39.450,80	$ 7.161.593,75	39.943,93	39.943,93	$ 7.468.647,09	40.443,23	40.443,23	$ 7.788.865,33	40.948,77	40.948,77	$ 8.122.812,93
VERTIMIENTO 6 y 7	5.986,00	5.986,00	$ 1.055.002,3	6.060,83	6.060,83	$ 1.100.235,48	6.136,59	6.136,59	$ 1.147.408,08	6.213,29	6.213,29	$ 1.196.603,20	6.290,96	6.290,96	$ 1.247.907,56
			$ 7.922.166,4			**$ 8.261.829,23**			**$ 8.616.055,16**			**$ 8.985.468,53**			**$ 9.370.720,49**

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 55 Escenario con Cobro de Tarifa Mínima Vertimientos Domésticos 2020–2024

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA SANTA LUCIA															
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 1,2,3,4 y 5	41.460,63	41.460,63	$ 8.471.078,53	41.978,89	41.978,89	$ 8.834.276,03	42.503,63	42.503,63	$ 9.213.045,61	43.034,92	43.034,92	9608054,94	43.572,86	43.572,86	$ 10.020.000,30
VERTIMIENTO 6 y 7	6.369,60	6.369,60	$ 1.301.411,60	6.449,22	6.449,22	$ 1.357.209,62	6.529,83	6.529,83	$ 1.415.399,98	6.611,45	6.611,45	1476085,26	6.694,10	6.694,10	$ 1.539.372,41
			$ 9.772.490,13			**$ 10.191.485,65**			**$ 10.628.445,59**			**$ 11.084.140,20**			**$ 11.559.372,71**

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 56 Escenario Sin Cumplimiento de Metas Vertimientos Domésticos 2015 -2019

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO -QUEBRADA SANTA LUCIA															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO SIN CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2015			2016			2017			2018			2019		
	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 1,2,3,4 y 5	38.963,75	38.963,75	$ 6.867.164,1	39.450,80	39.450,80	$ 9.304.970,79	39.943,93	39.943,93	$ 11.939.195,75	40.443,23	40.443,23	$ 17.113.312,20	40.948,77	40.948,77	$ 19.062.574,52
VERTIMIENTO 6 y 7	5.986,00	5.986,00	$ 1.055.002,3	6.060,83	6.060,83	$ 1.429.522,44	6.136,59	6.136,59	$ 1.834.218,36	6.213,29	6.213,29	$ 2.629.117,75	6.290,96	6.290,96	$ 2.928.582,88
			$ 7.922.166,4			**$ 10.734.493,24**			**$ 13.773.414,11**			**$ 19.742.429,95**			**$ 21.991.157,40**

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 57 Escenario Sin Cumplimiento de Metas Vertimientos Domésticos 2020 - 2024

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO -QUEBRADA SANTA LUCIA															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO SIN 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 1,2,3,4 y 5	41.460,63	41.460,63	$ 19.879.882,41	41.978,89	41.978,89	$ 20.732.232,36	42.503,63	42.503,63	$ 21.621.126,83	43.034,92	43.034,92	$ 22.548.132,64	43.572,86	43.572,86	$ 23.514.883,83
VERTIMIENTO 6 y 7	6.369,60	6.369,60	$ 3.054.145,87	6.449,22	6.449,22	$ 3.185.092,37	6.529,83	6.529,83	$ 3.321.653,21	6.611,45	6.611,45	$ 3.464.069,09	6.694,10	6.694,10	$ 3.612.591,05
			$ 22.934.028,27			**$ 23.917.324,74**			**$ 24.942.780,04**			**$ 26.012.201,73**			**$ 27.127.474,88**

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 58 Escenario Con Cumplimiento de Metas Vertimientos Domésticos 2015 -2019

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA SANTA LUCIA															
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	
INTERCEPTOR	44.949,75	44.949,75	$ 7.922.166,4	45.511,62	45.511,62	$ 8.261.829,23	46.080,52	46.080,52	$ 8.616.055,16	**23.332,17**	**23.332,17**	**$ 4.493.486,70**	23.623,82	23.623,82	$ 4.686.144,94
			$ 7.922.166,4			**$ 8.261.829,23**			**$ 8.616.055,16**			**$ 4.493.486,70**			**$ 4.686.144,94**

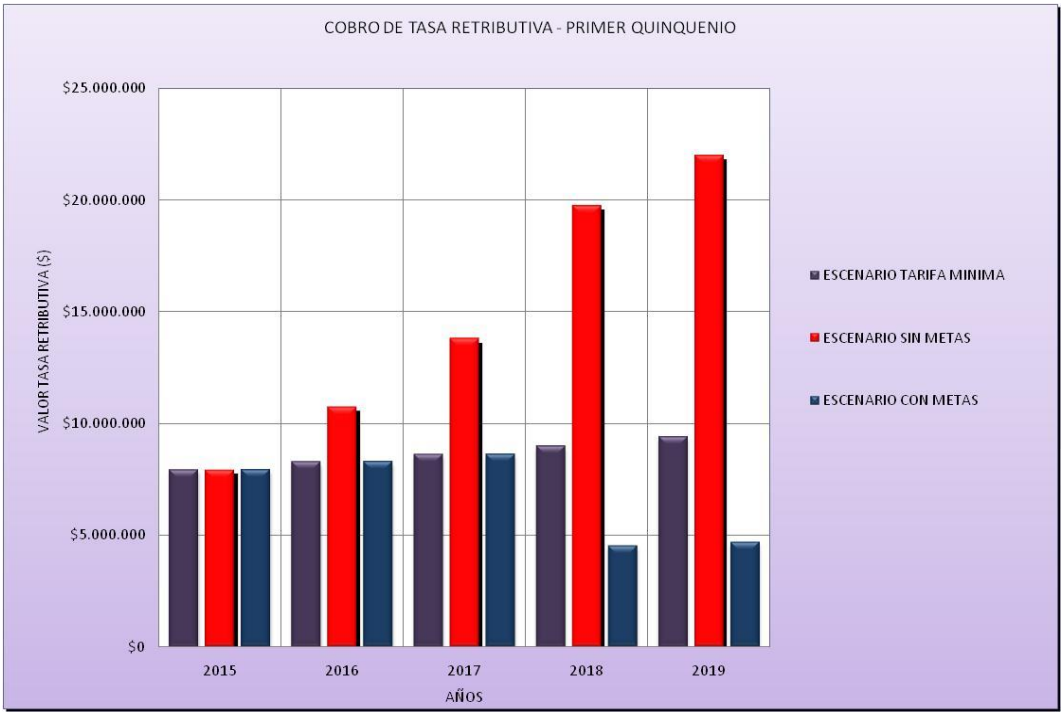
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 59 Escenario Con Cumplimiento de Metas Vertimientos Domésticos 2020 - 2024

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA SANTA LUCIA															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA PRIMER 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
INTERCEPTOR	23.919,12	23.919,12	$ 4.887.063,41	24.218,11	24.218,11	$ 5.096.596,25	24.520,83	24.520,83	$ 5.315.112,82	24.827,34	24.827,34	5542998,28	25.137,69	25.137,69	$ 5.780.654,33
			$ 4.887.063,41			**$ 5.096.596,25**			**$ 5.315.112,82**			**$ 5.542.998,28**			**$ 5.780.654,33**

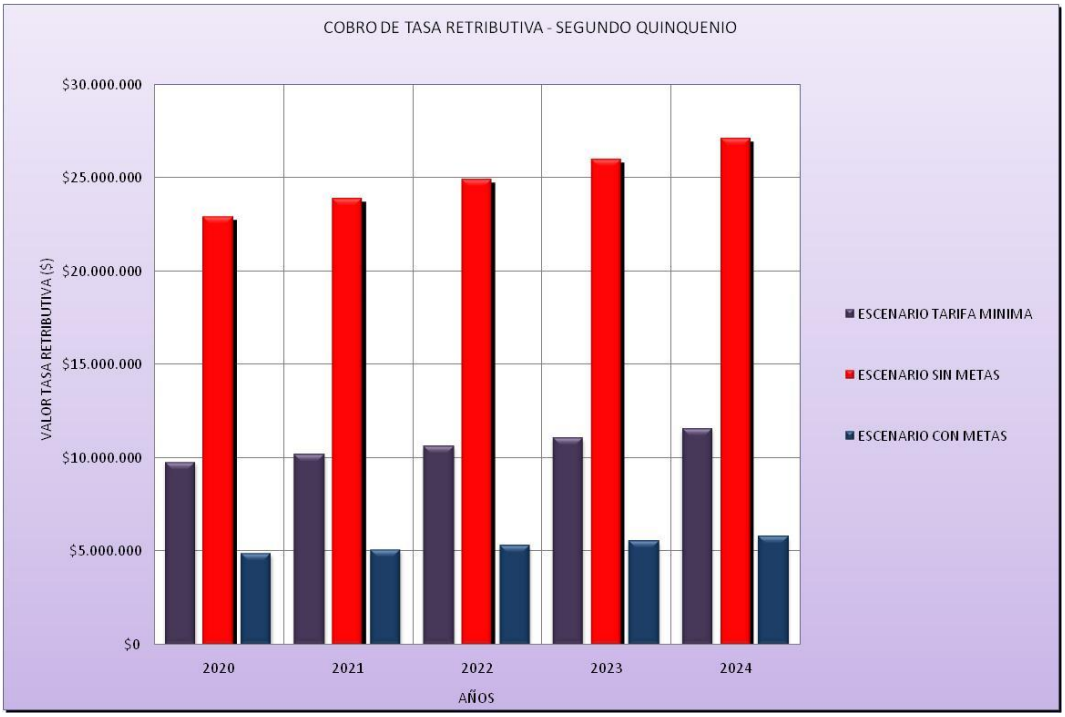
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 52 Cobro de Tasa Retributiva Vertimientos Domésticos 2015 - 2019



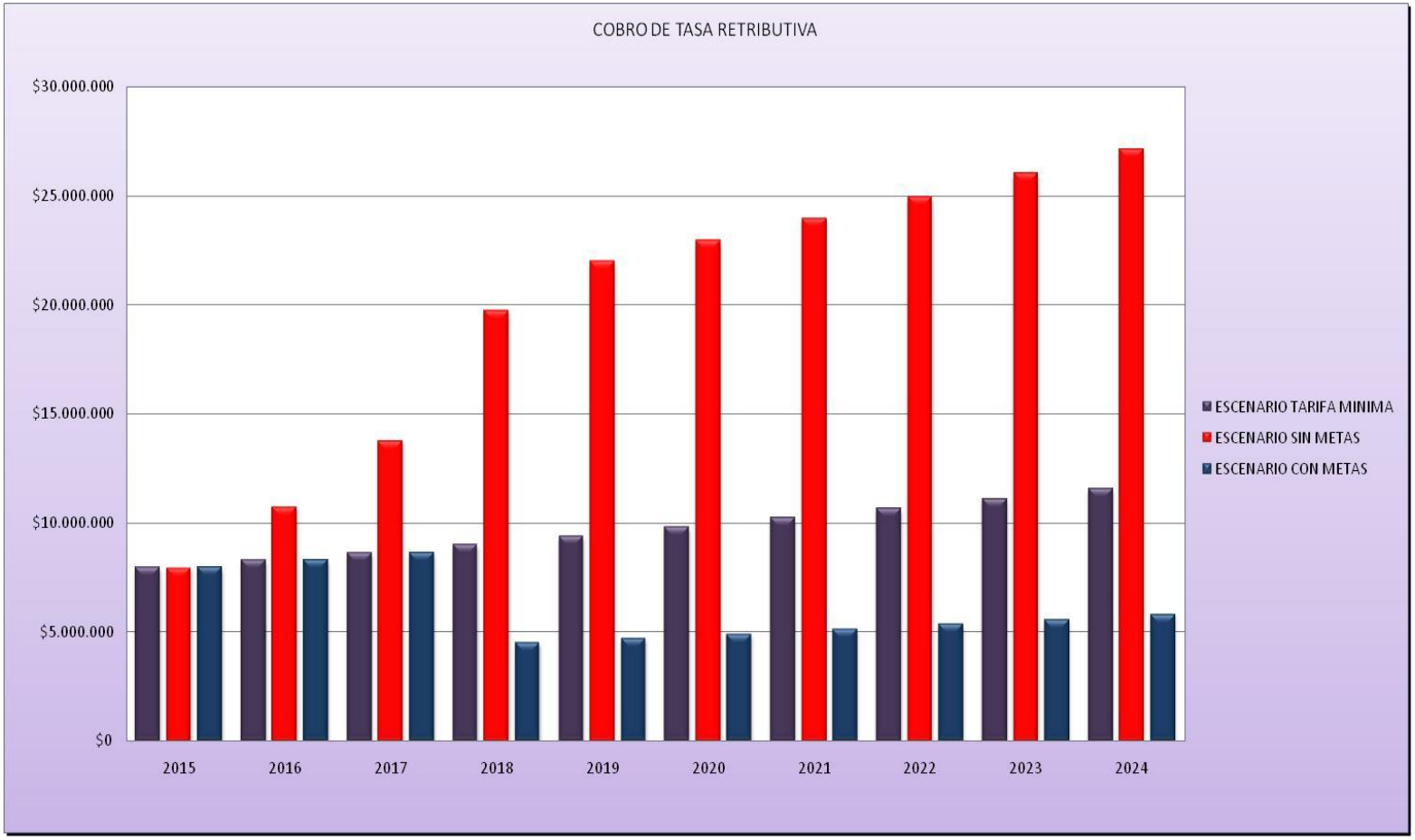
Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 53 Cobro de Tasa Retributiva Vertimientos Domésticos 2020 – 2024



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Gráfica 54 Cobro de Tasa Retributiva Vertimientos Domésticos 2015 - 2024



Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

8.8 PROGRAMAS Y PROYECTOS

Gracias a la necesidad de generar proyectos que mitiguen los posibles riesgos asociados a la cantidad y calidad del recurso, es necesario, definir líneas de acción encaminadas a la preservación de la Quebrada Santa Lucia.

Teniendo en cuenta los riesgos identificados, a continuación se presenta las líneas de acción para la generación de los proyectos:

Descontaminación y Recuperación de la Calidad de la Quebrada Santa Lucia: agrupa proyectos encaminados a la construcción de un interceptor y de una Planta de Tratamiento Preliminar Primario, esto permitirá recuperar la calidad fisicoquímica y bacteriológica de la Quebrada, además cumplir con los Objetivos de Calidad trazados para la satisfacción de los usos definidos.

Protección y Conservación de la Calidad y Cantidad de la Quebrada Santa Lucia: agrupa proyectos dirigidos al mantenimiento de la calidad del agua en los tramos de la Quebrada que cumplen con los criterios de calidad para la satisfacción de los usos definidos. Incluye también los proyectos encaminados a la protección y restauración de la ronda hídrica.

Fortalecimiento Institucional: Se encamina a alcanzar la sostenibilidad técnica, financiera y operativa de las empresas de servicios públicos, que permita la participación de la misma como actor importante en la ejecución del PORH de la Quebrada Santa Lucia.

Gestión Integral del Riesgo: agrupa las acciones que deben tenerse en cuenta para la mitigación de los riesgos asociados a cantidad y calidad del recurso hídrico, identificados en la etapa de Diagnostico.

Seguimiento y Monitoreo al Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada Santa Luciao: agrupa las acciones de control y monitoreo que deben efectuarse por parte de los actores involucrados para verificar el cumplimiento de los compromisos de descontaminación y de reducción de cargas contaminantes.

8.8.1 FUENTES DE FINANCIACIÓN

Las fuentes de financiación contempladas para la materialización de los programas y proyectos del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada Santa Lucia, son las siguientes:

- ✓ **Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO:** los recursos a destinar, provendrán del Plan de Manejo y Ordenación de las Cuencas Hidrográficas del recaudo de la Tasa Retributiva de los usuarios de vertimientos de la Quebrada Santa Lucia.

- ✓ **Alcaldías Municipales- MUNICIPIOS:** Dependiendo del área de jurisdicción Municipal, los recursos a destinar provendrán del Sistema General de Participaciones en los campos de Agua Potable y Saneamiento Básico.

- ✓ **Gobernación de Nariño - DEPARTAMENTO:** la Gobernación del Departamento podría destinar recursos por medio del presupuesto destinado a proyectos Municipales dirigidos por las Secretarías Departamentales según el campo de acción.

- ✓ **NACIÓN:** los recursos a portar por parte del estado pueden provenir principalmente del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible resaltando la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN en lo que respecta a los proyectos formulados en el Santuario de Flora y Fauna Galeras.

- ✓ **Usuarios de Vertimientos y Concesiones de Aguas:** cada usuario, sea de Permiso de Vertimientos o Concesión de Aguas deberá efectuar e invertir los recursos necesarios para cumplir con los requerimientos de la Autoridad Ambiental enfocados al cumplimiento de la Normatividad Ambiental vigente.

8.8.2 DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

Este programa contempla la construcción de la Planta de Tratamiento Preliminar Primario de Aguas Residuales, para el casco urbano del municipio de San Lorenzo

A continuación se indica el cuadro de donde se sacaron los valores para determinar el Costo total de la PTAR para el municipio de San Lorenzo proyectando la población inicial a 25 años y definiendo el sistema de tratamiento optimo definido según el PSMV del municipio y la información levantada en campo por el equipo técnico de la subdirección de Conocimiento y Evaluación Ambiental de la Corporación Autónoma Regional.

Tabla 60 Costos directos de inversión para sistemas de tratamiento de aguas residuales

PROCESO	($/HAB)		(US $ /HAB)	
	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO
Preliminar	4,400	17,600	2	8
Primario	44,000	66,000	20	30
Lagunas	22,000	66,000	10	30
Filtros percoladores	66,000	132,000	30	60
Lodos activados	88,000	264,000	40	120
UASB	44,000	88,000	20	40

Fuente.Gestión para el Manejo Tratamiento y Disposición final de las Aguas Residuales, Ministerio de Medio Ambiente 2002

Cuadro 48 Ficha del Proyecto – Construcción PTAR

PROGRAMA1 DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO
PROYECTO No. 1
NOMBRE DEL PROYECTO: Construcción Planta De Tratamiento Preliminar primario De Aguas Residuales del casco municipal de San Lorenzo
DIAGNOSTICO: La disposición de aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado del casco urbano, han ocasionado el deterioro a la calidad del agua de la Quebrada Santa Lucia.
JUSTIFICACION: Cumplir con los objetivos de calidad y las metas de descontaminación establecidos por la autoridad ambiental.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: Se diseñara y construirá un sistema de tratamiento preliminar y primario para las aguas residuales domesticas provenientes del vertimiento del alcantarillado del casco municipal de San Lorenzo
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Estudios y diseños, compra de predios, inicio PTAR y seguimiento y monitoreo para cada actividad.
TIEMPO DE EJECUCION: 4 años
RECURSOS NECESARIOS
ECONÓMICOS: $373.419.169
RESPONSABLES: Alcaldía de San Lorenzo, EMSANLORENZO E.S.P
FUENTES DE FINANCIACION: Alcaldía de San Lorenzo, EMSANLORENZO E.S.P, Corponariño, Gobernación de Nariño.
BENEFICIOS: Recuperación de la calidad de la Quebrada Santa Lucia mejorando la captación de agua que realiza el municipio de San Lorenzo, cumpliendo con los objetivos de calidad y las metas de descontaminación establecidos en PORH2014.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: Porcentaje de avance en obra y porcentaje de remoción de carga contaminante.

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 61 Fuente de Financiación - Construcción PTAR

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION (Pesos)
DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	2018	Construccion deTratamientos Preliminar - Primario de Aguas Residuales para el casco urbano del municipio de San Lorenzo	$373.419.169	TASA RETRIBUTIVA	0,24	$896.206
				SGP	80,13	$299.220.780
				CORPONARIÑO	6,03	$22.517.176
				INGRESOS TARIFA	13,60	$50.785.007
				TOTAL	100,0	$373.419.169

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

8.8.3 PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD QUEBRADA SANTA LUCIA

Este programa contempla la sensibilización en el manejo del recurso hídrico y la recuperación de la ronda hídrica del cauce principal de la Quebrada Santa Lucia, se proyecta realizar reforestaciones y de esta manera lograr la conservación del recurso hídrico, para tal fin se pretende realizar concertaciones con la comunidad de la zona, para la adquisición de los predios a reforestar y con la ventaja de que las especies sean nativas y/o de aprovechamiento forestal.

Cuadro 49 Ficha del Proyecto – Educación y sensibilización San Lorenzo

PROGRAMA2 ***PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO CHIQUITO***
PROYECTO No. 1
NOMBRE DEL PROYECTO: Educación y Sensibilización en torno al Recurso Hídrico
DIAGNOSTICO: La comunidad del municipio de no tiene cultura ambiental, en pro de la conservación y protección del recurso hídrico.
JUSTIFICACION: Debido al deterioro en la calidad la Quebrada Santa Lucia es necesario, realizar el acompañamiento a la comunidad en jornadas de capacitación definiendo previamente temas a tratar durante el proceso de seguimiento y monitoreo.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: La Comunidad del Municipio de San Lorenzo ha desarrollado sensibilidad ambiental reduciendo la cantidad de aguas residuales, mediante las buenas prácticas en torno al ahorro y uso eficiente del recurso hídrico y la participación dentro de la integralidad del servicio de acueducto y alcantarillado
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: → Talleres de capacitación sobre el adecuado manejo del recurso hídrico, dirigidos al sector lechero, artesanal, propietarios de marraneras y al personal encargado del manejo y tratamiento de mataderos y Relleno sanitario. → Talleres de capacitación sobre el adecuado manejo del recurso hídrico, dirigidos a la comunidad en general del casco urbano y centros poblados
TIEMPO DE EJECUCION: 10 años
RECURSOS NECESARIOS
ECONÓMICOS: $ 230.000.000
RESPONSABLES: Alcaldía de San Lorenzo, Empresa de servicios Públicos, Corponariño ycomunidad beneficiada.
FUENTES DE FINANCIACION: Alcaldía de San Lorenzo, Empresa de servicios Públicos y Corponariño
BENEFICIOS: Comunidad sensibilizada en el tema relacionado con el PORH.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: Programa de Educación Ambiental Implementado

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 62 Fuente de Financiación - Educación y sensibilización San Lorenzo

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION (Pesos)
PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA SANTA LUCIA	2024	Educación y Sensibilización en torno al Recurso Hídrico	$230.000.000	TASA RETRIBUTIVA	0,4	$920.000
				SGP	19,19	$44.137.000
				CORPONARIÑO	16,19	$37.237.000
				INGRESOS TARIFA	45,59	$104.857.000
				INGRESOS MUNICIPIO	18,63	$42.849.000
				TOTAL	100,0	$230.000.000

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 50 Ficha del Proyecto – Recuperación Ronda Hídrica Quebrada Santa Lucia

PROGRAMA2   ***PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DEL RIO CHIQUITO***
PROYECTO No. 2
NOMBRE DEL PROYECTO: Recuperación de la ronda hídrica de la Quebrada Santa Lucia
DIAGNOSTICO: La invasión de la ronda hídrica por asentamientos y construcción deviviendas, ha generado la pérdida de cobertura vegetal, deteriorando la calidad delrecurso y generando riesgo al entorno.
JUSTIFICACION: En el Tramo I se ve la necesidad de recuperar la ronda hídrica porel deterioro de la capa vegetal.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: Recuperación de ronda hídrica a través dereforestaciones con especies nativas y/o aprovechamiento forestal.
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Compra y adquisición de predios,adquisición de material vegetal, siembra, mantenimiento, seguimiento y monitoreo.
TIEMPO DE EJECUCION: 10 años
RECURSOS NECESARIOS
ECONÓMICOS: $ 230.000.000
RESPONSABLES: Alcaldía de San Lorenzo, Empresa de servicios Públicos, Corponariño y comunidad beneficiada.
FUENTES DE FINANCIACION: Alcaldía de San Lorenzo, Empresa de servicios Públicos, Corponariño.
BENEFICIOS: Recuperación de la ronda hídrica de la quebrada Santa Lucia, mejorando la calidad del recurso.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: (Número de plantas en pie / número de plantas sembradas)*100.

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 63 Fuente de Financiación – Recuperación Ronda Hídrica Quebrada Santa Lucia

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION (Pesos)
PROTECCION Y CONSERVACION DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA SANTA LUCIA	2024	Recuperación de la ronda hídrica de la Quebrada Santa Lucia.	$230.000.000	SGP	19,25	$44.275.000
				CORPONARIÑO	30,45	$70.035.000
				INGRESOS TARIFA	50,3	$115.690.000
				TOTAL	100	$230.000.000

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

8.8.4 FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

Cuadro 51 Ficha del Proyecto – Fortalecimiento Institucional EMSANLORENZO E.S.P

PROGRAMA3 FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL
PROYECTO No. 1
NOMBRE DEL PROYECTO: Fortalecimiento institucional de la empresa de serviciospúblicos EMSANLORENZO E.S.P
DIAGNOSTICO: La empresa de servicios públicos de San Lorenzo prestan el servicio de acueducto y alcantarillado, sin embargo se requiere revisar su estructura tarifaria encaminada a cumplir costosrelacionados con la ejecución del plan maestro.
JUSTIFICACION: Teniendo en cuenta la colaboración prestada por la empresa de servicios públicos de San Lorenzo en la formulación y ejecución del PORH 2014, es necesario consolidar aspectos técnicos, financieros, operativos y administrativos que permitan la gestión eficiente de la empresa a fin de garantizar la actividad y proyectos del plan.
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: 5 años
RECURSOS NECESARIOS
ECONÓMICOS: $ 160.000.000
RESPONSABLES: Alcaldía de San Lorenzo, Empresa de servicios Públicos, Gobernación de Nariño.
FUENTES DE FINANCIACION: Alcaldía de San Lorenzo, Empresa de servicios Públicos, Gobernación de Nariño.
BENEFICIOS: Empresas fortalecidas técnica, operativa, administrativa yfinancieramente.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: Resolución de aprobación de tarifas emitido por la CRA, cumplimiento de requisitos y directrices emitidos por la Superintendencia de Servicios públicos Domiciliarios, esquema financiero con capacidad de recursos que permitan ejecutar los proyectos establecidos en el PORH.

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 64 Fuente de Financiación – Fortalecimiento Institucional EMSANLORENZO E.S.P

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION (Pesos)
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	2019	Fortalecimiento institucional de la empresa de servicios públicos de San Lorenzo.	$160.000.000	SGP	65,13	$104.208.000
				INGRESOS TARIFA	27,84	$44.544.000
				INGRESOS MUNICIPIO	7,03	$11.248.000
				TOTAL	100,0	$160.000.000

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

8.8.5 GESTIÓN DEL RIESGO

Cuadro 52 Ficha del Proyecto – Gestión del Riesgo

PROGRAMA4 GESTION DEL RIESGO
PROYECTO No. 1
NOMBRE DEL PROYECTO: Mitigación del Riesgo asociado al cauce principal de la Quebrada Santa Lucia
DIAGNOSTICO: La gestión integral del recurso hídrico está relacionado con el manejo y gestión del déficit y del exceso de agua, asociado a la gestión de las fuentes hidrícas deterioradas, el crecimiento no planificado de la demanda sobre una oferta neta limitada, a conflictos por el uso del agua y a la deficientes e inadecuadas acciones para la gestión del riesgo por eventos socio-naturales que aumentan la vulnerabilidad del recurso.
JUSTIFICACION: La vulnerabilidad del recurso está relacionada con la vulnerabilidad de los sistemas hídricos para conservar y mantener la capacidad hidrológica actual ante posibles alteraciones climáticas y a la vulnerabilidad de los sistemas de anastecimiento y distribución frente a la reducción de la oferta y disponibilidad del agua.
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Muros de contención en lugares de amenaza de deslizamiento y zonas de inundación
TIEMPO DE EJECUCION: 5 años
RECURSOS NECESARIOS
ECONÓMICOS: $100.000.000
RESPONSABLES: Alcaldía de San Lorenzo, Empresa de servicios Públicos, Gobernación de Nariño.
FUENTES DE FINANCIACION: Alcaldía de San Lorenzo, Empresa de servicios Públicos, Gobernación de Nariño.
BENEFICIOS: Recuperación ronda hidrica, proteccion de viviendas asentdas a la oriloloa del cauce principal, protección de zonas con bosques primarios – secundarios.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: Proyectos de mitigación implementados.

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Tabla 65 Fuente de Financiación – Gestión del Riesgo

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION (Pesos)
GESTION DEL RIESGO	2019	Mitigación del Riesgo asociado al cauce principal de la Quebrada Santa Lucia	$100.000.000	SGP	77,12	$77.120.000
				INGRESOS MUNICIPIO	22,88	$22.880.000
				TOTAL	100	$100.000.000

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

8.9 EVALUACION Y SEGUIMIENTO A GESTION DEL RIESGO

Teniendo en cuenta los riesgos identificados en el Capítulo de Diagnostico, a continuación se presenta las acciones para su mitigación:

Tabla 66 Riesgos Quebrada Santa Lucia

TIPO DE RIESGO	DESCRIPCION DEL RIESGO	ACTIVIDADES GENERADORAS DEL RIESGO	INTENSIDAD DEL RIESGO	ACCION DE MITIGACION
Riesgo por desabastecimiento de agua	Cantidad insuficiente de agua para satisfaccion de las necesidades de todos los beneficiarios o usuarios existentes o potenciales del recurso hídrico	Cantidad de captaciones o derivaciones que superen la oferta hídrica y el caudal ecológico	Bajo	Control de las captaciones y derivaciones del cauce principal de la Quebrada y de sus afluentes
		Uso ineficiente y desperdicio del caudal de agua captado		Seguimiento y control a las concesiones de agua otorgadas
Riesgo por disminución del cuadal natural de la corriente superficial	*Acciones antrópicas que generen una disminución gradual del caudal de la Quebrada Santa Lucia en el transcurso del tiempo	Deforestación y desprotección de la ronda hídrica por ampliación de la forontera agrícola y ganadera.	Bajo	Recuperación de la ronda hídrica
	* Acciones Climáticas que generen disminución del caudal de manera temporal en ciertas épocas	Presión sobre el recurso hídrico por la captaación del 100% de los afloramientos naturales impidiendo que		Reforestación de la ronda hídrica
		Temporada de verano que generea déficit de la precipitación		Control de las captaciones del cauce principal de la Quebrada y de sus afluentes naturales.
Riesgo por contaminación de la corriente superficial	Alteración de la calidad fisicoquimica y bacteriológica natural del agua de la Quebrada Santa Lucia volviendola no apta para la satisfacción de los usos estipulados.	Vertimientos puntuales de origen doméstico y de servicios	Alto	Implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales a los afluentes de origen
		Vertimientos difusos o esporádicos provenientes de arrastre de suelos y/o agroquímicos y fungiicidas.		Control en la aplicación de fungicidas y agroquimicos
		Disposición inadecuda de residuos sólidos domésticos, de agroquimicos y fungicidas		
Riesgo por inundaciones ó desbordamientos	Crecimiento de caudal de la corriente superficial que afecten a poblaciones y predios ubicados en áreas no apropiadas	Invasión de la ronda hídrica de la Quebrada Santa Lucia para la construcción de viviendas y para actividades agropecuarias.	Alto	Recuperacion de la ronda hídrica
				Control de asentamientos en la orilla de la Quebrada.

8.10 INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Los mecanismos de seguimiento y evaluación al PORH de la Quebrada Santa Lucia, corresponden a un conjunto de indicadores que permiten monitorear el nivel de avance y cumplimiento de los objetivos y metas establecidos en sus respectivos programas y proyectos.

El sistema de seguimiento y evaluación promueve la necesidad de avanzar al desarrollo de una cultura de la medición, la cual permitirá de una manera concreta expresar los avances y logros del plan y generar una base de información que cuenta a nivel nacional y regional de los resultados e impactos alcanzados.

A continuación se presenta los reportes de indicadores para cada ficha de proyecto:

Cuadro 53 Indicador Programa Educacion y Sensibilización

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADA SANTA LUCIA	
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 0 - 10 años en los programas ambientales anuales y definidos segun la necesidad de la comunidad del Municipio de San Lorenzo relacionado al deterioro en la calidad de la quebrada Santa Lucia.	

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 54 Indicador Programa Protección Ronda Hídrica

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADA SANTA LUCIA	
NOMBRE DEL INDICADOR	Porcentaje de Ronda Hidrica recuperada en el cauce de la Quebrada Santa Lucia
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 La Quebrada Santa Lucia
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 la Quebrada.	

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 55 Indicador Programa Fortalecimiento Institucional

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADA SANTA LUCIA	
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.	

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 56 Indicador Programa Gestión de Riesgo

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADA SANTA LUCIA	
NOMBRE DEL INDICADOR	Mitigación del Riesgo por inundaciones o Desbordamientos asociado al cauce principal de la Quebrada Santa Lucia
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 Muros de Contención construidos en un periodo comprendido de 0 - 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.	

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

Cuadro 57 Indicador Programa Protección y Conservación

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICION DE INDICADORES QUEBRADA SANTA LUCIA	
NOMBRE DEL INDICADOR	Cumplimiento de metas para los vertimientos municipales en la Quebrada Santa Lucia
TIPO DE INDICADOR	Gestión - Efectividad
FORMULA PARA EL CALCULO	((Carga Proyectada - Carga Vertida) / Carga Proyectada)*100
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje (%)
META	Porcentaje de cumplimiento de meta a verter en el quinquenio
PERIODO DE MEDICION	Quinquenal
CALCULO DEL INDICADOR	100%
PRESENTACION DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje de cumplimiento de metas de reduccion de vertmientos encontrados en el municipio de San Lorenzo teniendo en cuenta que en la fase de Formulacion se proyectaron algunos proyectos que permiten realizar la reduccion de cargas contaminantes vertidas a la Quebrada.	

Fuente. Plan de Ordenamiento Quebrada Santa Lucia

9 CONCLUSIONES

- Durante el trabajo en campo, se identificaron entradas directas a la Quebrada Santa Lucia, entre ellas los afluentes naturales que son importantes para lograr mantener el caudal del cauce principal, también se encuentran los vertimientos de aguas residuales que están afectando la calidad directamente del recurso hídrico.

- Teniendo en cuenta los perfiles de calidad de la Quebrada, el punto de mayor afectación se da en el casco urbano, punto donde se realizan las descargas directas de siete colectores al cauce principal.

- El cálculo del Índice de Calidad (ICA) de la Quebrada Santa Lucia muestra que en la Parte Alta, el agua tiene una calidad regular, luego se torna de mala calidad por la presencia de vertimientos directos de agua residuales y finalmente su estado es regular debido a la entrada de afluentes naturales a la Quebrada.

- Los principales riesgos identificados a lo largo de la Quebrada son: Riesgo por contaminación de la corriente superficial y Riesgo por inundaciones o desbordamientos.

- En la Fase de Prospectiva, a raíz de la generación de escenarios tendencial a diez años, ideal a diez años y factible a uno, cuatro y diez años, se determinó la grave problemática que existe si no hay ningún control a las diferentes descargas de aguas residuales domesticas, por esta razón se ve la necesidad de implementar un sistema de tratamiento preliminar primario para el municipio de San Lorenzo.

- De acuerdo con la modelación realizada para diferentes escenarios, se establece que las posibles soluciones para evitar que se deteriore mas la calidad del agua, estas son la construcción de un interceptor con el fin de disminuir los focos de contaminación, y la construcción de un sistema de tratamiento preliminar primario el cual permitirá que la carga de contaminante que es vertida a la Quebrada sea mínima, estas actividades deberán ir acompañadas de campañas de educación y sensibilización ambiental. reglamentan

- Debido a los resultados obtenidos para los escenarios factibles a corto, mediano y largo plazo, se generaron nuevos objetivos de calidad y metas de descontaminación que los vertimientos directos a la Quebrada Santa Lucia.

- CORPONARIÑO, deberá incluir dentro de su presupuesto la ejecución de los programas y proyectos propuestos en el Plan de Ordenamiento del recurso hídrico.

- Para el programa de Educación Ambiental, se hace necesario la articulación de todas las entidades involucradas en la recuperación del recurso hídrico.

- La implementación de las actividades planteadas en este PORH, ayudara a la preservación, descontaminación y recuperación de la Quebrada Santa Lucia, lo cual no solo traerá beneficios a nivel social y ambiental, sino económicos los cuales se evidenciaran en la disminución del valor a pagar por tasa retributiva.

10 RECOMENDACIONES

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

- Durante la identificación de los vertimientos, se observó la falta de alcantarillado y/o sistemas de tratamiento de aguas residuales en la zona urbana, lo que evidencia la necesidad de ejecutar a corto, mediano y largo plazo los programas y proyectos contenidos en el presente Ordenamiento, así como también en el PSMV delmunicipio involucrado dentro del proceso, con el propósito de contribuir positivamente a la calidad de la quebrada Santa Lucia.

- La recuperación de los ecosistemas vulnerables y rondas hídricas deben ser de gran prioridad, en este sentido las acciones para su recuperación deben provenir no solo de CORPONARIÑO, sino también de las administraciones municipales, cabildos indígenas, empresas prestadoras de servicios públicos, empresas privadas, entidades departamentales y de la comunidad en general.

- Buscar a través de fuentes de financiación los recursos necesarios para la construcción y operación del sistema de Tratamiento Preliminar Primario de Agua Residual domestica, con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.

- Se sugiere a la administración municipal implementar acciones para la conservación de la ronda hídrica y para la disposición adecuada de residuos sólidos del municipio de San Lorenzo.

BIBLIOGRAFIA

APHA – AWWA – WPCF. Standard Methods for the examination of water an wastewater. 15 thedition. 1980. 1532 p.

ALONSO, A., & CAMARGO, J. A. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. Revista Ecosistemas, 14(3).

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO – CORPONARIÑO, SECRETARIA DE GESTIÓN Y SANEAMIENTO AMBIENTAL, ALCALDIA DE PASTO, EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE PASTO EMPOPASTO S.A. E.S.P y UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES - UAESPNN. Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Pasto. San Juan de Pasto, 2011. 450 p.

_____, SUBCEA. Calculo de la capacidad de asimilación de fuentes hídricas receptoras de vertimientos en 25 municipios del departamento de Nariño, en el marco del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos. San Juan de Pasto, 2008.

_____, SUBCEA. Índice de escasez de agua superficial cuenca del río Pasto. San Juan de Pasto, 2008. 190 p

_____, SUBCEA. Índice de escasez de agua superficial cuenca del río Juanambú. San Juan de Pasto, 2008. 230 p

_____. Plan de Gestión Ambiental Regional, PGAR, 2002-2012. Pasto, 2002.

CHAPRA., S. C (1997). Surface Water Quality Modeling.McGraw Hill. New York, United State.

CHAPRA, S.C., PELLETIER, G.J. and TAO, H. (2008). QUAL2Kw: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

DANE. Censo nacional de Colombia. Bogotá, 2005.

EMPOPASTO S.A. E.S.P. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, San Juan de Pasto, 2010. 244 p.

FISCHER H.,IMBERGER J.,LIST.,KOH E., BROOKS (1979). Mixing in Inland and Coastal Waters. Academic Press, Inc. New York.

IDEAM. Estudio Nacional del agua, Bogotá, 2010. 417 p.

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.

MANCILLA, G., VALDOVINOS, C., AZOCAR, M., JORQUERA, P., & FIGUEROA, R. (2009). Efecto del reemplazo de la vegetación nativa de ribera sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en arroyos de climas templados, Chile central. Hidrobiológica, 19(3), 193-203.

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.

[PRAT, N., RÍOS, B., ACOSTA, R., & RIERADEVALL, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*, 631-654.

ROLDÁN PÉREZ, G. A. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. *Imprenta Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia*.

SEGNINI, S. (2003). El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente.*Ecotropicos*, *16*(2), 45-63.

ROLDÁN, G. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. *Antioquia: Universidad de Antioquia*.

TUCCI C. (1993). Hidrología Ciência e Aplicacao. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ZIGLIO, G., FLAIM, G., & SILIGARDI, M. (EDS.). (2008). *Biological monitoring of rivers* (Vol. 19).John Wiley & Sons.