

CORPONARIÑO

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO

SUBDIRECCIÓN DE CONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL

PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO QUEBRADA LA LLAVE – MUNICIPIO DE ILES

SAN JUAN DE PASTO

2013

CUERPO DIRECTIVO

YOLANDA BENAVIDES ROSADA
Directora General

FREDY RODRIGUEZ AUX
Subdirector Administrativo y Financiero

RAMIRO ERASO BELALCAZAR
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

DIANA CATALINA PAZ MAYA
Elaboración del PORH
Ingeniera Ambiental

MAURICIO BASTIDAS BEDOYA
Coordinador PORH
Ingeniero Químico

CAMILO CAGUASANGO
Cartografía y Sistemas de Información Geográfica
Geógrafo

EQUIPO DE APOYO

MARIA FERNANADA FOLLECO VILLARREAL
Profesional Universitario SUBCEA

MANUEL MORENO
Interventor

EQUIPO PROFESIONAL DE CONTRATISTAS AÑO 2013 ORDENAMIENTO RECURSO HÍDRICO CORPONARIÑO

FRANCISCO RICARDO MAFFLA CHAMORRO
Modelo de Simulación Matemático QUAL2K
Ingeniero Sanitario

ELIZABETH ERAZO
Diagnóstico Social Participativo
Trabajadora Social

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

INTRODUCCIÓN

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 las entidades ambientales como el Sistema Nacional Ambiental SINA, el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT y las Corporaciones Autónomas Regionales, vienen orientando su gestión para la implementación de un modelo de manejo integral del recurso hídrico en el país.

El Ordenamiento del Recurso Hídrico permitirá un mayor conocimiento sobre el recurso a través del establecimiento de normas de vertimiento y la planificación de objetivos de calidad en el tiempo; entre otros, todo esto en desarrollo de procesos participativos que vinculen a la comunidad en general, promoviendo la interacción entre la Autoridad Ambiental y los Usuarios.

La Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO en su Plan de Acción Institucional Vigencia 2012 – 2015, contempla la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, teniendo como una de las metas, el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para la corriente hídrica superficial Quebrada La Llave, ubicada en el municipio de Iles, con lo cual se pretende brindar un escenario adecuado para su conservación y manejo.

El ordenamiento del recurso hídrico tiene por objeto el planeamiento del uso y manejo de sus recursos y la orientación y regulación de las actividades de los usuarios, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la preservación de la estructura físico-biótica de dicho recurso.

Teniendo en cuenta la complejidad del comportamiento del agua como componente del sistema natural global, como factor determinante del desarrollo económico y social y, además, el bajo nivel de comprensión institucional sobre los requerimientos de la gestión ambiental del recurso, se planifica el recurso hídrico, integrando el concepto del recurso y de cuenca hidrográfica al proceso de gestión ambiental, de tal forma que se supere la perspectiva tradicional de fuente de abastecimiento y cuerpo receptor para disposición de las aguas residuales; garantizando la sostenibilidad de la corriente hídrica.

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. Es un curso de agua que desemboca en una corriente hídrica de mayor importancia.

AGUA ACIDA: Agua que contiene una cantidad de sustancias acidas que mantienen el pH por debajo de 7.0.

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 apta para consumo humano debido a que cumple con las normas de calidad establecidas y que no representan un riesgo para la salud.

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

AGUA RESIDUAL DOMESTICA: Provenientes de cocinas, baños, lavamanos, lavaderos y otros. Contiene materiales minerales, materia fecal, papel, restos de alimentos, jabón y otros.

AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL: Son las que proceden de cualquier actividad industrial en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de drenaje.

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

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

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.

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.

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

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.

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

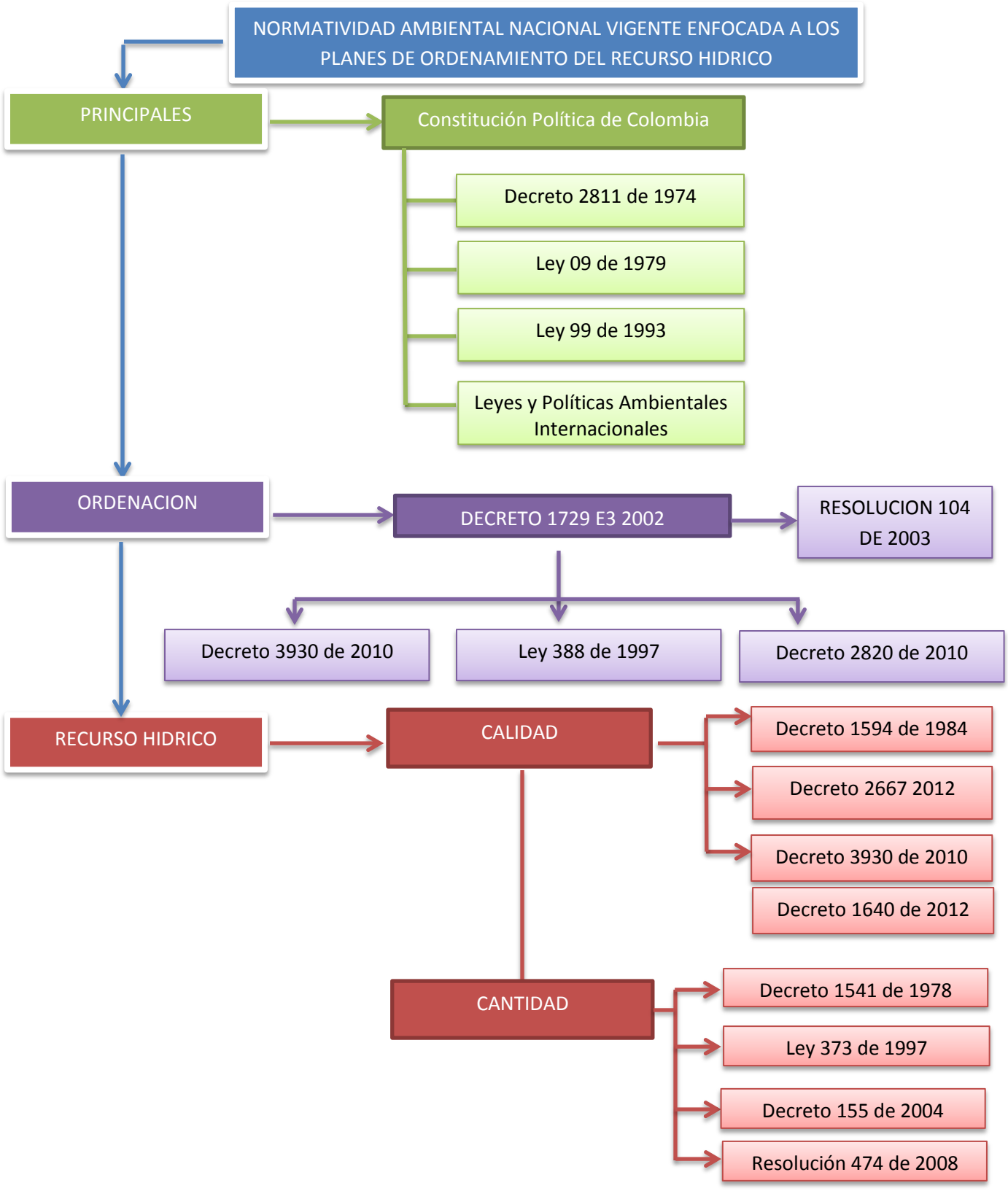
El medio ambiente al ser un patrimonio común y de todos en el Territorio Nacional, es el Estado o el Gobierno Nacional el encargado de crear, regular y ejecutar la Política Ambiental por medio de entidades públicas especializadas. Es así, que en la actualidad el ente rector de la Política Ambiental en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

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

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

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

Figura N.1 Diagrama Normatividad Ambiental



Cuadro N.1 Alcance Normatividad 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.

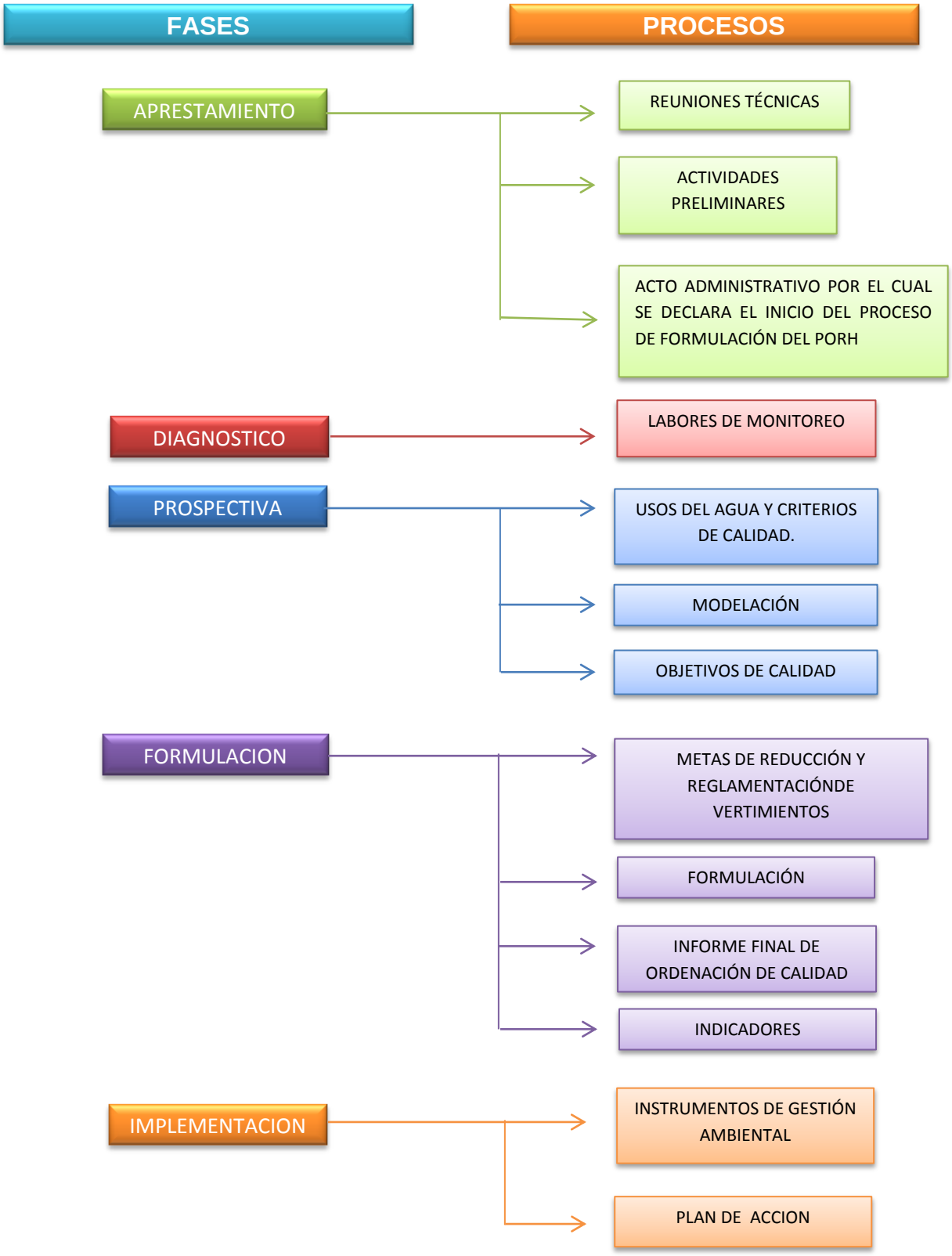
RECURSO HÍDRICO		
NORMA		**ALCANCE**
CANTIDAD	Decreto 1541 de 1978	Reglamenta las normas relacionadas con el recurso agua en todos sus estados: reglamenta el dominio y usos de las aguas con fines de desarrollo humano, económico y social, restringe y limita el dominio de las aguas para asegurar su aprovechamiento 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.

Fuente: Este estudio. Corponariño, 2013.

4. MARCO CONCEPTUAL



Figura N.2 Fases del PORH



En concordancia con lo estipulado en el Artículo 8 del Decreto 3930 de 2010, las fases sobre las cuales se desarrolla el ordenamiento y reglamentación del recurso hídrico son Aprestamiento Institucional, Diagnóstico, Prospectiva, Plan de Ordenamiento, Implementación y Evaluación y Seguimiento.

Aprestamiento Institucional

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

Diagnóstico

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

Prospectiva

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

Plan de Ordenamiento del Recurso

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

Específicamente el Ordenamiento 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

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

- Legalizar el uso del agua a través de permisos de concesión. (Decreto 1541 de 1978)
- Legalizar los vertimientos a través de permisos. (Decreto 3930 de 2010)
- Planes de cumplimiento. (Decreto 3930 de 2010)
- Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimiento (Resolución 1433 de 2004)
- Implementar el cobro de la tasa por uso de agua (Decreto 155 de 2004)
- Implementar el cobro de la tasa retributiva (Decreto 3100 de 2003)
- Actividades Complementarias (De cumplimiento voluntario)

Evaluación y Seguimiento

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

- Indicadores Mínimos asociados al Recurso Hídrico
- Monitoreo de la Cantidad y Calidad de la Corriente
- Evaluación de la Implementación del Plan
- Seguimiento a Usuarios legalizados

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 realizó la planificación del Proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico proyectado por CORPONARIÑO para el periodo 2013.

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 2013 ordenar ocho (8) 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 y Químicos destinados cada uno al ordenamiento de una fuente principal, Geógrafos, una Trabajadora Social, un Coordinador General del Proyecto e Interventores.

4. Inclusión del PORH en el PAI 2013: Dentro del Plan de Acción Institucional PAI está contemplado el Ordenamiento del Recurso Hídrico, cuyas metas están articuladas a los indicadores proyectados para el 2013.

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 el ordenamiento de ocho (8) corrientes hídricas superficiales basado en los siguientes criterios:

- **TECNICO**

a. Calidad del Agua: Las aguas superficiales son las mayores receptoras de vertimientos de tipo doméstico 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.

- **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.

- **PRIORIZACION DE LA QUEBRADA LA LLAVE**

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

La Quebrada La Llave es un afluente importante de la Cuenca del Rio Guaitara, el cual a lo largo de su cauce presenta captaciones para uso agrícola y de riego, es fuente receptora directa de vertimientos de aguas residuales.

Se decidió priorizar la Ordenación del Recurso Hídrico del Cauce Principal de la Quebrada La Llave, 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 industrial y doméstico.

5.3 DECLARATORIA DE ORDENAMIENTO

El proceso de Ordenamiento en el cauce principal de la Quebrada La Llave inicia con la declaratoria, la cual se desarrolló 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 declaró el inicio del Proceso de Ordenación del recurso hídrico en el cauce principal de la Quebrada La Llave, del Municipio del Iles, en el Departamento de Nariño corresponde a la Resolución No. 576 del 14 de Agosto de 2013. (Ver anexo A).

La Resolución No. 576 del 14 de Agosto de 2013 está establecida de la siguiente manera:

* Titulo: Parte inicial de la Resolución, la cual contiene el número de la misma, el nombre o título 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 La Llave.

* 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 La Llave.

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

En el siguiente cuadro se establece el Plan de Trabajo y el Cronograma de Actividades cuantificando en tiempo la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para la Quebrada La Llave.

Cuadro N. 2 Cronograma de Ejecución PORH 2013.

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

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

Fuente: Este estudio. Corponariño, 2013.

6. DIAGNOSTICO



6.1 ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

En el presente documento, en algunos apartes de la etapa de Diagnóstico de la Quebrada La Llave, la presentación de la información se ha clasificado o agrupado en tres zonas:

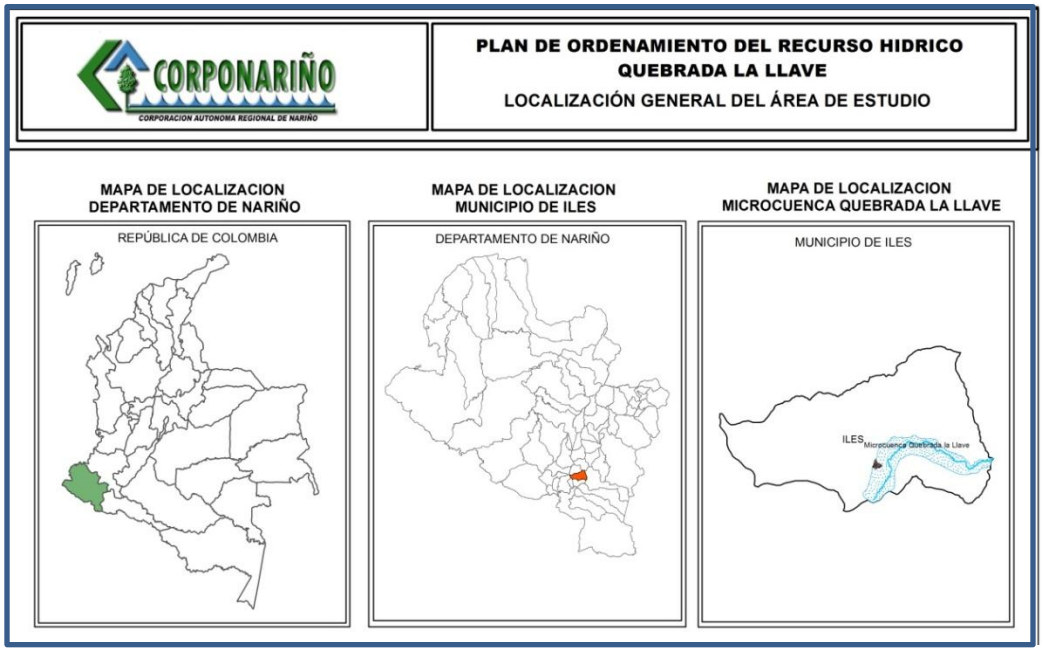
- Zona Alta: Correspondiente al punto de nacimiento o inicio del Cauce principal de la Quebrada La Llave, hasta el punto donde se genera el primer vertimiento a la fuente (Acopio de Leche).

- Zona Media: Correspondiente al tramo entre el primer vertimiento a la fuente (Acopio de Leche) hasta el afluente natural 14.

- Zona Baja: Corresponde al afluente natural 14 hasta la intersección de la Quebrada La Llave con el Río Guaitara.

6.1.1 Localización

Figura N.3 Mapa de Localización General Microcuenca Quebrada La Llave.



Fuente: Este estudio. Corponariño, 2013.

La Microcuenca quebrada la Llave se encuentra ubicada en el municipio de Iles al suroccidente del Departamento de Nariño enmarcada dentro de las coordenadas: (949861 metros Este, 600728 metros Norte) y (957065 metros Este, 596913 metros Norte), limita

al norte con las veredas Loma Alta y la Vereda el Tablón, al sur con el Municipio del Contadero, al occidente con la vereda el Carmen y la vereda Izcuasán y al oriente con el Municipio de Funes.

Las distancias entre Iles y Bogotá es de 1.071 Km., entre Iles y Pasto de 60 Km. (por la nueva variante), entre Iles y la frontera con la República del Ecuador de 29 Km.
Los límites generales son:

- Por el norte con el Municipio de Imués.
- Por el sur con los Municipios de Gualmatán, Contadero, Pupiales.
- Por el occidente con los Municipios de Ospina, Sapuyes.
- Por el oriente con el Municipio de Funes.

- Límites entre Iles y Funes. "Partiendo desde la desembocadura de la quebrada Humeadora en el río Guaitara (costado noroccidental), lugar de concurso de los municipios de Funes, Iles y El Contadero, se sigue por el río Guaitara, aguas abajo, hasta donde le desemboca, por su ribera noroccidental, el río Sapuyes, lugar de concurso de los municipios de Iles, Funes e Imués".

-**Límites entre Iles y Pupiales.** "Partiendo de la cima de la Loma Imbula Grande, sobre el camino Gualmatán-Sapuyes, lugar de concurso de los municipios de Pupiales, Iles y Gualmatán; se sigue por el camino Gualmatán-Sapuyes en dirección Noroeste (N.W) hasta encontrar la Loma de Paja Blanca en su parte más alta, lugar de concurso de los municipios de Sapuyes, Ospina, Iles y Pupiales".

- Límites entre Iles y Ospina. "Partiendo de la desembocadura de la quebrada Güingal en el río Sapuyes, lugar de concurso de los municipios de Imués, Iles y Ospina; se sigue por la quebrada Güingal aguas arriba hasta su confluencia con la quebrada El Cedral, por esta aguas arriba hasta su nacimiento, frente también al nacimiento de la quebrada Pulisal, afluente esta de la quebrada Güingal, de aquí se sigue por todo el divorcio de aguas en dirección general oeste (W) hasta llegar a la parte más elevada de la loma o páramo de concurso de los municipios de Sapuyes, Ospina, Iles y Pupiales".

- Limites entre Iles e Imués. "Partiendo desde la desembocadura de la quebrada Güingal en el río Sapuyes (costado sur), lugar de concurso de los municipios de Imués, Iles y Ospina, se continúa por el río Sapuyes, aguas abajo, hasta su desembocadura en el río Guaitara, lugar de concurso de los municipios de Imués, Iles y Funes".

- Límites entre Iles y Gualmatán. "Partiendo del cruce de caminos, del que viene del caserío Bolívar a encontrar el camino Gualmatán-Sapuyes, en el Páramo de Chiltazón, frente a los nacimientos de las quebradas Ligiadero, afluente de la quebrada Güingal y Charandú lugar de concurso de los municipios de Iles, Contadero y Gualmatán; se sigue por el camino Gualmatán – Sapuyes en dirección noroeste (N.W), el cual sigue por la

loma denominada La Gorgoña, hasta llegar a la cima de la loma Imbula Grande, lugar de concurso de los municipios de Iles, Gualmatán y Pupiales.

- Límites entre Iles y Contadero. Los límites entre estos dos municipios en buena parte de la línea divisoria existe acuerdo, como a continuación se describe. “Partiendo de la desembocadura de la quebrada Humeadora en el río Guaitara, donde concurren los territorios de Iles, Contadero y Funes, se sigue la quebrada Humeadora, aguas arriba, hasta la confluencia de las quebradas: El Manzano y Los Arrayanes que son las que forman la quebrada Humeadora; se continúa por la quebrada Los Arrayanes, aguas arriba, hasta su nacimiento; se sigue por la loma de Izcuasán y Alto del Rey, hasta el cerro de Izcuasán”.

Características del municipio de Iles

- **Extensión**

Posee una extensión de 84 Km² correspondientes a 8.400 hectáreas que representan 0.25% del área del Departamento de Nariño (33.268 Km^2).; de los cuales 27 Km², corresponden a Páramo, 52 Km² corresponden a clima frio y 5 Km² a clima medio.

- **Relieve**

Los terrenos donde se ubica la cabecera municipal son quebrados y hacen parte de una pendiente que se extiende desde el suroccidente hasta el norte del País.

El relieve del resto del municipio presenta zonas montañosas características del Macizo Colombiano, en las que se destacan rasgos topográficos como el Páramo del Chiltasol o Paja Blanca, El Cerro de Izcuasán, El Alto del Rey, La Loma Alta, La Loma Larga y La Loma Redonda. También existen zonas planas características de la subregión del Altiplano Nariñense; el Municipio esta, en toda su extensión cruzado por riachuelos, ríos, valles y montañas de poca elevación. Las hondonadas más profundas se hallan en la Cuenca Binacional del Rio Guaitara y Microcuenca del Rio Sapuyes.

- **Hidrografía**

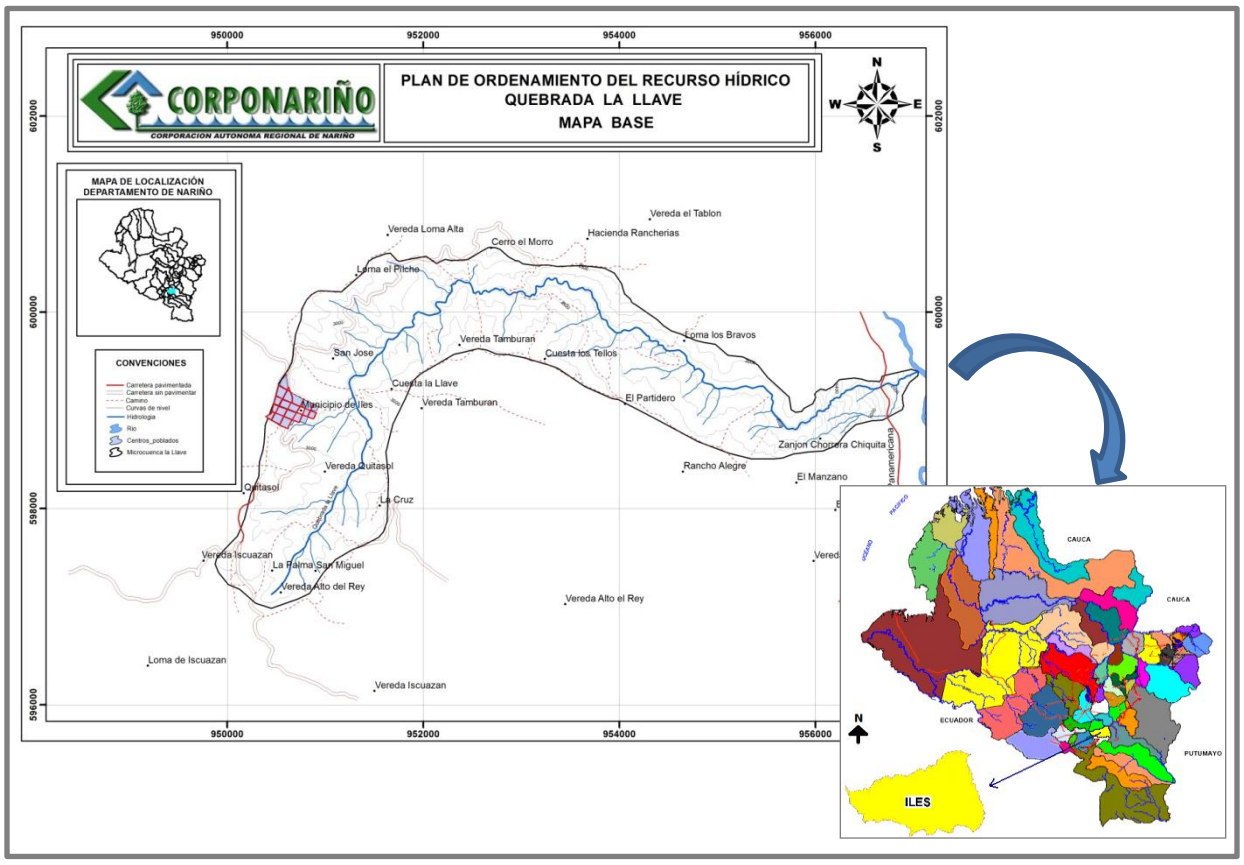
El Municipio tiene varias quebradas, entre las principales tenemos: Güingal, Cedral, El Manzano, Los Arrayanes, La Llave, Los Moledores, La Humeadora, El Salado, San Javier, San francisco, Chorrera Negra, Champutis, Cartagena que son afluentes de la Cuenca Binacional del Rio Guaitara y Microcuenca del Rio Sapuyes.

La Cascada de la Humeadora ubicada en la vía panamericana al sur oriente, se caracteriza por la caída de agua y su majestuoso paisaje.

El Páramo de Paja Blanca conocido como “Estrella hídrica” donde nacen muchas micro cuencas que abastecen asentamientos humanos y hacen posible el desarrollo de la vida humana, animal y vegetal desplegándose entre los municipios de Pupiales, Gualmatán, Iles, Ospina, Sapuyes, Contadero y Guachucal.

El área de influencia del Páramo Paja Blanca que le corresponde al municipio de Iles es de 3.529 hectáreas y se encuentran ubicadas en las veredas de El Carmen, Bolívar, El Común, Izcuasán, San Antonio, Loma de Argotys y San Francisco.

Figura N.4 Mapa de Localización de la Microcuenca Quebrada La Llave.



Fuente: Este estudio. Corponariño, 2013.

La microcuenca Quebrada La Llave está ubicada en la zona hidrográfica del Río Guaitara dentro de las subcuencas de escurrimiento directo, posee una longitud de cauce principal de 10,95 km, un perímetro de 20,08 Km., y una área de 868,03 Ha.

La microcuenca hace parte de los corregimientos de Tablón Bajo, San Javier, Alto del Rey y Urbano, se encuentra ubicada entre los 3100 y 1950 metros de altura, con una

temperatura promedio de 12°C, su relieve se caracteriza por ser quebrado a escarpado con pendientes entre los 50% y 75%, posee suelos superficiales originados a partir de tobas y cenizas volcánicas dedicados especialmente a cultivos misceláneos de papa, trigo, cebada, maíz, pastos, rastrojos altos, fríjol, arveja, cebolla y algunos frutales[1].

La Quebrada la Llave, presenta una grave afectación en sus propiedades fisicoquímicas generada por vertimientos directos de aguas residuales causando altos índices de contaminación y problemas de salubridad, además de presentar problemas ambientales en toda el área de la microcuenca destacándose la deforestación y la expansión de la frontera agrícola[2].

6.1.2 Delimitación de la Cuenca

En el siguiente cuadro se presenta la contextualización hidrográfica de la Microcuenca Quebrada La Llave de acuerdo a la Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas en el departamento de Nariño:

Cuadro N.3 Contextualización Hidrográfica Microcuenca Quebrada La Llave

Contextualización hidrográfica de la Microcuenca Quebrada La Llave	
Área Hidrográfica	Océano Pacífico
Zona Hidrográfica - Macrocuenca	Río Patía
Cuenca	Río Guaitara
Subcuenca	Corrientes Directas del Rio Guaitara
Microcuenca	Quebrada La Llave

Fuente: Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas en el Departamento de Nariño. 2008.

[1] ILES. ALCALDÍA MUNICIPAL. Acuerdo Municipal (2003). Por la cual se adopta el esquema de ordenamiento territorial para el municipio de Iles 20013-2012. Dimensión físico biótica. p.23.
[2] ILES. ALCALDÍA MUNICIPAL. Acuerdo Municipal (2003). Por la cual se adopta el esquema de ordenamiento territorial para el municipio de Iles 20013-2012. Dimensión físico biótica. p.24.

Figura N.5 Mapa de Localización Hidrográfica de la Microcuenca Quebrada La Llave.



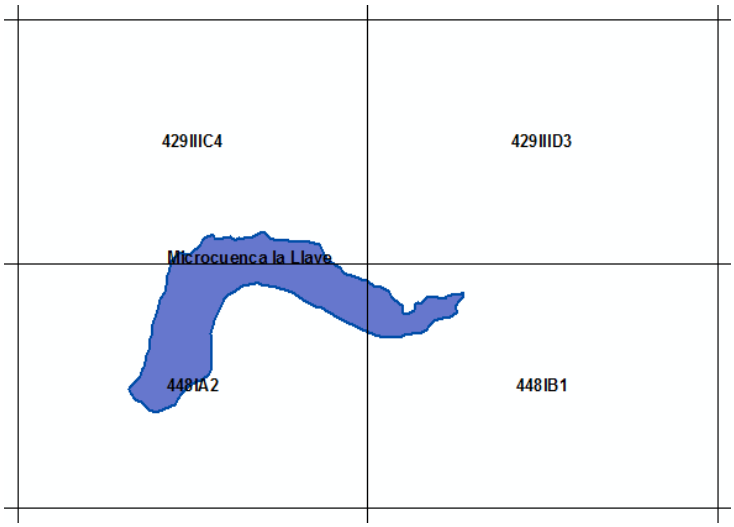
Fuente: Este estudio. Corponariño, 2013.

La delimitación de la microcuenca Quebrada La Llave fue retomada inicialmente de los productos cartográficos a escala 1:25.000 generados por el proyecto de Cálculo de índice de escases para aguas superficiales Cuenca Rio Guaitara (2009), 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 elaboró la base de datos espacial que sirvió como punto de partida para la elaboración de la información geográfica para PORH y el mapa base con la edición de elementos vectoriales y poligonales contenidos en las planchas topográficas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1981), identificando servicios viales, red hídrica, topografía, toponimias y centros poblados, además de la delimitación hidrográfica de la cuenca la cual fue precisada gracias a la escala de trabajo (1:10.000).

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 del software ArcGis y su extensión ArcHydro.

Figura N.6 Plancha IGAC, Delimitación de la Cuenca. Escala 1:10.000



Fuente: Este estudio. Corponariño, 2013.

6.2 Datos hidroclimatológicos de la Quebrada La Llave

Teniendo en cuenta la importancia que para las actividades humanas el comportamiento climático, resulta imprescindible considerarlos en estos estudios, el municipio de Iles, no cuenta con una estación meteorológica, razón por la cual se han tomado datos correspondientes a los últimos años, suministrados por el IDEAM, de la estación San Luís ubicada en el municipio de Aldana (2961 m.s.n.m., 7741W – 0051 N, se analizó el registro histórico de los siguientes parámetros: Temperatura, Evaporación, Brillo Solar, Vientos, Humedad Relativa), y la estación pluviométrica del municipio de Imués.

De la estación pluviométrica de Imués se tomó el registro histórico de precipitación, por ser una de las estaciones pluviométricas más cercanas al municipio de Iles y por estar ubicada en un lugar que presenta condiciones similares al municipio en estudio.

- **Análisis Climático**

El clima es la influencia media que ejercen los factores de humedad, temperatura, luz solar, viento y presión atmosférica, y cuya manifestación diaria constituye el “tiempo”. En cualquier localidad dada, estas variables atmosféricas se modifican cada una en grado mayor o menor de acuerdo con la zona geográfica, la topografía, la proximidad a las cordilleras montañosas, los grandes volúmenes de agua o las corrientes oceánicas, los suelos, la vegetación, el hombre y el tiempo. El clima, aun en estado relativamente estático, es, por lo tanto, una entidad sumamente compleja que varía ampliamente de un lugar a otro.

Así mismo, toda propiedad o condición de la atmósfera, cuyo conjunto define el estado físico del clima de un lugar dado para un período de tiempo determinado, es conocida con el nombre de elemento climático, los cuales son principalmente: la presión atmosférica, la temperatura, la humedad, la velocidad y dirección del viento, la precipitación, el brillo solar, y la nubosidad.

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

En general el clima en Colombia, y especialmente en la zona sur, está sujeta a la presencia de eventos geográficos muy sobresalientes que propician ambientes climáticos contrastantes, su posición geográfica en la zona ecuatorial la sitúa bajo la influencia de corrientes de aire húmedo, originadas en los océanos que bañan sus costas en la selva del Amazonas, estas corrientes convergen sobre el territorio nacional y producen la mayor parte del total de la precipitación anual. Después del solsticio de verano, ocurrido el 22 de junio en el hemisferio boreal, la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) se encuentra en el norte del País, razón por la cual, en el sur, lejos de su influencia, se acrecienta el buen tiempo. Como causas y efecto de este estado, los vientos alisios del sureste penetran al país azotando con sus corrientes las montañas y valles de las áreas sureñas.

El desplazamiento de estas masas de aire, determina la temperatura de verano, caliente y seca, que se disfruta en el municipio de Iles, en los meses de Julio, Agosto y Septiembre y es el origen de la presencia de los vientos estivales que se intensifican en el mes de Agosto; Al volver al sur la ZCIT, los vientos desaparecen produciendo una temporada intensa de lluvias, en los meses de Octubre, Noviembre y parte de Diciembre. Entre Enero y Marzo, la precipitación disminuye, para acentuarse 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. Lo anterior más la presencia de sistemas montañosos (que influyen en la humedad) que sirven de barrera a los vientos y provocan el ascenso y enfriamiento del aire proveniente de la costa, y generalmente en los valles intramontañosos, han producido una gran diversidad de climas, siendo el más predominante en la región de estudio el clima frío, que se caracteriza por ser constante en gran parte del año, más sin embargo, presenta variedades con niveles extremos y considerables, especialmente por los fenómenos ocurridos en los últimos años.

- **Precipitación**

La precipitación se define como el agua en movimiento, tanto en forma líquida como sólida, que cae sobre la superficie de la tierra en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo.

La precipitación viene siendo precedida por los fenómenos de condensación y sublimación o por una combinación de los dos.
El régimen normal de la precipitación está determinado por la situación geográfica y por la influencia de algunos factores importantes, tales como la circulación atmosférica, el relieve, la integración entre la tierra y el mar, la influencia de áreas selváticas o boscosas.

La posición geográfica de Colombia en la zona ecuatorial la sitúa bajo la influencia de los Alisios del noreste y sureste. Estas corrientes de aire cálido y húmedo provenientes de latitudes subtropicales de los dos hemisferios, confluyen en una franja denominada Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT).
La ZCIT, zona que favorece el desarrollo de nubosidad y de lluvias, se mueve latitudinalmente siguiendo el desplazamiento aparente del Sol con respecto a la Tierra, con un retraso aproximado de dos meses. Con este desplazamiento, la ZCIT pasa sobre el territorio Colombiano en dos ocasiones cada año. El desplazamiento de la ZCIT y la acción de factores físico – geográficos regionales como la orografía, determinan el régimen de lluvias en las regiones de Colombia.[3]

La precipitación es uno de los caracteres del clima más determinantes, además es un factor controlante principal de los ciclos hidrológicos en una región, así como de la ecología, el paisaje y los usos del suelo.

La precipitación total media mensual en el Municipio de Iles, de acuerdo a los datos obtenidos de las dos estaciones meteorológicas que el IDEAM, se puede analizar que en el año se definen dos períodos de lluvias intensas y una época de bajas precipitaciones, siendo en el primer semestre los meses de Marzo a Abril (15.1 mm y 47.8 mm), separados por una estación de sequía igualmente definida entre los meses de Junio a Septiembre (-41.9 mm y -67.9 mm), para luego aumentar la intensidad de precipitación hasta llegar hasta niveles máximos en los meses de Octubre, Noviembre a Diciembre (48.7 mm en promedio). Los meses de alta precipitación son favorables para la iniciación de las siembras y el cuidado de los cultivos, hasta llegar a la época de sequía (Junio – Septiembre), en donde las actividades agropecuarias son mínimas.

Efectuando un análisis de la desviación que existe entre la Precipitación Media Mensual y la Precipitación Media General (101.2 mm), se obtiene de manera general los periodos secos y lluviosos para el municipio de Iles.

[3]Estación Meteorológica San Luis. IDEAM, 2001.

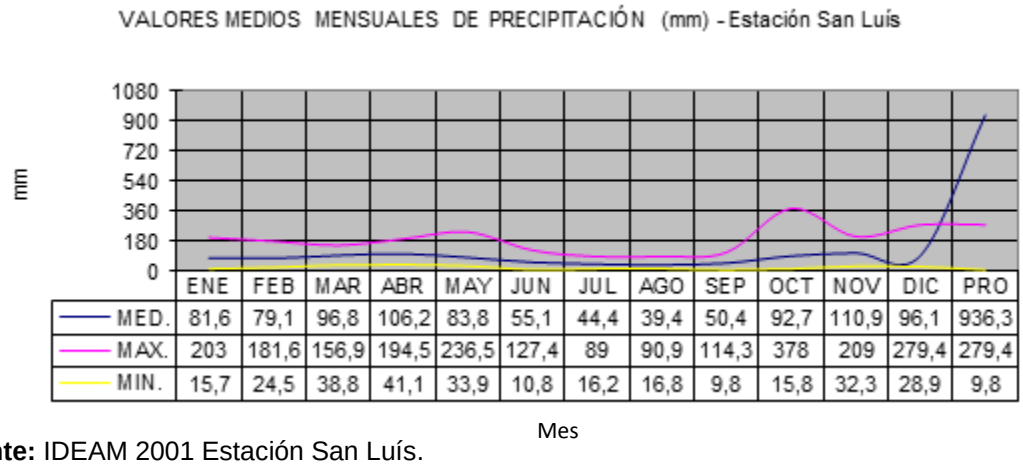
Cuadro N.4 Precipitación Media General (M) = 101.2 mm Municipio de Iles

MESES	MEDIA (X)	DESVIACION (X-M)
Enero	101.4	0.2
Febrero	97.9	- 3.3
Marzo	116.3	15.1
Abril	149.0	47.8
Mayo	111.5	10.3
Junio	59.3	-41.9
Julio	33.3	-67.9
Agosto	39.7	-61.5
Septiembre	56.1	-45.1
Octubre	141.0	39.8
Noviembre	170.0	68.8
Diciembre	138.7	37.5

Fuente: IDEAM 2001. Estación San Luís.

De acuerdo a la distribución temporal se puede afirmar que, para el primer semestre del año, durante los meses de Enero y Febrero se presentan algunas lluvias de baja intensidad, posteriormente el invierno se ve acentuado en los meses siguientes (Marzo y Abril), ocurriendo luego una disminución de la precipitación en el mes de Mayo para entrar a un periodo seco que se prolonga hasta el mes de Septiembre, siendo Julio el mes más seco; posteriormente ocurre otro periodo húmedo (Octubre-Diciembre), siendo Noviembre el más crítico.

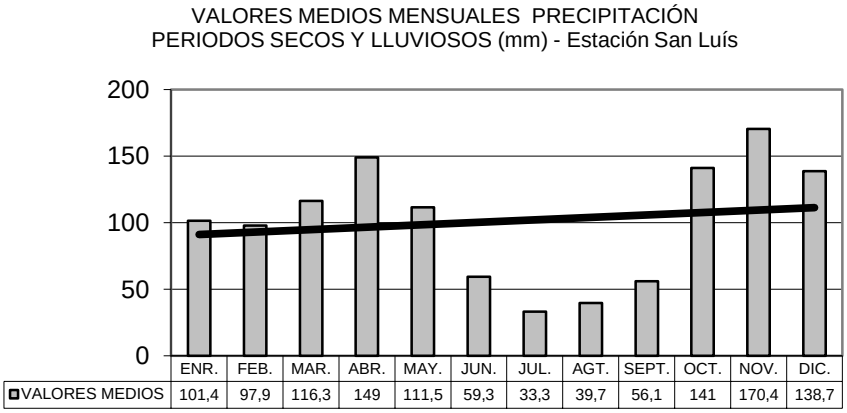
Grafica N.1 Valores medios mensuales de precipitación.



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PRO
MED.	81,6	79,1	96,8	106,2	83,8	55,1	44,4	39,4	50,4	92,7	110,9	96,1	936,3
MAX.	203	181,6	156,9	194,5	236,5	127,4	89	90,9	114,3	378	209	279,4	279,4
MIN.	15,7	24,5	38,8	41,1	33,9	10,8	16,2	16,8	9,8	15,8	32,3	28,9	9,8

Fuente: IDEAM 2001 Estación San Luís.

Grafica N.2 Valores medios mensuales. Periodos secos y lluviosos



	ENR.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGT.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
VALORES MEDIOS	101,4	97,9	116,3	149	111,5	59,3	33,3	39,7	56,1	141	170,4	138,7

Fuente: IDEAM 2001. Estación San Luís

Los datos que se presentan en los gráficos 1 y 2, manifiestan que los contrastes térmicos no son muy marcados, puesto que al observar los valores anuales y los valores medios mensuales, las fluctuaciones de temperatura que se presentan entre meses y años son muy mínimas. Por lo general los meses más fríos corresponden a los periodos de tendencia seca, (junio – septiembre) acentuándose especialmente en los meses de Julio y Agosto, debido a la presencia de fuertes vientos y a la ocurrencia de heladas.

De acuerdo a lo anterior se puede analizar que para el municipio de Iles las mayores temperaturas medias mensuales registradas, se presenta entre los meses de Noviembre a Abril, y las menores se registran entre Junio a Agosto.

- **Temperatura**

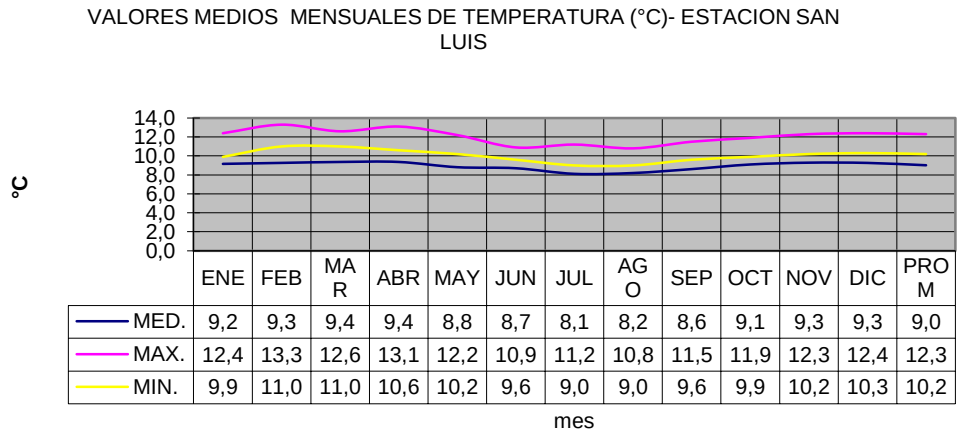
La temperatura es la medida del calor y el frío, esta juega un papel importante en todos los procesos, químicos, físicos y biológicos, de las plantas, puesto que los cambios de calor o las transformaciones de luz en calor y viceversa determinan considerablemente las velocidades a las cuales se efectúan las reacciones.

En cada etapa del desarrollo los vegetales requieren condiciones externas complejas y particulares, la más importante de ellas es precisamente la temperatura. Los registros de temperatura que se obtienen por medio de las estaciones, son de suma importancia ya que la temperatura es determinante para el ciclo biológico de los cultivos y sobre todo fenómenos de gran importancia regional como las heladas son consecuencia de las drásticas elevaciones de temperatura; en el municipio de Iles se conoce con el nombre de heladas blancas aquellas ocasionadas por corrientes de aire frío, y por heladas negras,

las que se originan por radiación, las primeras forman escarchas; las segundas se ocasionan cuando la humedad relativa es baja y la velocidad del viento es lenta.

Los registros de temperatura fueron tomados de la Estación meteorológica de San Luís en el municipio de Ipiales, para un periodo de 24 años suministrados por el IDEAM. La distribución temporal de las temperaturas medias en el municipio de Iles oscila entre 9.8°C y 11.2°C, observándose las mayores temperaturas en los meses de Noviembre, Diciembre y Marzo, Abril (11.0°C a 11.2°C), y las menores temperaturas se reportan en los meses de Junio, Julio y Agosto (9.8°C a 10.4°C).

Grafica N.3 Valores medios mensuales de temperatura



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
MED.	9,2	9,3	9,4	9,4	8,8	8,7	8,1	8,2	8,6	9,1	9,3	9,3	9,0
MAX.	12,4	13,3	12,6	13,1	12,2	10,9	11,2	10,8	11,5	11,9	12,3	12,4	12,3
MIN.	9,9	11,0	11,0	10,6	10,2	9,6	9,0	9,0	9,6	9,9	10,2	10,3	10,2

Fuente: IDEAM 2001. Estación San Luís.

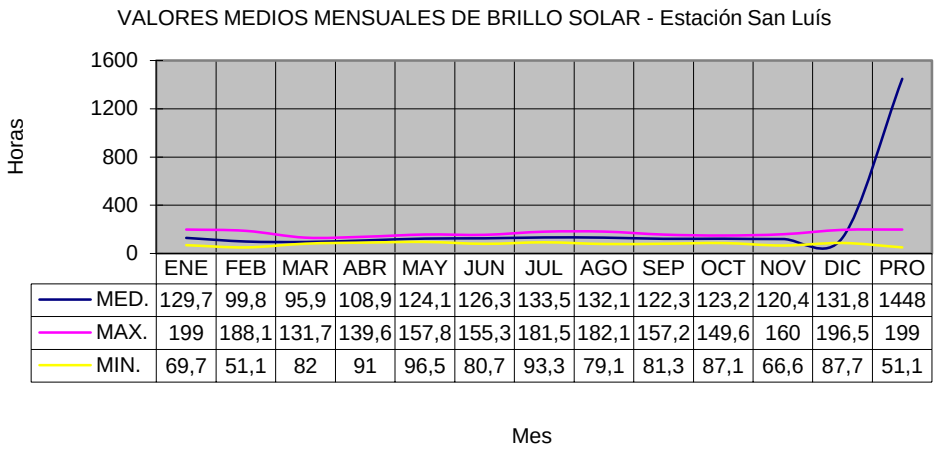
- **Brillo solar**

En nuestro planeta el sol suministra la energía que requiere el desarrollo de la vida y protege el planeta de la radiación cósmica interestelar. La franja luminosa visible es utilizada por mil variedades para la fotosíntesis. En los ecosistemas de la zona tropical riega mayor cantidad de radiación solar que en las zonas templadas y lo hace en forma perpendicular dos veces por año. Tanto la luz como la humedad proporcionan verdaderos materiales para construir la estructura vegetal, mientras que la temperatura proporciona las necesarias condiciones de trabajo. La luz es de primordial importancia para los aspectos nutricionales y estructurales de la vida vegetal.

Para el análisis de este parámetro, se cuenta únicamente con un registro histórico de 26 años, provenientes de la estación meteorológica San Luis.

Los valores totales mensuales de Brillo Solar para el municipio de Iles, muestra un total anual de 1452 horas de sol, que equivalen a 4 h/día; registrándose la máxima insolación en los meses de Julio y Agosto, con un promedio de 12 horas, equivalentes a 4.4 h/día. La mínima insolación se registra durante el mes de Febrero, con un promedio de 103.6 horas, que corresponden a 3.4 horas día; se presenta una relación inversamente proporcional entre la Precipitación y Brillo Solar, puesto que en los meses de escasas lluvias, se registran los valores máximos de Brillo Solar.

Grafica N.4 Valores medios mensuales de brillo solar



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PRO
MED.	129,7	99,8	95,9	108,9	124,1	126,3	133,5	132,1	122,3	123,2	120,4	131,8	1448
MAX.	199	188,1	131,7	139,6	157,8	155,3	181,5	182,1	157,2	149,6	160	196,5	199
MIN.	69,7	51,1	82	91	96,5	80,7	93,3	79,1	81,3	87,1	66,6	87,7	51,1

Fuente: IDEAM 2001. Estación San Luís.

- **Evaporación**

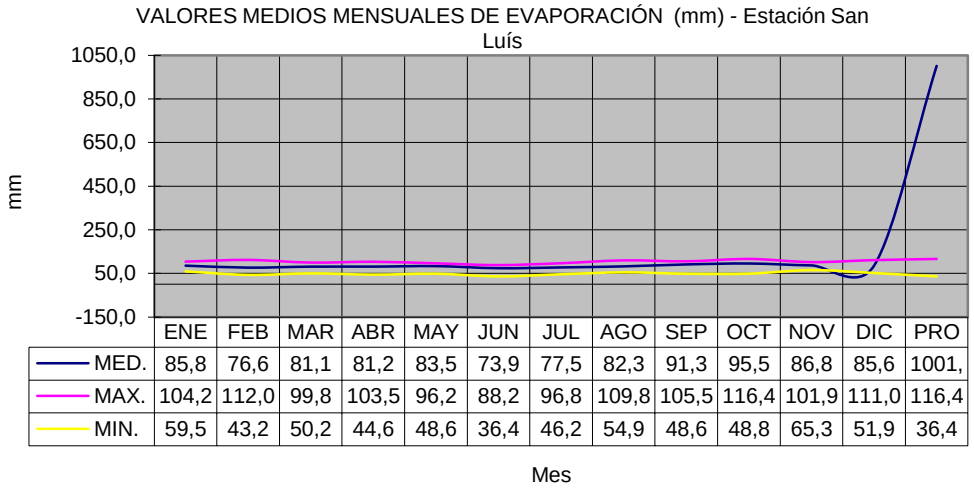
El termino evaporación se refiere, en climatología al agua transferida a la atmósfera a partir de las superficies libres de agua; La transferencia de vapor de agua a la atmósfera se denomina transpiración.

El agua se pierde de la superficie del suelo por la evaporación, bajo la influencia de una serie de factores como son la capacidad de la atmósfera para absorber al vapor de agua, la condición de la superficie del suelo, la cantidad de agua presente en las capas superficiales y que está sujeta a evaporación, y la capacidad de retención de humedad de las capas profundas.

La evaporación es un proceso físico continuo por medio del cual el agua, a una temperatura inferior al punto de ebullición, cambia del estado líquido al de vapor. Esta transferencia del vapor del agua puede ocurrir desde superficies libres de agua, gotas en las nubes o neblina, pequeñas películas depositadas en sólidos, tales como partículas de suelo e igualmente desde la superficie foliácea de las plantas terrestres o acuáticas.

De acuerdo a los datos de los últimos 27 años de los registros del IDEAM en la estación San Luis, se puede determinar que para el municipio de Iles, la evaporación media mensual varía entre 76.6 mms, 73.9 mm y 91.3 mm, 95.5 mms, siendo Febrero y Junio los meses de menor evaporación y, Septiembre a Octubre con la mayor evaporación.

Grafica N.5 Valores medios mensuales de evaporación



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PRO
MED.	85,8	76,6	81,1	81,2	83,5	73,9	77,5	82,3	91,3	95,5	86,8	85,6	1001,
MAX.	104,2	112,0	99,8	103,5	96,2	88,2	96,8	109,8	105,5	116,4	101,9	111,0	116,4
MIN.	59,5	43,2	50,2	44,6	48,6	36,4	46,2	54,9	48,6	48,8	65,3	51,9	36,4

Fuente: IDEAM 2001 Estación San Luís

La evaporación mensual para la zona de Iles, teniendo en cuenta los datos de las dos estaciones más cercanas, presenta máximas evaporaciones en Septiembre a Octubre los meses de verano en donde se presentan altas insolaciones que influyen en la perdida de agua de la superficie; para los meses de Febrero a Junio se presentan mínimas evaporaciones, debido en gran parte a las altas precipitaciones, formación de nubosidades y bajas insolaciones características en este período del año.

- **Vientos**

El viento se define como el aire en movimiento, prescindiendo de la posible composición vertical. Los efectos del viento pueden ser beneficiosos o negativos. El conocimiento de las variaciones que experimenta el viento, es importante en los estudios biofísicos a cierta escala, ya que gran número de actividades están condicionadas por urbanización, cultivos, plantaciones forestales, entre otros.

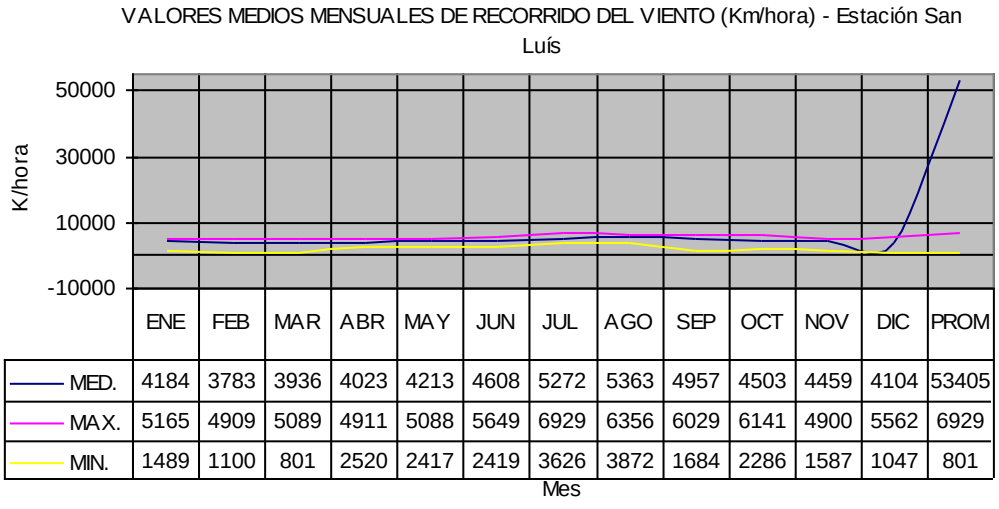
El movimiento del aire resulta del calentamiento, enfriamiento, expansión y contracción ocasionados principalmente por diferencias en la temperatura y por la rotación de la Tierra. El movimiento general del aire con relación a su contenido de humedad y la temperatura, son de importancia geográfica. La selección de los cultivos y la producción de estos en un área dada también pueden ser influidas por las condiciones prevalecientes de los vientos. La pérdida de humedad de las plantas o el suelo y la diseminación de microorganismos fitopatógenos, semillas y polen también son afectados por el viento.

La exposición al viento en muchos casos puede ser un factor determinante del desarrollo de las plantas y de la distribución de la vegetación. La erosión del suelo por la acción del viento, puede tener un efecto directo sobre la utilización agrícola de ciertas áreas.

Fenómenos que causan deterioro de los recursos naturales tales como la erosión (eólica), propagación de quemas y daños mecánicos en la vegetación (volcamientos), son originados en ocasiones por la intensidad con que se desplaza el viento y las corrientes atmosféricas que se originan en el interior de los ecosistemas.

Para el municipio de Iles se cuenta con un registro histórico de datos de velocidad del viento de 19 años, de acuerdo a los datos obtenidos de la estación meteorológica San Luis que el IDEAM maneja en Aldana, (1981-2000).
Al analizar los datos, se registra un promedio anual de velocidad del viento de 2m/sg., siendo en el mes de Agosto la época más crítica. Por lo general los vientos más fuertes ocurren a mediados del año y los más débiles en los meses de Febrero, Marzo, Abril, Mayo y Noviembre.

Grafica N.6 Valores medios mensuales de recorrido del viento



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
MED.	4184	3783	3936	4023	4213	4608	5272	5363	4957	4503	4459	4104	53405
MAX.	5165	4909	5089	4911	5088	5649	6929	6356	6029	6141	4900	5562	6929
MIN.	1489	1100	801	2520	2417	2419	3626	3872	1684	2286	1587	1047	801

Fuente: IDEAM 2001. Estación San Luís.

De acuerdo al registro histórico, la máxima velocidad del viento se ha registrado en el mes de Julio de 1986, donde alcanzó un valor de 2.6 m/sg., y la mínima velocidad hasta el momento ha ocurrido en el mes de Marzo del año 2000 con un promedio de velocidad de 0.30 m/sg.

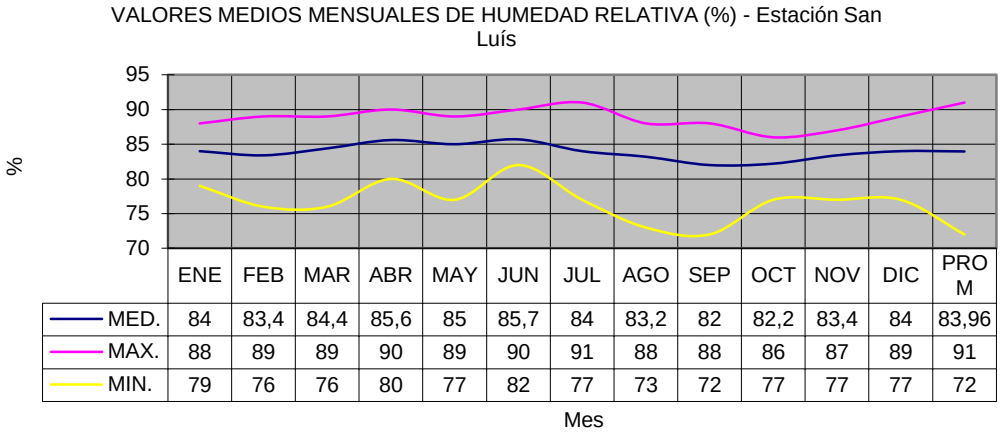
- **Humedad Relativa**

La humedad atmosférica es la relación en porcentaje de la cantidad de vapor de agua contenido en un volumen de aire, con la cantidad máxima que podría contener la misma temperatura si estuviera saturada. Se trata de un carácter climatológico de primera magnitud muy relacionado, a través de diversos mecanismos físicos, con la nubosidad, la precipitación, la visibilidad y de forma muy especial con la temperatura: la cantidad de agua en forma de vapor de agua que puede encontrarse en la atmósfera es función directa de la temperatura.

La Humedad relativa es la forma más común de expresar la humedad atmosférica por su explícita relación con el bienestar climático y el crecimiento de las plantas.
Por lo general, la Humedad Relativa sigue un ritmo diario, cambiando la humedad, de baja durante el día a muy alta en la noche cuando el aire se enfría. En los bosques de regiones muy lluviosas, la humedad “baja” diurna puede permanecer sobre 80%, mientras que en los desiertos puede disminuir hasta menos del 10%.
Para el municipio de Iles se cuenta con un registro histórico de datos de velocidad del viento de 28 años, de acuerdo a los datos obtenidos de la estación meteorológica San Luis que el IDEAM maneja en el municipio de Aldana.

La Humedad Relativa en el municipio de Iles se mantiene entre un 81.96% y 85.68%, presentándose valores más bajos en los meses de escasas lluvias: Septiembre a Octubre (81.96% y 82.2% respectivamente), y mayor Humedad Relativa en los meses de Abril a Junio (85.6%, 85.44 y 85.68% respectivamente).

Grafica N.7 Valores medios mensuales de humedad relativa



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
MED.	84	83,4	84,4	85,6	85	85,7	84	83,2	82	82,2	83,4	84	83,96
MAX.	88	89	89	90	89	90	91	88	88	86	87	89	91
MIN.	79	76	76	80	77	82	77	73	72	77	77	77	72

Fuente: IDEAM 2001. Estación San Luís.

6.3 MORFOLOGÍA

La morfología del tramo de estudio se considera meandrico, debido a las continuas curvas que se presenta a lo largo de su recorrido por el Municipio de Iles. Los tramos meandreformes se desarrollan al aumentar la magnitud del cauce aguas abajo hasta la vereda la Esperanza, en donde se presenta la disminución de caudal por las diferentes captaciones que se realizan. En este sector las pendientes son bastante grandes.

Figura N.7 Morfología Quebrada La Llave



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

6.4 COBERTURA Y USOS DE SUELO

La información del uso y la cobertura del suelo para la microcuenca quebrada la Llave se retomó del estudio cálculo del índice de escasez del rio Guaitara 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 2009.

Para la aplicación de dicha información para el PORH- Quebrada la Llave 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 del 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.

La información recopilada mediante registro fotográfico, formatos y bitácora de campo fue complementada y corroborada con información secundaria y cartográfica obtenida en el Esquema de Ordenamiento Territorial.

Durante el recorrido de la microcuenca se identificaron las especies forestales como Cucharo, Cordoncillo, Urapan, Mote, Encino, Laurel, Motilón silvestre, Chaquilulo, Mate, Chilco, Uraco, Aliso, Arrayán. Como especies presionadas para el uso maderable y dendrológico sobresalen: Motilon silvestre, Encino, Eucalipto, Mate, Aliso, Arrayán y Roble.

Dentro de las especies faunísticas existentes en la zona se encontraron:

- Mamíferos: Conejos, Zorros, Venado, Armadillo, Ardilla, Chimbilaco

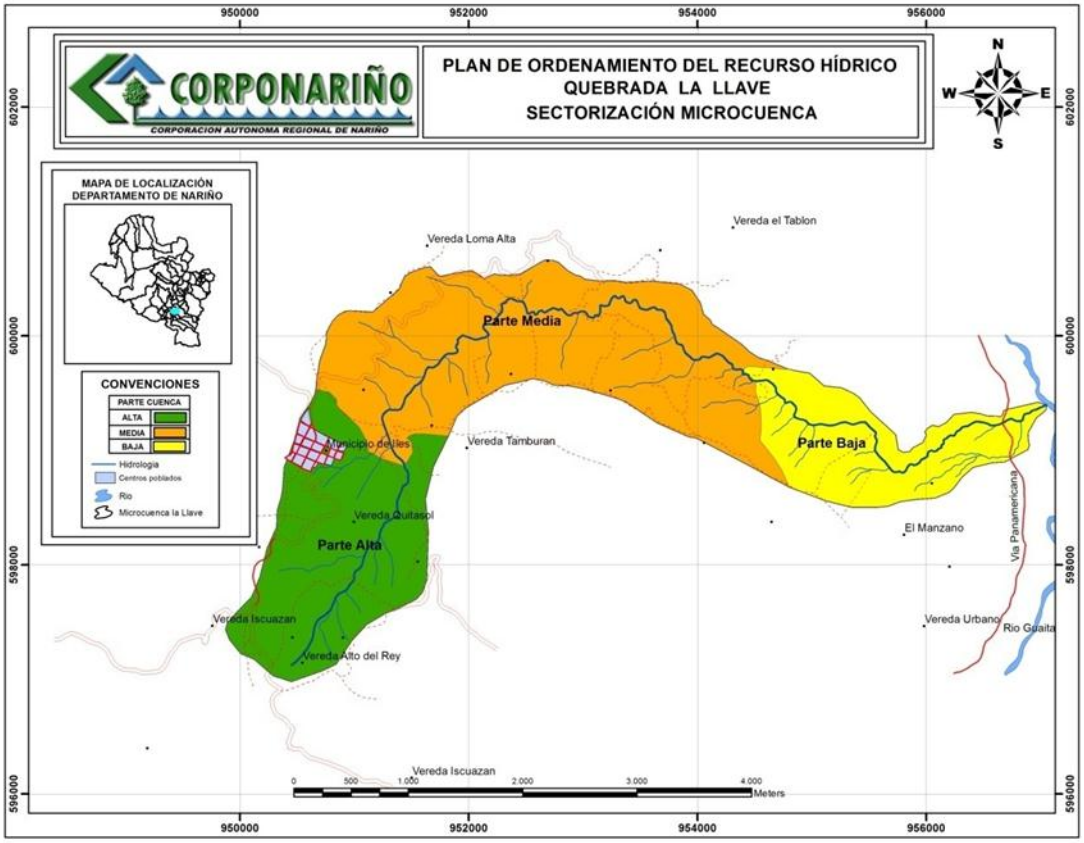
- Aves: Chiguaco, Águila, Cuaiza, Galembo, Gorriones, Mirlas, Golondrinas, Colibrí, Carpintero, Tres Pesos

Los suelos de esta microcuenca pertenecen a suelos de vertiente de cordillera, con relieve fuertemente quebrado a escarpado y pendientes predominantes 25-50% y mayores, ubicados en alturas de los 2000 a los 2900 metros sobre el nivel del mar; son suelos superficiales, originados a partir de tobas y cenizas volcánicas; de colores pardo muy oscuro y texturas moderadamente finas a finas.

Presenta ligeras variaciones en color, textura y profundidad. Son fuerte a medianamente ácidos, alta capacidad de intercambio catiónico, regulares las bases totales, alta la saturación de bases totales, regular la de calcio, pobre a regular la de magnesio y pobre la de potasio; contenido normal de carbón orgánico en el primer horizonte, muy pobre el fósforo aprovechable. Drenaje externo muy rápido, interno medio y natural excesivo.

En el siguiente mapa se identifican las zonas en las cuales se ha divido la microcuenca para el estudio y cobertura de suelos.

Figura N.8 Mapa de Zona alta, media y baja de la microcuenca Quebrada La Llave. Escala 1:10.000.



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

- **ZONA ALTA**

La parte Alta de la microcuenca Quebrada la Llave comprende desde su nacimiento a una altura de 3100 (msnm) hasta la cota 2940 (msnm); este sector se caracteriza por no presentar ningún tipo de vertimientos y la calidad de agua se considera buena. Los suelos están dedicados especialmente a la producción agrícola predominando cultivos misceláneos como papa, trigo, cebada y maíz.

Existen algunas viviendas campesinas con predios privados aprovechando la mayor parte del área en pastos naturales para pastoreo y cría de ganado.
La deforestación se produce principalmente por la ampliación de la frontera agrícola para el establecimiento de cultivos misceláneos y pasturas para la ganadería.

Figura N.9 Nivel de intervención en la cobertura del suelo – Zona Alta



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

- **ZONA MEDIA**

La zona media está localizada a partir de la cota 2.940 hasta la cota 2600 msnm, En la zona media se dedica el suelo en mayor cantidad a rastrojos altos, cultivos misceláneos como maíz, cebada, trigo, fríjol, y arveja. También se desarrolla el pastoreo y cría de ganado.

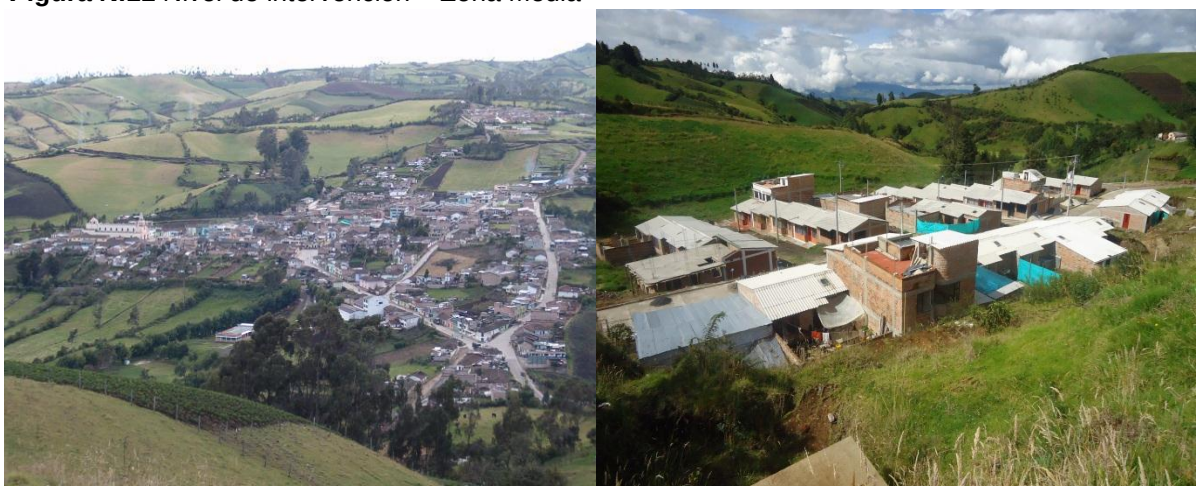
Figura N.10 Nivel de intervención en la cobertura del suelo – Zona Media



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

En la zona media de la microcuenca Quebrada La Llave se concentra la mayor población del municipio de Iles, junto con las escuelas, pequeños restaurantes y almacenes de comercio, centro de salud y estación de policía. Es en esta zona donde se realizan las descargas directas de aguas residuales provenientes del alcantarillado del casco urbano.

Figura N.11 Nivel de intervención – Zona Media



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

En cuanto al sector industrial, se presenta el Centro de Acopio de Leche del municipio de Iles, quien de manera indirecta realiza descargas de aguas residuales a la Quebrada La Llave.

Figura N.12 Nivel de intervención, Sector Industrial – Zona Media



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

- **ZONA BAJA**

La zona baja está ubicada desde los 2600 msnm hasta la desembocadura en el río Guaitara en los 1920 msnm. Esta parte de la microcuenca posee grandes extensiones de potreros ocupando un lugar importante dentro de las actividades de uso del suelo en esta zona, seguido de cultivos misceláneos (fríjol, arveja, maíz, cebolla, frutales).[4]

La mayoría de los predios utilizan el suelo para el cultivo de cebolla, como las pendientes son bastantes grandes en este sector no hay presencia de viviendas alrededor del cauce.

Figura N.13 Nivel de intervención en cobertura del suelo – Zona Baja



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

[4] Alcaldía municipal de Iles. Esquema de ordenamiento territorial, dimensión físico-biótica. P 45.

En el siguiente cuadro se presentan los puntos de verificación en campo del uso de suelo, con la descripción y su respectivo registro fotográfico.

Cuadro N.5 Puntos de verificación en campo, usos de suelo microcuenca Quebrada La Llave.

PUNTO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA		DESCRIPCIÓN	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	X	Y		
1	951239,83	598153,50	Micelaneo Pastos y rastrojos	
2	951230,71	598194,53	Pastos y rastrojos	
3	951220,48	598243,07	Bosque	 
4	951216,70	598305,55	Bosque	
5	951314,11	598430,82	Pastos	
6	951404,63	598647,76	Bosque	
7	951450,73	598755,57	Cultivo papa	
8	951577,86	598949,73	Cultivo papa	 
9	951433,25	598765,19	Cultivo papa	
10	951288,49	599158,09	Micelaneo pastos y cultivos	
11	951243,88	599316,23	Bosque	
12	951294,96	599221,79	Bosque	
13	951447,81	599453,76	Micelaneo de Cultivos maiz papa cebada y pastos	 
14	951480,87	599485,05	Cultivo papa	

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

Cuadro N.5 Continuación

PUNTO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA		DESCRIPCIÓN	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	X	Y		
16	951671,46	599717,79	Bosque, pastos y cultivos	
17	951769,97	599768,20	Cultivo papa	
18	951911,99	599690,56	Micelaneo de arverja y mora	
19	951943,38	599713,66	Cultivo de arverja	
20	951888,21	599967,12	Cultivos de arverja y pastos	 
23	951755,90	600217,04	Cultivos de maiz	
24	951270,92	600115,70	Micelaneo de maiz y papa	

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

En el siguiente cuadro se presenta la clasificación de cobertura y uso de suelo, con la de la microcuenca Quebrada La Llave.

Cuadro N.6 Clasificación de cobertura y usos de suelo microcuenca Quebrada La Llave.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	COBERTURA DEFINITIVA	ÁREA Ha
TERRITORIOS GRICOLAS	AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS	AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS DE CLIMA FRIO HUM	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS, PAPA, MAIZ, HORTALIZAS	619,08
BOSQUES Y AREAS SEMI NATURALES	BOSQUES	BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO	BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO	9,17
BOSQUES Y AREAS SEMI NATURALES	BOSQUES	BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO	BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO	0,37
BOSQUES Y AREAS SEMI NATURALES	BOSQUES	BOSQUE RIPARIO	BOSQUE RIPARIO	6,65
BOSQUES Y AREAS SEMI NATURALES	BOSQUES	BOSQUE RIPARIO	BOSQUE RIPARIO	7,66
TERRITORIOS GRICOLAS	CULTIVOS ANUALES O TRANSITORIOS	CULTIVOS DE PAPA	CULTIVOS DE PAPA	7,43
TERRITORIOS AGRICOLAS	PASTOS	PASTOS ENMALEZADOS O ENRASTROJADOS	PASTOS	38,95
TERRITORIOS AGRICOLAS	PASTOS	PASTOS MANEJADOS	PASTOS MANEJADOS	16,06
TERRITORIOS AGRICOLAS	PASTOS	PASTOS NATURALES	PASTOS	156,91
COBERTURAS CONTRUIDAS	ZONAS URBANAS	CENTROS POBLADOS	CENTROS POBLADOS	5,77
			AREA TOTAL	868,04

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

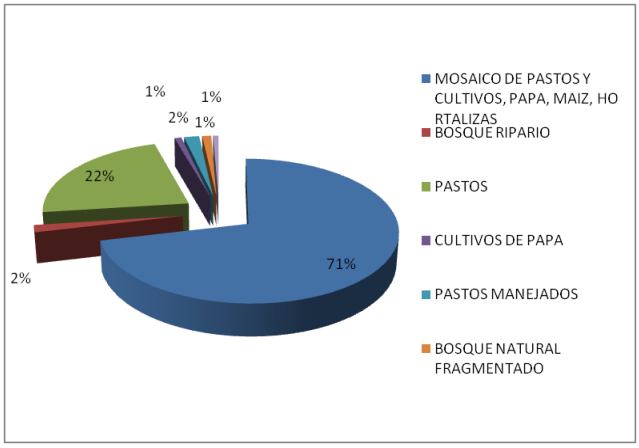
La clasificación de uso y cobertura para la microcuenca Quebrada la Llave es de tipo semi-detallado de tercer nivel jerárquico de la clasificación con una cobertura definida. Para el presente estudio según la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia es:

Cuadro N.7 Cobertura definitiva

COBERTURA DEFINITIVA	ÁREA Ha	% Ocupación en la Microcuenca
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS, PAPA, MAIZ, HORTALIZAS	619,08	71,32
BOSQUE RIPARIO	14,31	1,65
PASTOS	195,86	22,56
CULTIVOS DE PAPA	7,43	0,86
PASTOS MANEJADOS	16,07	1,85
BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO	9,54	1,10
CENTROS POBLADOS	5,77	0,66
TOTAL	**868**	**100**

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

Grafica N.8 Porcentaje de Cobertura definitiva en la microcuenca Quebrada La Llave.



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

Mosaico de pastos y 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.[5]

Para el caso de la microcuenca quebrada la Llave el mosaico de pastos y cultivos ocupa el 71% del territorio de la microcuenca la Llave, siendo el cultivo transitorio de la papa la que ocupa mayor espacio dentro de la microcuenca.

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.[6] Ocupa una extensión del 2% del total del área de estudio.

Pastos: 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.[7] En la microcuenca ocupan el 22% del territorio siendo la segunda cobertura con mayor extensión del área de estudio.

Pastos manejados: tipo de cobertura muy frecuente en áreas de potreros con fines agropecuarios, poseen algunos árboles de especies diversas, pueden ser arbustos y frutales, los cuales presentan una importancia media por su protección al suelo contra la erosión.[8]

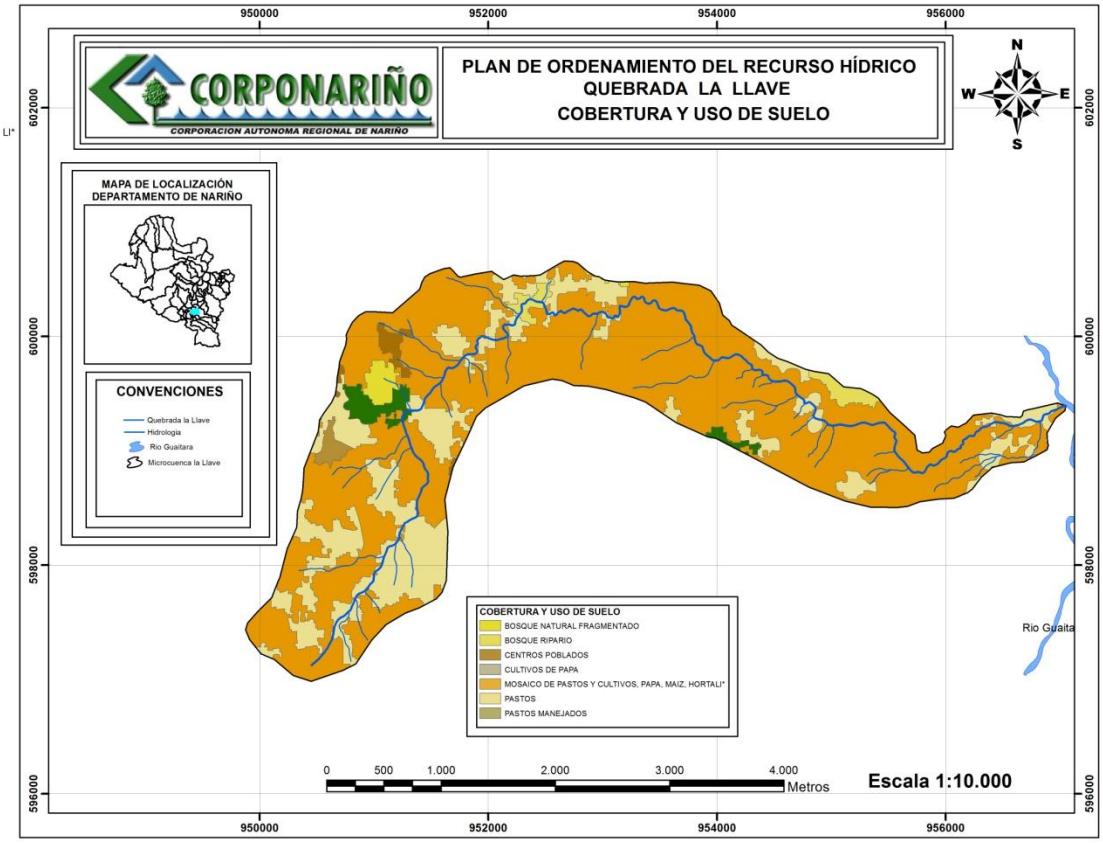
Bosque natural fragmentado: formación vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos y arbustivos, los cuales forman por lo menos un estrato de copas o dosel en este caso de tipo fragmentado ocupando un área cercana al 1%

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%

En el siguiente mapa se detalla la cobertura y uso de suelo para la microcuenca Quebrada La Llave.

[5] Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Junio de 2010. P 28
[6] Instituto Geográfico Agustin Codazzi. Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. P 89.
[7] Ibid. P 103
[8] Ibid. P 104

Figura N.14 Mapa de Cobertura y uso de suelo para la microcuenca Quebrada La Llave. Escala 1:10.000.



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

6.5 OFERTA HÍDRICA

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.[9]

[9] 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.

6.5.1 Información Hidrológica y Meteorológica

La información hidrológica y meteorológica necesaria para el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la microcuenca Quebrada la Llave 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 desde la fecha de instalación hasta la actualidad y/o periodo de suspensión. 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 10 años.

Cuadro N.8 Estaciones meteorológicas.

CODIGO	ESTACIÓN	TIPO	MUNICIPIO	FECHA INSTALACIÓN	PARAMETRO	ELEVACION (msnm)
52055010	APTO SAN LUIS	SP	ALDANA	1941	PRECIPITACION/TEMPERATURA	2961
52055030	BOMBONA	CO	CONSACA	1968	TEMPERATURA	1493
52055020	EL PARAISO	CO	TUQUERRES	1968	PRECIPITACION/TEMPERATURA	3120
52050100	GUALMATAN	PM	GUALMATAN	1972	PRECIPITACION	2830
52050090	IMUES	PM	IMUES	1957	PRECIPITACION	2550
47017110	MONOPAMBA	LG	PUERRES	1983	TEMPERATURA	1776
52045010	OBONUCO	AM	PASTO	1953	TEMPERATURA	2710
52050120	PUERRES	PM	PUERRES	1971	PRECIPITACION	2764
52055090	SINDAGUA	CO	TANGUA	1987	TEMPERATURA	2800
52050080	TANGUA	PM	TANGUA	1957	PRECIPITACION	2420
52050070	TUQUERRES	PM	TUQUERRES	1958	PRECIPITACION	3104
52055200	FUNES	CO	FUNES	2009	PRECIPITACION	2181
52045090	EL COMUN AUTOMATICA	CO	PUPIALES	2007	PRECIPITACION	3141

Fuente: IDEAM, 2001.

Dentro del área de influencia de la investigación se resalta que en términos de localización y distancia existen estaciones más cercanas al área de estudio pero que no cumplen con el registro mínimo, presenta muchos datos ausentes o supera el rango promedio de datos de precipitación. En este sentido se descartan las estaciones del común automática (año de instalación 2007), Fúnes (año de instalación 2009), Tuquerres (suspendida en el año 1987) y Guachaves (promedio de precipitación superior a la media multianual).

Sobre el periodo de tiempo escogido de 20 años en cada estación meteorológica se identifican meses con ausencia de datos en 9 de las 12 estaciones cercanas a la microcuenca quebrada la Llave.

Cuadro N.9 Valores ausentes 1993-2012

CODIGO	ESTACIÓN	SERIE	PARAMETRO	AUSENCIA DE DATOS												TOTAL DATOS AUSENTES	%	TOTAL DATOS
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
52055010	APTO SAN LUIS	20	PRECIPITACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	240
			TEMPERATURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	240
52055030	BOMBONA	20	TEMPERATURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0,8	240
52055020	EL PARAISO	20	PRECIPITACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0,8	240
			TEMPERATURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,4	240
52050100	GUALMATAN	20	PRECIPITACION	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0,8	240
52050090	IMUES	20	PRECIPITACION	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,4	240
47017110	MONOPAMBA	20	TEMPERATURA	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	11	4,6	240
52045010	OBONUCO	20	TEMPERATURA	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	8	3,3	240
52050120	PUERRES	20	PRECIPITACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	240
52055090	SINDAGUA	20	TEMPERATURA	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5	2,1	240
52050080	TANGUA	20	PRECIPITACION	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0,8	240

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

De 2400 datos 27 registros ausentes corresponden a datos de temperatura significando el 1,125%; 7 registros ausentes de precipitación significando el 0,30% correspondiente a datos ausentes de las 6 estaciones pluviométricas.

- **Estaciones de precipitación**

Cuadro N.10 Estaciones de precipitación

CODIGO	ESTACIÓN	SERIE	PARAMETRO	AUSENCIA DE DATOS												TOTAL DATOS AUSENTES	%	TOTAL DATOS
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
52055020	EL PARAISO	20	PRECIPITACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0,8	240
52050100	GUALMATAN	20	PRECIPITACION	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0,8	240
52050090	IMUES	20	PRECIPITACION	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,4	240
52050080	TANGUA	20	PRECIPITACION	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0,8	240
TOTAL																7	2,9	

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

- **Estaciones de temperatura**

Cuadro N.11 Estaciones de temperatura

CODIGO	ESTACIÓN	SERIE	PARAMETRO	AUSENCIA DE DATOS												TOTAL DATOS AUSENTES	%	TOTAL DATOS
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
52055030	BOMBONA	20	TEMPERATURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0,8	240
52055020	EL PARAISO	20	TEMPERATURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,4	240
47017110	MONOPAMBA	20	TEMPERATURA	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	11	4,6	240
52045010	OBONUCO	20	TEMPERATURA	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	8	3,3	240
52055090	SINDAGUA	20	TEMPERATURA	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5	2,1	240
TOTAL																27	11,3	

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

- **Relleno de registros incompletos**

Los registros mensuales de precipitación y temperatura se completaron identificando por cada estación meteorológica, estaciones cercanas considerando aquellas ubicadas al

menos dentro de la cuenca y a una altura semejante[10] ˆ por otro lado, se requiere que las estaciones vecinas cuenten con series completas de datos en similares periodos correlacionando las variables teniendo en cuenta su distancia y altitud. Para el caso de la microcuenca Quebrada la Llave se tuvo en cuenta las siguientes estaciones.

Cuadro N.12 Estaciones vecinas de temperatura

CODIGO	ESTACIÓN	TIPO	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	DIFERENCIA DE ALTITUD (m.s.n.m.)	DISTANCIA HORIZONTAL (KM)
5205504	BOTANA	AM	2820		
4701510	EL ENCANO	CP	2830	-10	9,5
4701508	MONOPAMBA	CO	1550		
5205503	BOMBONA	CO	1493	57	44,5
5204501	OBONUCO	AM	2710		
5205504	BOTANA	AM	2830	-120	4,1
5205509	SINDAGUA	CP	2800		
4701510	EL ENCANO	CP	2830	-30	27,13
ESTACIÓN REGISTROS INCOMPLETOS			ESTACIONES VECINAS IDENTIFICADAS		

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

Cuadro N.13 Estaciones vecinas de Precipitación

CODIGO	ESTACIÓN	TIPO	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	DIFERENCIA DE ALTITUD (m.s.n.m.)	DISTANCIA HORIZONTAL (KM)
5205502	EL PARAISO	CO	3120		
5205009	IMUES	PM	2550	570	17,36
5205005	GUACHAVEZ*	PM	2834	286	15,44
5205008	TANGUA	PM	2420		
5205509	SINDAGUA	CP	2800	380	1,6
5205009	IMUES	PM	2550	-130	13,7
5205009	IMUES	PM	2550		
5205509	SINDAGUA	CP	2800	250	13,53
5205005	GUACHAVEZ	PM	2834	284	27,1
5205010	GUALMATAN	PM	2830		
5205012	PUERRES	PM	2817	-13	8,38
5205501	APTO SAN LUIS	SP	2961	131	12,35
ESTACIÓN REGISTROS INCOMPLETOS			ESTACIONES VECINAS IDENTIFICADAS		

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

Todos los registros meteorológicos de precipitación y temperatura utilizados en la microcuenca Quebrada la Llave fueron completados directamente por este estudio con la identificación de las estaciones vecinas prediciendo los datos de registros ausentes bajo una fuente de variabilidad inter anual es decir el dato no registrado de un mes del año en

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

distintos años de la serie.[11] 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"[12] Haciendo uso de programas estadísticos como STATGRAPHICS® Plus 5.0 y Microsoft Excel.

6.5.2 Estimación de precipitación

La posición geográfica influye en la distribución espacial y temporal de la precipitación en el área de estudio, condicionada principalmente por la zona de convergencia intertropical (ZCIT), donde interactúan corrientes de aire cálido y húmedo.[13] Determinando 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.

Cuadro N.14 Estaciones meteorológicas utilizadas para determinar el régimen de precipitación

CODIGO	ESTACIÓN	TIPO	MUNICIPIO	FECHA INSTALACIÓN	PARAMETRO	ELEVACION (msnm)
52055010	APTO SAN LUIS	SP	ALDANA	1941	PRECIPITACION	2961
52055020	EL PARAISO	CO	TUQUERRES	1968	PRECIPITACION	3120
52050100	GUALMATAN	PM	GUALMATAN	1972	PRECIPITACION	2830
52050090	IMUES	PM	IMUES	1957	PRECIPITACION	2550
52050120	PUERRES	PM	PUERRES	1971	PRECIPITACION	2764
52050080	TANGUA	PM	TANGUA	1957	PRECIPITACION	2420

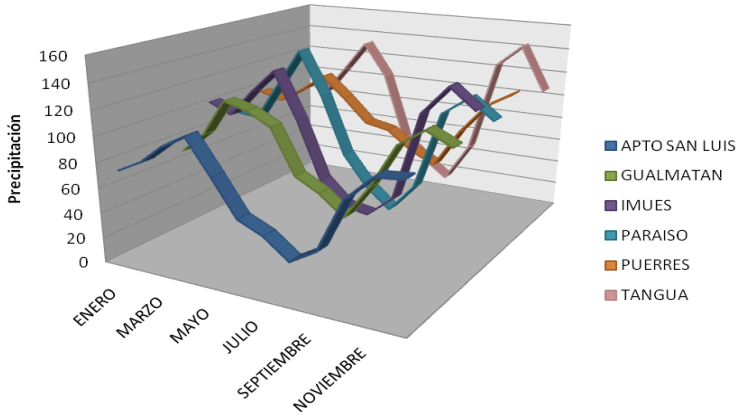
Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

Con el fin de analizar el comportamiento de la precipitación en la zona se analizan los datos históricos de un periodo de 20 años en las 9 estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis de precipitación cercanas al área de estudio determinando el régimen de precipitación característico de la zona presentando dos épocas de lluvias intercaladas con dos períodos de poca precipitación muy corta.

En la siguiente grafica se presenta la distribución temporal de lluvia.

[11] CORPONARIÑO. Índice de escasez para aguas superficiales cuenca rio Guaitara. Colombia, Nariño, Pasto. Diciembre 2009. P 118
[12] UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Introducción a la geoestadistica, Bogotá. P 88.
[13] INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM. Caracterización climática del macizo Colombiano. Bogotá. p 19. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO Código: M02-M02P04-V1

Gráfica N.9 Distribución temporal de lluvia



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

Los meses con mayor precipitación o periodos húmedos comúnmente se presentan en los meses de octubre a diciembre y de marzo a mayo por un espacio aproximado de tres meses cada uno y los periodos secos de enero a febrero y de junio a septiembre, siendo el primero un periodo corto de dos meses y el segundo más largo de cuatro meses aproximadamente.

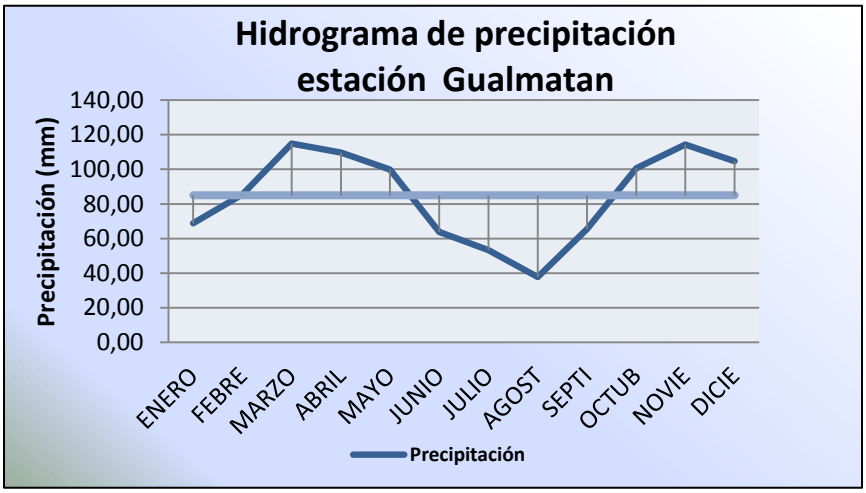
Cuadro N.15 Periodos de tiempo por estación.

ESTACIÓN	TIPO	PERIODO		REGIMEN
		HUMEDO	SECO	
APTO SAN LUIS	SP	MARZO - MAYO - OCTUBRE - DICIEMBRE	ENERO - FEBRERO - JUNIO - SEPTIEMBRE	MONOMODAL
EL PARAISO	CO	MARZO - MAYO - OCTUBRE - DICIEMBRE	ENERO - FEBRERO - JUNIO - SEPTIEMBRE	MONOMODAL
GUALMATAN	PM	MARZO - JUNIO Y OCTUBRE - DICIEMBRE	ENERO - FEBRERO - Y JUNIO - SEPTIEMBRE	BIMODAL
IMUES	PM	MARZO - MAYO - OCTUBRE - DICIEMBRE	ENERO - FEBRERO - JUNIO - SEPTIEMBRE	MONOMODAL
PUERRES	PM	MARZO - MAYO - OCTUBRE - DICIEMBRE	ENERO - FEBRERO - JUNIO - SEPTIEMBRE	BIMODAL
TANGUA	PM	MARZO - MAYO - OCTUBRE - DICIEMBRE	ENERO - FEBRERO - JUNIO - SEPTIEMBRE	MONOMODAL

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

En la siguiente grafica se muestra un régimen de precipitación bimodal de la estación Gualmatán con dos periodos secos (enero- febrero; junio-septiembre) y dos húmedos (marzo – junio; octubre – diciembre).

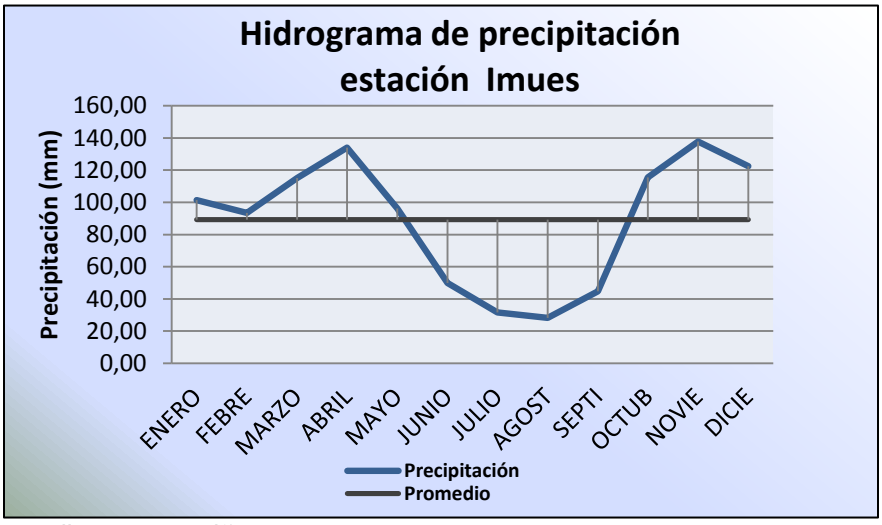
Grafica N.10 Régimen de precipitación Bimodal



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

En la siguiente grafica 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 el periodo de junio a septiembre.

Grafica N.11 Régimen de precipitación mono modal



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

- **Análisis estructural de los datos de precipitación**

El análisis estructural de los datos permite el cálculo y modelamiento de las propiedades de la superficie y las localidades vecinas, es decir, la determinación que entre más cercanas se encuentren las estaciones, menores serán las diferencias en sus semivarianzas, que las que están más distantes, se detectó que la precipitación no presenta influencia de otra variable como la altitud, y que presenta variaciones en función de la dirección, concluyendo que esta variable posee un comportamiento anisotrópico.[14]

Para generar la interpolación se probó con diferentes modelos hasta encontrar un modelo que se ajustó a las condiciones para el área de estudio, por tal razón, los datos de precipitación se trabajaron con el método Kriging el cual está basado en modelos estadísticos que incluyen la autocorrelación, es decir, las relaciones estadísticas entre los puntos medidos. Gracias a esto, las técnicas de estadística geográfica no solo tienen la capacidad de producir una superficie de predicción sino que también proporcionan alguna medida de certeza o precisión de las predicciones[15]

Para la creación del raster de precipitación se procede con la ayuda de las herramientas geoestadisticas de Arcgis, el método utilizado Kriging ordinario, tipo de modelo exponencial debido a que este aplica cuando la autocorrelación espacial disminuye exponencialmente cuando aumenta la distancia y La elección de qué modelo se va a utilizar está basada en la autocorrelación espacial de los datos y en el conocimiento previo del fenómeno por tal razón se utiliza con influencia de anisotropía.

A continuación se presenta el mapa de precipitación media anual para la microcuenca Quebrada La Llave de acuerdo al siguiente cuadro.

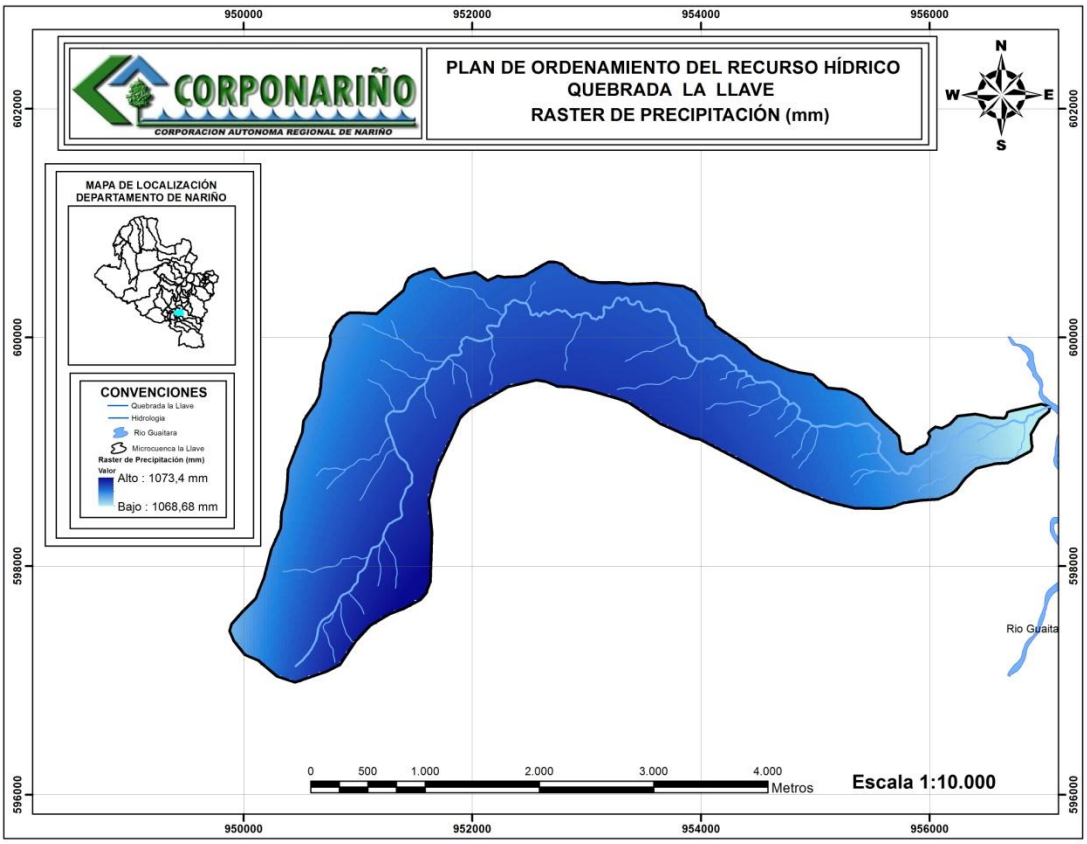
Cuadro N.16 precipitación media anual

PRECIPITACION MEDIA ANUAL		
MAXIMA	**MEDIA**	**MINIMA**
1073,4	1071,72	1068,68

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

[14] CORPONARIÑO. Índice de escases para aguas superficiales cuenca del Guaitara
[15] http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#//009z0000006n000000

Figura N.15 Mapa Raster de precipitación Quebrada La Llave



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

6.5.3 Estimación de Temperatura

Para la estimación de la temperatura se tiene en cuenta las estaciones cercanas al área de estudio por no contar con estaciones dentro de la microcuenca quebrada la Llave y al estar contenida dentro de la cuenca del Rio Guaitara; razón por la cual se trabajó con las siguientes estaciones teniendo en cuenta los registros históricos de un periodo de 20 años contados a partir del año 1993-2012.

Cuadro N.17 Estaciones de temperatura

CODIGO	ESTACIÓN	TIPO	MUNICIPIO	FECHA INSTALACIÓ	PARAMETRO	ELEVACION (msnm)
52055010	APTO SAN LUIS	SP	ALDANA	1941	TEMPERATURA	2961
52055030	BOMBONA	CO	CONSACA	1968	TEMPERATURA	1493
52055040	BOTANA	AM	PASTO	1979	TEMPERATURA	2820
47015100	EL ENCANO	CP	PASTO	1984	TEMPERATURA	2830
47017110	MONOPAMBA	LG	PUERRES	1983	TEMPERATURA	1776
52045010	OBONUCO	AM	PASTO	1953	TEMPERATURA	2710
52055090	SINDAGUA	CO	TANGUA	1987	TEMPERATURA	2800
52055060	TANAMA	CO	SAMANIEGO	1972	TEMPERATURA	1500
52055100	VILLA ROSA	CO	SAPUYES	1990	TEMPERATURA	3000

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

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.[16]

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

El análisis estructural de los datos de temperatura señala similares parámetros a los de precipitación teniendo en cuenta variables propias para su estudio diferenciándose del método de interpolación aplicado para su estudio.

Por tal razón, el método de interpolación escogido es el Cokriging que utiliza información sobre varios tipos de variables para hacer mejores 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.[17]

A continuación se presenta el mapa de Temperatura media anual para la microcuenca Quebrada La Llave de acuerdo al siguiente cuadro.

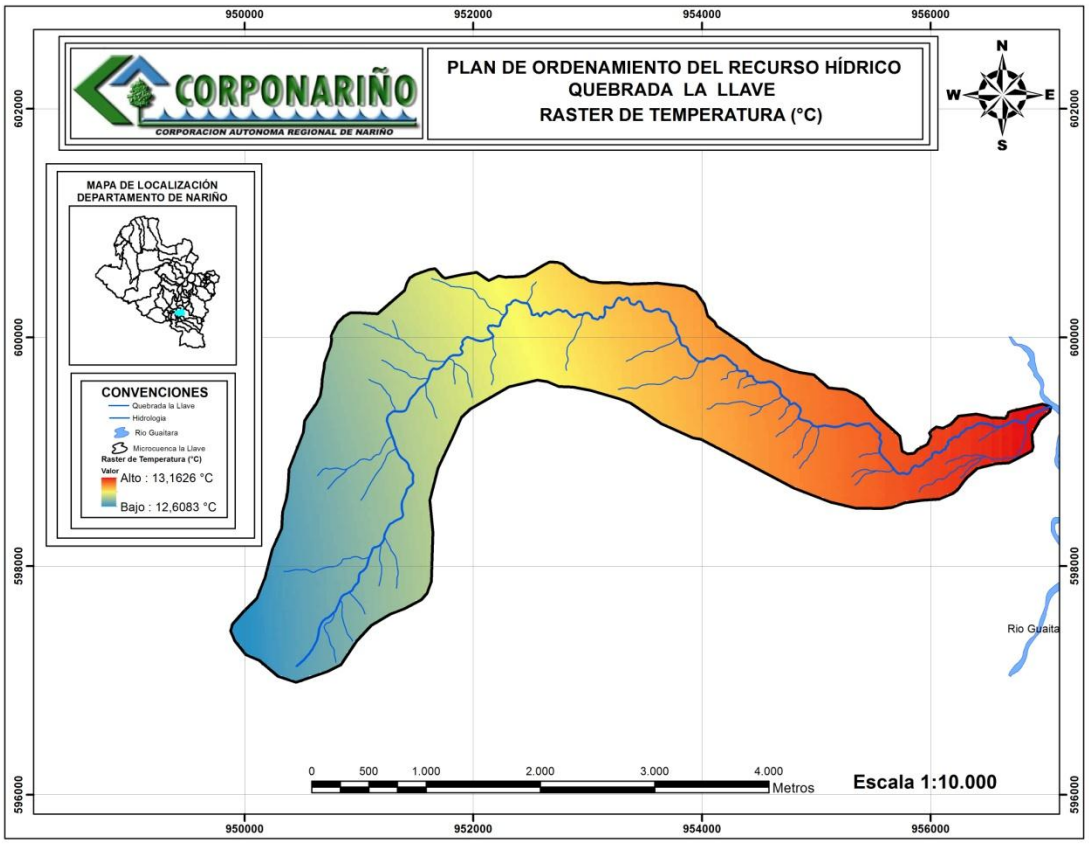
Cuadro N.18 Temperatura media anual

TEMPERATURA MEDIA ANUAL		
MAXIMA	MEDIA	MINIMA
13,16	12,87	12,6

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

[16] Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico, Rio Pasto - Tomo 1 p. 45
[17] http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#//003100000053000000

Figura N.16 Mapa Raster de Temperatura Quebrada La Llave



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

6.5.4 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.[18]

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.[19]

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

[18] Guía Metodológica para el Balance Hídrico de América del Sur. p 40.
[19] Resolución 865 de 2004. p 9

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.[20]

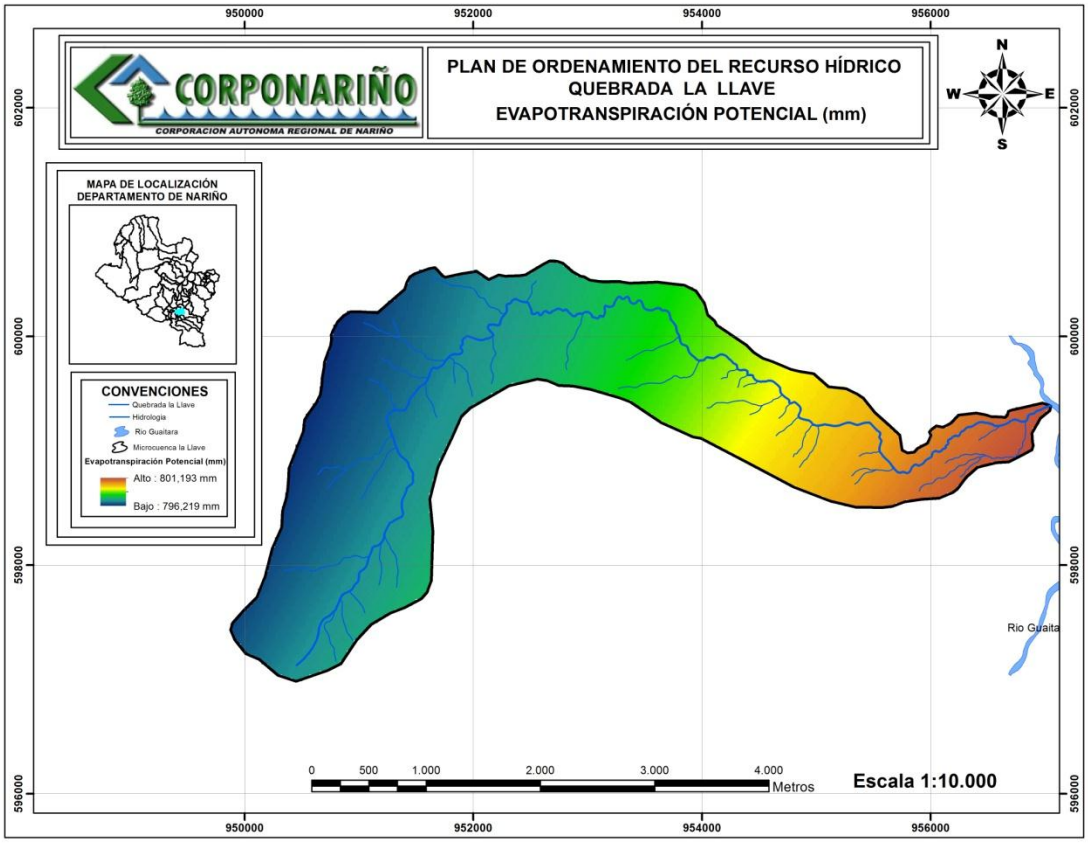
Con la aplicación del método se determina que la evapotranspiración potencial media de la microcuenca Quebrada la Llave es:

Cuadro N.19 Evapotranspiración Potencial

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL		
MAXIMA	MEDIA	MINIMA
801,19	797,87	796,21

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

Figura N.17 Mapa de Evapotranspiración Potencial Quebrada La Llave.



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

[20] Resolución 865 de 2004. Pag.54

- **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[21] calculada mediante la expresión:

En donde:

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

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)

Los valores de Evapotranspiración real para la microcuenca quebrada la Llave son los siguientes:

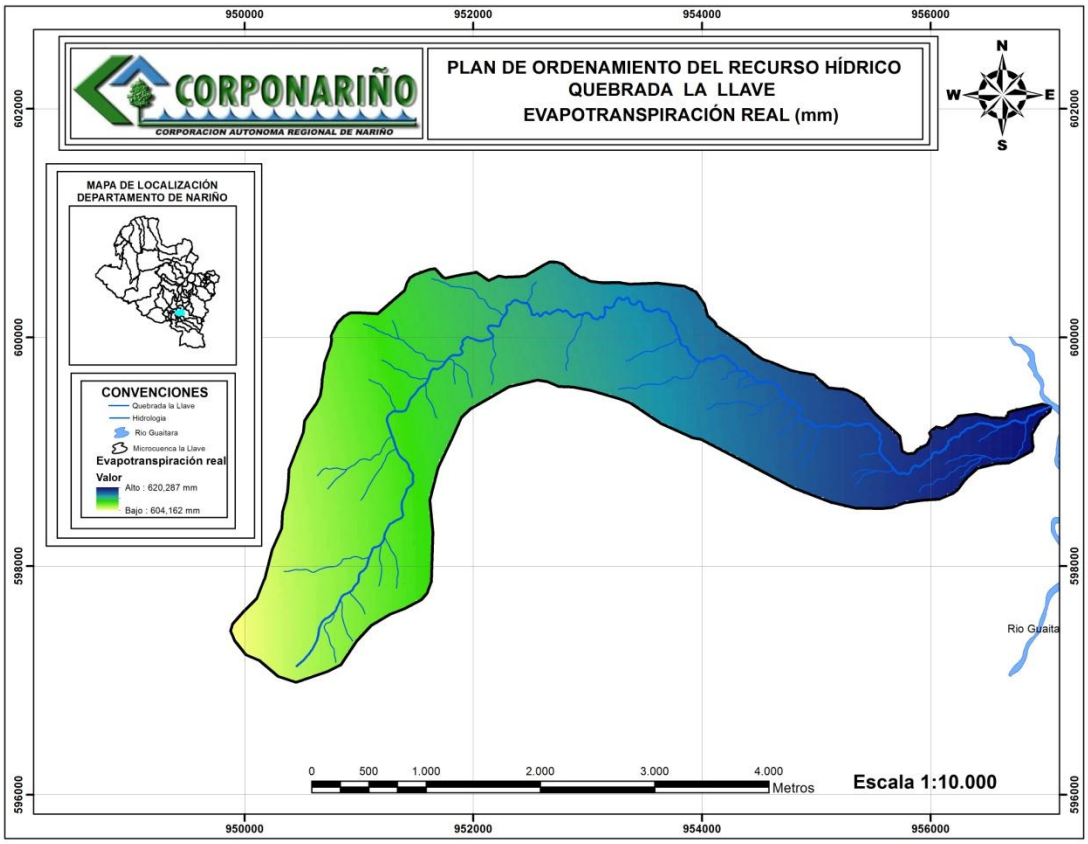
Cuadro N.20 Evapotranspiración Real

EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL		
MAXIMA	MEDIA	MINIMA
620,28	612,21	604,16

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

[21] Guía metodológica para el Balance Hídrico para Americe del Sur 1982 p. 51

Figura N.18 Mapa de Evapotranspiración Real Quebrada La Llave.



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

6.5.5 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.[22]

Para la determinación de la oferta hídrica superficial de la microcuenca quebrada la Llave 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.

[22]Metodología Cálculo Índice de Escasez. IDEAM. p.10

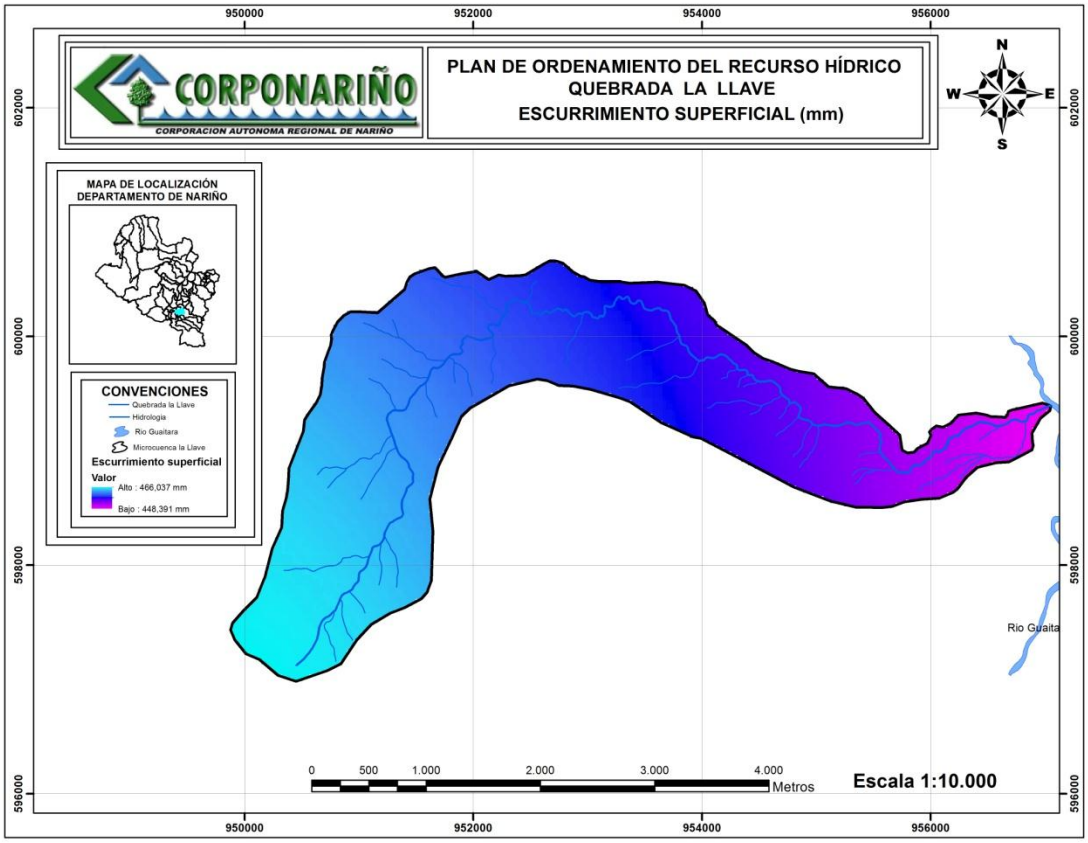
El escurrimiento superficial total en lámina de agua para la microcuenca quebrada la Llave es la siguiente:

Cuadro N.21 Escurrimiento Superficial Total

ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL TOTAL		
MAXIMA	MEDIA	MINIMA
466,03	459,51	448,39

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

Figura N.19 Mapa de Escurrimiento Superficial Quebrada La Llave.



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

6.5.6 Oferta Hídrica Neta

Para el cálculo de la oferta hídrica neta de la microcuenca quebrada la Llave se tuvo en cuenta las dos microcuencas que la conforman, la microcuenca Chorrera chiquita con un área de 0,28 km^2 y la microcuenca del mismo Nombre con un área de 8,40 km^2, para un área total de la microcuenca de 8,68 $km^{2;}$ para la aplicación de la fórmula de oferta hídrica neta primero se transformó 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".

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

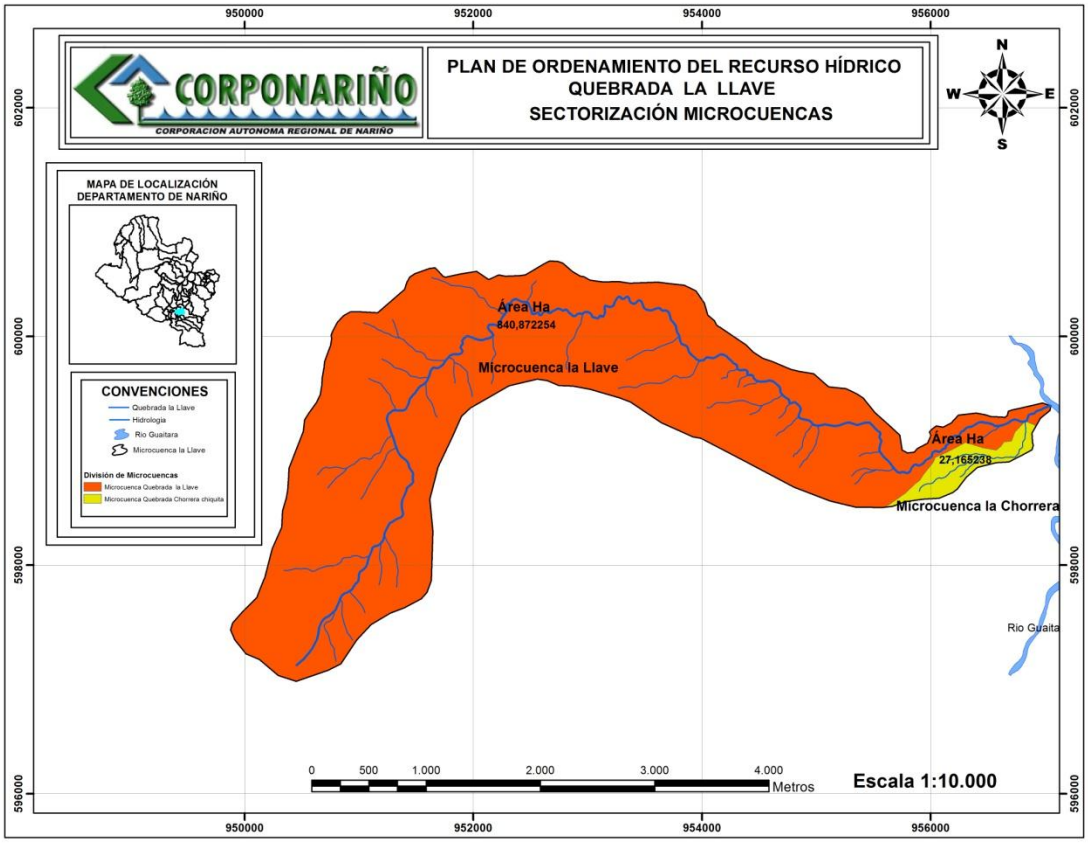
Dónde:
Y: Escorrentía superficial
Q: Caudal modal para el periodo de agregación seleccionado (m^3/s)
T: cantidad de segundos en el periodo de agregación (s) 31536000 seg.
A: Área de la microcuenca Km^2.
Con la aplicación de la formula encontramos que el valor del caudal para la microcuenca Quebrada la Llave son:

Cuadro N.22 Oferta Hídrica Total

MICROCUENCA	Area De la Microcuenca (Km2)	Escurrimiento superficial (Y)	OFERTA HÍDRICA TOTAL millones m3/año	OHT millones m3/año
Microcuenca la Llave total	8,68	459,51	0,13	3,98
Microcuenca Chorrera chiquita	8,40	459,79	0,12	3,86
Microcuenca la Llave	0,28	450,64	0,0040	0,13

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

Figura N.20 Mapa de Sectorización de Microcuencas.



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

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 Guaitara (2009), 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 (%)

Cuadro N.23 Oferta Hídrica Neta

MICROCUENCA	RFF	RRE	OHT	OHN = OHT-(OHT*(RFF+RRE))
Microcuenca la Llave total	25%	25%	3,988547	1,99
Microcuenca Chorrera chiquita			3,86	1,93
Microcuenca la Llave			0,1262	0,06

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013.

6.5.7 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 realizan en la microcuenca Quebrada la Llave.

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

Para el caso concreto de la microcuenca quebrada la Llave solo se estima la demanda de uso pecuario y demanda de uso agrícola por motivos de parámetros de ubicación espacial que no cumplen con los términos de referencia de la metodología empleada.

Demanda de Agua Por uso Doméstico: Con la información y la base de datos de usuarios que posee CORPONARIÑO a través de la oficina de Recurso Hídrico, muestra al momento de georeferenciar que la información para el municipio de Iles no posee concesiones de agua ni acueductos que se ubiquen dentro de la microcuenca la Llave. Por tal razón, la estimación de demanda por uso doméstico no aplica para esta microcuenca.

Sin embargo, se aclara que para el casco urbano del municipio de Iles se abastece de EMCOILES un acueducto que se abastece de la Quebrada El Carmen con un caudal

captado de 7,51 lps con 1497 personas beneficiadas aproximadamente; el Mirador de los Andes, es el acueducto que abastece a la Urbanización El Mirador, la fuente de la cual se abastece es la Quebrada Paja Blanca con un caudal captado de 3 lps con 230 beneficiados ubicadas fuera de la microcuenca.

Demanda de uso industrial: es la cantidad de agua consumida por los diferentes sectores de la industria manufacturera y extractiva, que se ubiquen dentro de una cuenca, el cálculo de la demanda de uso industrial no aplica para la microcuenca Quebrada la Llave por no poseer ningún sector industrial que se abastezca de la corriente principal o alguno de sus afluentes.

Demanda de uso pecuario: la demanda de agua para uso pecuario se determinó a partir del volumen de producción de animales de importancia comercial, como bovinos, aves de corral, porcinos y equinos, además de incluir animales de tipo cuyícola y cunícola, tomando como referencia para el número de especies el censo nacional agropecuario realizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) del año 2012; aplicando a cada uno de ellos un factor de consumo aproximado con respecto a la temperatura media del municipio tomando como base los factores de consumo por tipo de animal según la resolución 865 de 2004 y los módulos de consumo CAR 2055 tomado del estudio de Índice de escasez para aguas superficiales cuenca Rio Guaitara.

Cuadro N.24 Factores de consumo por tipo de animal

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

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

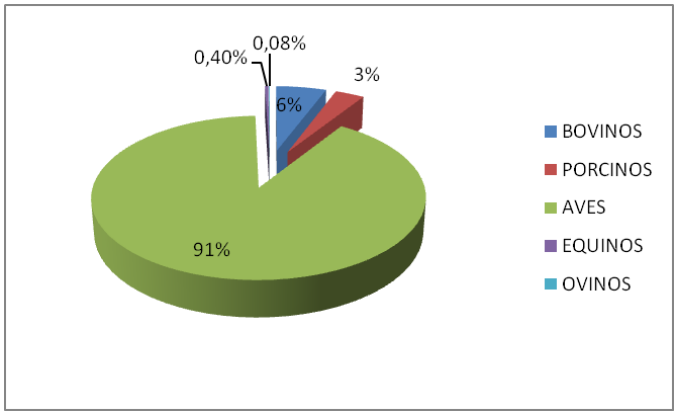
Cuadro N.25 Inventario de animales sector pecuario microcuenca Quebrada La Llave

MUNICIPIO	TOTAL DE BOVINOS	TOTAL DE PORCINOS	TOTAL DE AVES	TOTAL DE EQUINOS	TOTAL DE OVINOS
Iles	9211	5364	144700	649	129
TOTAL					160053

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013

Del total de los animales por especie existentes en la microcuenca Quebrada La Llave se puede concluir que el 5,75% corresponde a bovinos, el 3,35% a porcinos, el 0,40% corresponde a equinos, el 90,40% corresponde al sector avícola y el 0,08% corresponde a ovinos ubicados en toda el área de estudio siento el sector avícola el de mayor presencia dentro de la microcuenca.

Grafica N.18 Especies pecuarias en el municipio de Iles



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013

Sector Bovino: El consumo de agua se estimó teniendo en cuenta la información contenida en el censo agropecuario para el año 2012 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), además, tomar los valores aproximados del factor de consumo de agua en bovinos de la resolución 865 de 2004, utilizando la temperatura media calculada a través del raster de temperatura del área de estudio; además de calcular el volumen de producción parcial debido a que la información consignada en el censo agropecuario se encuentra por municipios y no por microcuencas, se toma como criterio la extensión territorial.

Para el cálculo de la demanda de agua de los animales bovinos se estimó tomando como factor de consumo (11,58 m^3/animal-año), con temperatura media de la microcuenca de 12,87°c.

Con la aplicación de la formula se estima el consumo de agua para el sector bovino en 11398,93 m^3/animal-año o 0,01139 millones de m^3/año.

Cuadro N.26 Consumo de agua – Bovinos Microcuenca la Llave

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Cuenca	Area Cuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total Bovinos Municipio	Total Bovinos Microcuenca la Llave	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Bovinos (m3/año)
Iles	82	8,68	8,68	Quebrada la Llave	100,00	10,33	9211	951	12	11,98	11398,93
										TOTAL	11398,93

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013

Sector porcino: para realizar el cálculo de la estimación del consumo de agua del sector porcino se tuvo en cuenta la tabla de factor de consumo por animal, que para este caso en particular se estima por clima y temperatura media (12,87°C), se determina el factor de consumo por animal de 9,13 m^3/animal-año.

Cuadro N.27 Consumo de agua – Porcinos Microcuenca la Llave

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Cuenca (Km2)	Area Cuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total Porcinos Municipio	Total Porcinos Microcuenca Molinoyaco	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Porcinos (m3/año)
Iles	82,00	8,68	8,68	Quebrada la Llave	100	10,33	5364	554	12,87	9,13	5058,94
										TOTAL	5058,94

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013

Con la aplicación de la formula se estima el consumo de agua para el sector bovino en 5058,94 m^3/animal-año o 0,00505 millones de m^3/año.

Sector aves: para la estimación de la demanda de agua para este sector se tuvo en cuenta como factor de consumo por animal 0,16 m^3/animal-año, sin tener en cuenta ninguna otra variable.
El consumo estimado para este sector es de 2391,60 m^3/animal-año o 0,00239 millones de m^3/año.

Cuadro N.28 Consumo de agua – Avícola Microcuenca la Llave

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Cuenca (Km2)	Area Cuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total Aves Municipio	Total Aves Microcuenca la Llave	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Aves (m3/año)
Iles	82,00	8,68	8,68	Quebrad la Llave	100	10,33	144700	14948	0,16	2391,60
									TOTAL	2391,6

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013

Sector equino: el consumo estimado para este sector se realizó teniendo en cuenta el factor de consumo por animal de 6,39 m^3/animal-año, valor promedio entre los animales equinos de clima frio menor a 17°c.

Cuadro N.29 Consumo de agua – Equinos Microcuenca la Llave

Municipio	Area Del Municipio (Km2)	Area Municipio Dentro De La Cuenca (Km2)	Area Cuenca (Km2)	Nombre	% Area Municipio en Microcuenca	% Area Microcuenca en El Municipio	Total Equinos Municipio	Total Equinos Microcuenca la Llave	Temp. Municipio	Consumo m3/animal-año	Consumo Agua Equinos (m3/año)
Iles	82,00	8,68	8,68	Quebrada la Llave	100,00	10,33	649	67	12,87	6,39	428,40
										TOTAL	428,4

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013

El consumo estimado para este sector es de 428,40 m^3/animal-año o 0,000428 millones de m^3/año.

Con el cálculo de consumo de agua de animales bovinos en la microcuenca se procede a calcular la demanda pecuaria total, para esto se tiene en cuenta la siguiente fórmula:

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

Dónde:

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

Demanda de uso de servicios: El cálculo de la estimación para la demanda de uso por servicios para la microcuenca quebrada la Llave, no aplica debido a que no existe captación de caudal para uso doméstico urbana donde se concentran los principales servicios, por otro lado, con el proceso de georeferenciación de la información y la base de datos de usuarios que posee CORPONARIÑO, existen instituciones educativas ni instituciones de salud dentro de la microcuenca.

Demanda de agua para uso agrícola: para la estimación de la demanda de uso agrícola se tiene en cuenta el tipo de explotación agrícola para la microcuenca la Llave la cual se caracteriza por poseer unidades agrícolas familiares (UAF) en la mayoría de su territorio;

razón por la cual para la estimación de la demanda se toma en cuenta el uso y la cobertura de suelo con las asociaciones de los diferentes productos agrícolas asignado para cada cultivo un coeficiente de consumo (Kc), este coeficiente fue tomado del estudio de índice de escasez para aguas superficiales cuenca del rio Guaitara.

Cuadro N.30 Coeficiente de consumo de agua por tipo de cultivo (Kc)

TIPO DE COBERTURA	KC- PROM
CAFÉ, CAÑA, FIQUE	0,83
CAFÉ, CAÑA, PLATANO	0,86
CULTIVOS DE CAÑA	0,78
CULTIVOS DE PAPA	0,78
FIQUE, CAÑA	0,79
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS PAPA, MAÍZ, HORTALIZAS	0,77
PAPA, MAIZ, FRIJOL	0,78
PASTOS MANEJADOS	1

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

Con el coeficiente de consumo (Kc) para cada cobertura encontrada en la Microcuenca quebrada la Llave, y la evapotranspiración potencial media (797,87mm), se calculó el uso consuntivo para cada cultivo multiplicando (ETP*Kc) y su diferencia con el valor de la precipitación media (1071,72 mm); lo cual define si hay necesidad de utilizar cantidades adicionales de agua para el desarrollo de los cultivos sí el uso consuntivo es mayor a la precipitación.

Cuadro N.31 Uso Consuntivo para cultivo

COBERTURA	Kc	Uso Consuntivo
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS, PAPA, MAIZ, HORTALIZAS	0,77	614,3599
CULTIVOS DE PAPA	0,78	622,3386
PASTOS MANEJADOS	1	797,87
PASTOS	-	No Aplica
PRECIPITACION	**1071,72**	
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	**797,87**	

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013

Con la aplicación del cálculo de uso consuntivo para cultivos se observa que en la Microcuenca quebrada la Llave no necesitan de cantidades adicionales de agua para el completo desarrollo de los cultivos.

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

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

Cuadro N.32 Estimación Demanda de Agua para uso agrícola Microcuenca quebrada la Llave

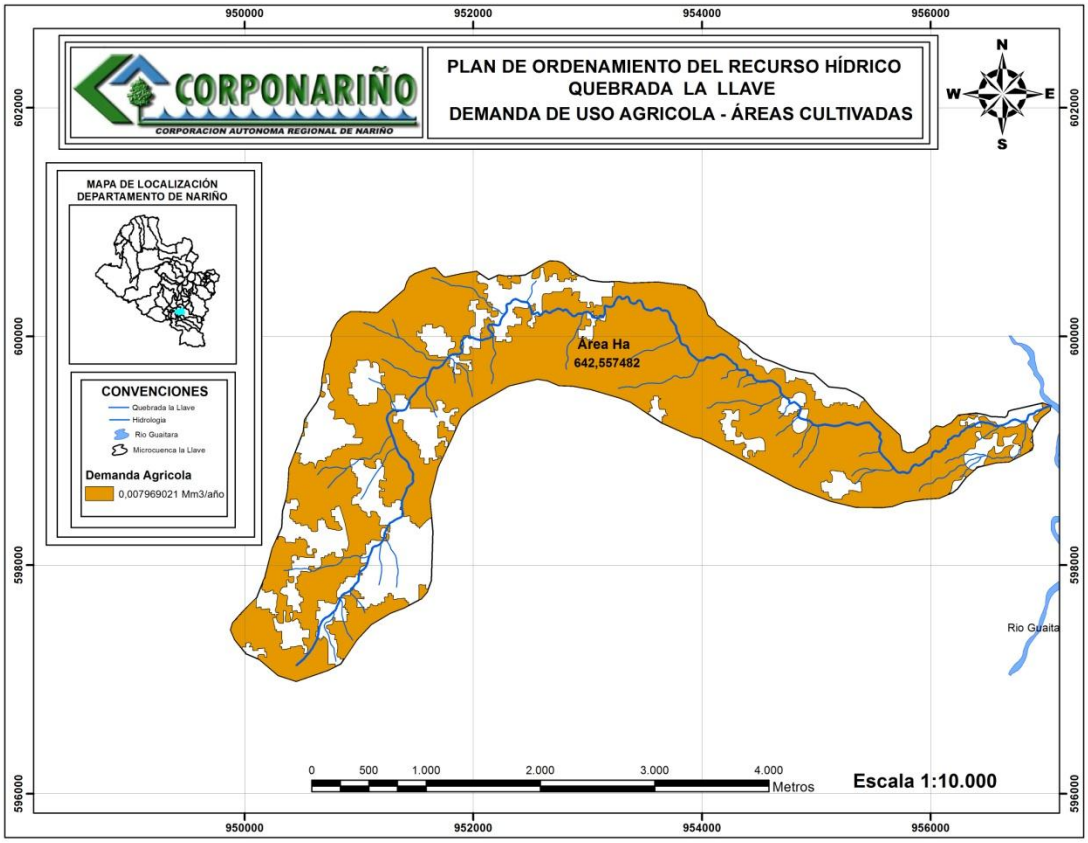
COBERTURA	ÁREA ha	Area (m2)	Kc	DUA (m3)	DUA (millones m3)	DUA (millones m3/año)
MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS, PAPA, MAIZ, HORTALIZAS	619,07	6190700	0,77	2831379,171	2,831379171	0,007757203
CULTIVOS DE PAPA	7,42	74200	0,78	33344,09988	0,0333441	9,13537E-05
PASTOS MANEJADOS	16,06	160560	1	43969,356	0,043969356	0,000120464
PASTOS	1,96	19590		-	-	-
PRECIPITACION	1071,72		TOTAL	2908692,627	2,908692627	0,007969021
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	797,87					

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013

La sumatoria de estas DUA por cultivo en la Microcuenca quebrada la Llave se constituye en la demanda de agua para uso agrícola anual. De igual forma se observa que el resultado de la DUA muestra que no hay un déficit notable de agua para los cultivos presentes en el área de estudio. Finalmente la demanda de agua para uso agrícola estimada Microcuenca Quebrada la Llave es: 0,007969021 millones de m3/año.

En el siguiente mapa se presenta la Demanda de Uso Agrícola en la Microcuenca Quebrada La Llave.

Figura N.21 Mapa de Demanda de Uso Agrícola Microcuenca Quebrada La Llave.



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013

Por otro lado se aclara que las variables adoptadas para la estimación de la demanda de agua para uso agrícola 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.[23]

Finalmente la demanda hídrica total para la Microcuenca Quebrada la Llave es: 0,027969021 millones de metros cúbicos al año.

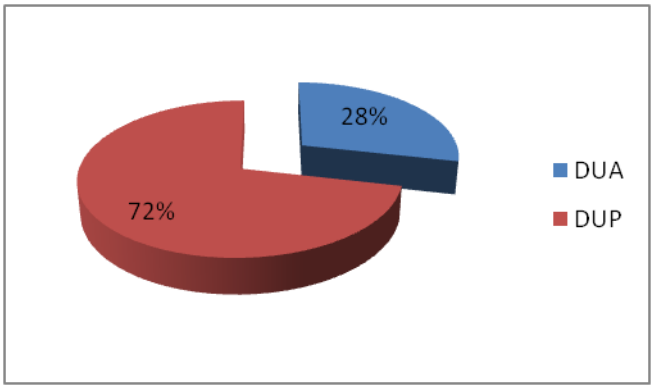
[23] CORPONARIÑO. Índice de escasez para aguas superficiales cuenca rio Guaitara. Colombia, Nariño, Pasto. Diciembre 2009.p.302

Cuadro N.33 Demanda Hídrica total Microcuenca Quebrada la Llave

SECTOR DEMANDA	ESTIMACION CONSUMO M3/AÑO
DUA	0,007969021
DUP	0,02
DUD	NO APLICA PARA LA MICROCUENCA QUEBRADA LA LLAVE
DUS	
DUI	
TOTAL Millones de M3/año	0,027969021

Fuente. Este estudio, Corponariño 2013

Grafica N.19 Demanda hídrica en la microcuenca la Llave



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013

Finalmente se concluye que para la demanda total la DUP es la de mayor afectación (72%) y para la DUA (28%) pero de acuerdo al trabajo de verificación en campo se aclara que no existe captación de caudal para consumo humano y/o animal por razones de contaminación ya que la fuente es utilizada solo para fines de riego.

6.5.8 Índice de Escasez

Para el cálculo del índice de escasez se realiza una relación porcentual entre la demanda potencial de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica 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 N.34 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)

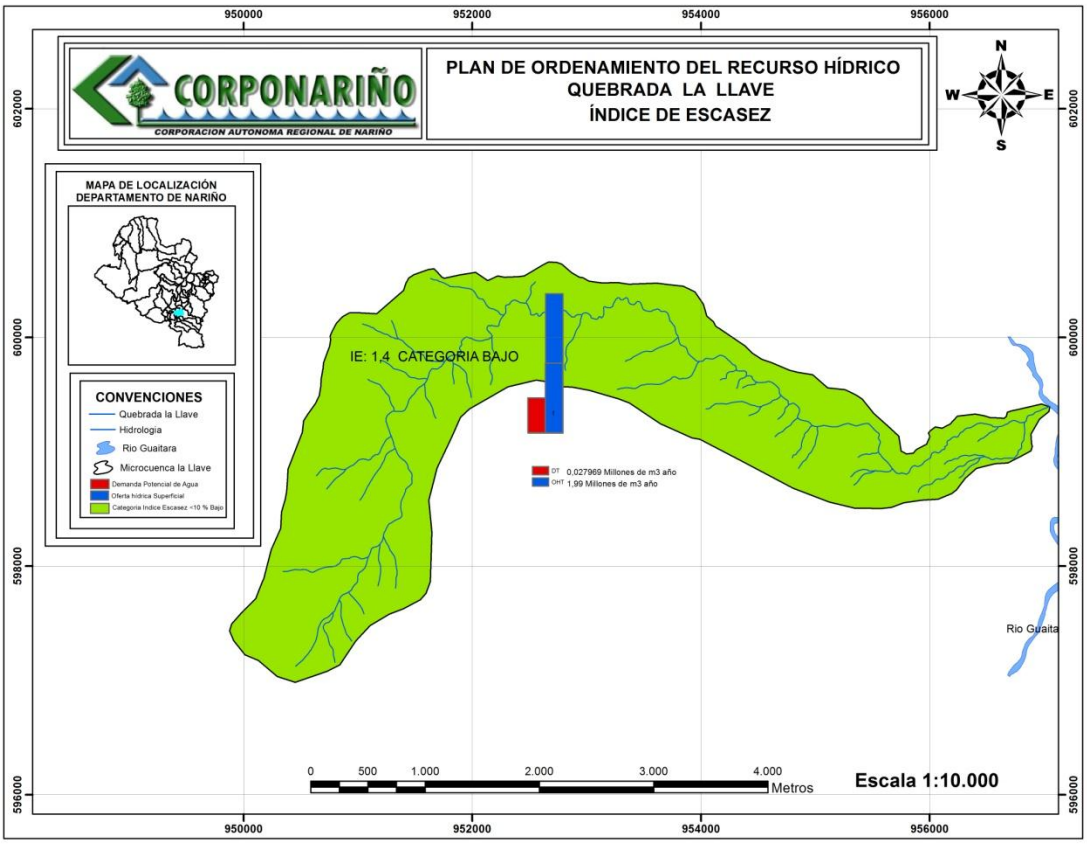
On = *Oferta hídrica superficial neta* (Mm^3)

Finalmente con la aplicación del índice de escasez se determina que la microcuenca Quebrada la Llave muestra un nivel de presión bajo (<10%) sobre el recurso hídrico de la microcuenca Quebrada la Llave.

INDICE DE ESCASEZ MICROCUENCA LA LLAVE	
1,406	< 10 % BAJO

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

Figura N.22 Mapa de Índice de escasez Quebrada La Llave.



Fuente. Este estudio, Corponariño 2013

6.6 DIAGNOSTICO SOCIAL PARTICIPATIVO

En el Proceso de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada La Llave, se trabajó con la comunidad para la realización del diagnóstico social participativo, ya que es de vital importancia la participación e intervención de los habitantes del área de influencia de la corriente superficial objeto de ordenamiento, puesto que son ellos quienes brindan información primaria en cuanto a la relación socio-ambiental que se presenta actualmente permitiendo así identificar las necesidades, conflictos y problemáticas en cuanto al aprovechamiento y explotación de este valioso recurso.

Se utilizó una metodología dinámica que permite que los actores a través de su intervención en las socializaciones y talleres enriquezcan el proceso a través de sus experiencias vivenciales y conocimientos de los factores contaminantes que afectan la cantidad y calidad de la Quebrada.

La información aquí suministrada es el resultado de los talleres que se llevaron a cabo con los actores.

Actores

- Alcaldía Municipal de Iles
- Autoridades de corregimientos y veredas
- Representante de Saneamiento Básico
- JAC Villa Nueva
- JAC El Tablón
- JAC La Esperanza
- JAC Urbano
- JAC Tamburan
- Comunidad

6.6.1 Taller sobre la importancia del Recurso Hídrico

Se realizó una capacitación sobre la importancia del recurso hídrico con la presentación del video “Cuida el Agua”, como apoyo para reflexionar sobre el valor y el uso que se le debe dar a la fuente hídrica dentro de la cuenca y la motivación de los lideres a mejorar y construir con su comunidad un ambiente sano para las futuras generaciones.

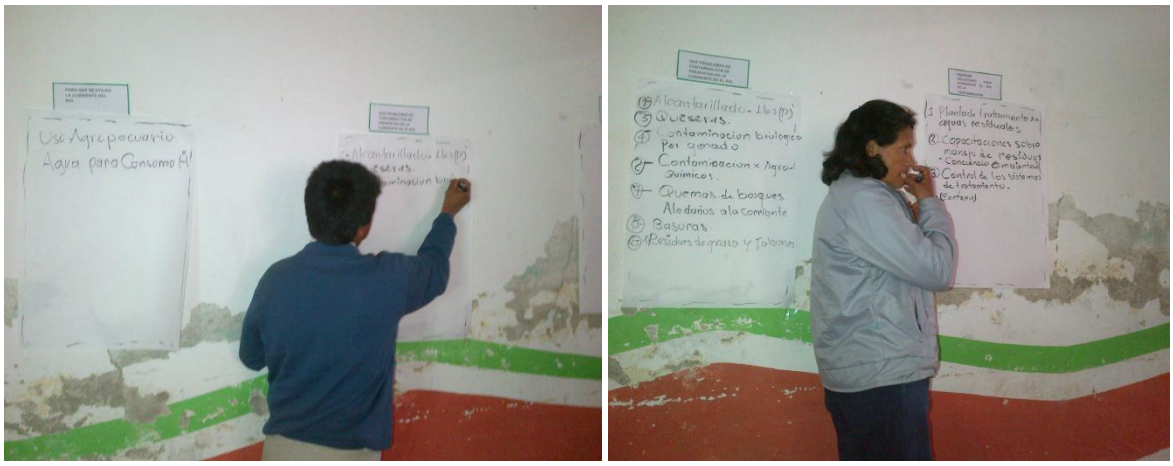
Se desarrolló un taller con los actores involucrados, en el cual los asistentes desde su punto de vista personal, comunitario e institucional dieron a conocer las causas, consecuencias y soluciones para recuperar la calidad y cantidad de la Quebrada La Llave.

Figura N.23 Participación de los actores involucrados.



Fuente: Este estudio. Corponariño, 2013.

Figura N.24 Socialización de talleres con la comunidad de Iles.



Fuente: Este estudio. Corponariño, 2013.

6.6.2 Análisis de Resultados del taller

- **Problemática**

- El principal problema de la Quebrada La Llave es la contaminación que sufre como consecuencia de los vertimientos directos al cauce de las aguas residuales del alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles.

- **Causas**

- Vertimientos de aguas residuales.
- Inadecuado uso de plaguicidas y fertilizantes agrícolas.
- Tala de bosques cerca la fuente hídrica.
- Falta de sistemas de alcantarillado.
- Contacto directo de animales de ganado al cauce.
- Captaciones.
- Falta de cultura por parte de la comunidad, para reciclar y hacer un buen manejo de los residuos.

- **Consecuencias**

- Mayor contaminación del agua.
- Escasez de agua.
- Erosión por la tala de bosques.
- Decadencia de la naturaleza y del medio ambiente.
- Malos olores.

- Enfermedades.
- No hay aprovechamiento adecuado del agua

- **Soluciones**

Las soluciones que plantean los actores involucrados son:

- Cuidar las fuentes de agua
- No talar los bosques
- Aumentar la reforestación
- No botar basuras
- Capacitaciones en educación ambiental
- Descontaminación de las fuentes hídricas mediante la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para los colectores del alcantarillado en el casco urbano.

- **Potencialidades**

- Uso del agua para riego
- Uso agrícola
- Uso paisajístico

6.6.3 Análisis del Conflicto

El crecimiento de la población, la expansión de actividades agrarias y pecuarias, los sectores lácteos, entre otros, son causa principal de contaminación en la Quebrada La Llave.

La agricultura y la ganadería se convirtieron en actividades importantes en la economía de las familias campesinas, pero por la falta de una tecnificación adecuada han deteriorado la flora y fauna nativa del municipio, han contaminado las aguas de la quebrada con materia orgánica, la calidad del agua se ve afectada por el uso de elementos químicos para cultivos y el paisaje es pésimo por la inadecuada utilización de los productos químicos al ser arrojados al margen del cauce.

Así mismo se agrega la tala, la quema de bosques, la falta de un manejo en el sistema de tratamiento y recolección de los desechos sólidos y líquidos provocando el daño en las aguas que caen a la quebrada.

Las industrias de lácteos en la zona han generado daño en los recursos naturales contribuyendo a la contaminación de la calidad del agua.

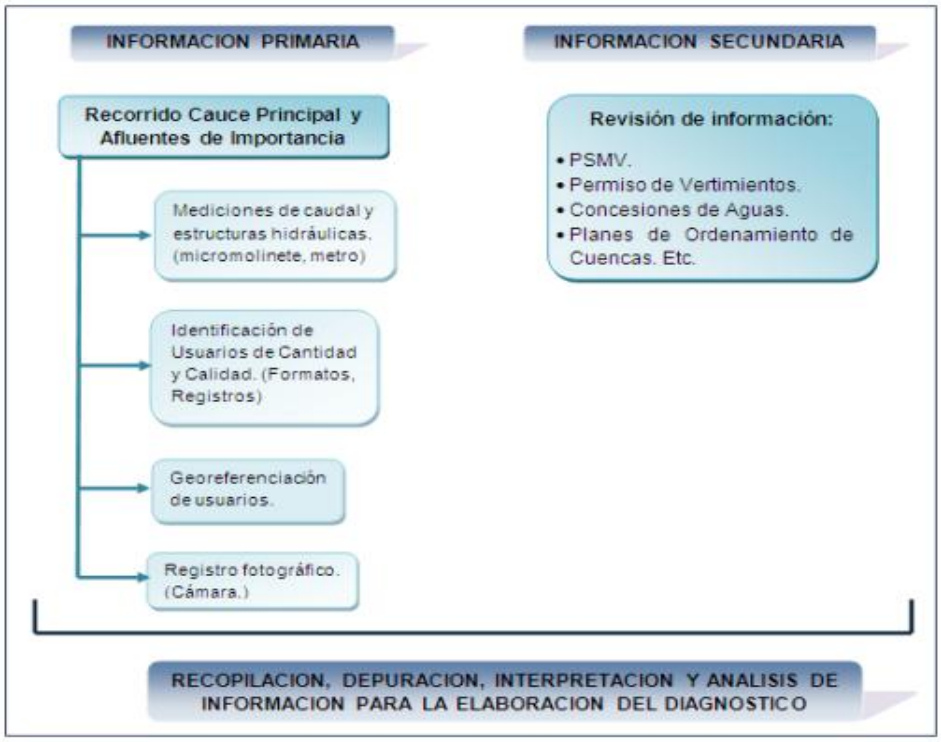
En un porcentaje muy bajo el agua es utilizada, debido a la contaminación que presenta por ser receptora de las aguas residuales del alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles.

6.7 DIAGNOSTICO DE LA CORRIENTE HIDRICA

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 la calidad y cantidad del cauce principal de la Quebrada La Llave y de sus afluentes, así como la identificación de los usos actuales, potenciales y posibles conflictos entre usuarios del recurso hídrico.

Para esto se realizó la identificación de usuarios que realizan captaciones de agua con el respectivo inventario de estructuras hidráulicas, la identificación de usuarios generadores de vertimientos de aguas residuales domésticas o industriales con sus respectivos inventarios de estructuras hidráulicas, la identificación de afluentes naturales que escurren o llegan directamente al cauce principal, el desarrollo de dos jornadas de muestreo y aforo efectuadas en nueve (9) puntos estratégicos, ocho escogidos sobre el cauce principal y una descarga de importancia, y por último, se realizó trabajo de oficina durante el cual se procesó y analizo la información obtenida para determinar así los perfiles e índices de calidad, la línea base de cargas contaminantes, el diseño del diagrama de ubicación de vertimientos, afluentes y captaciones, se diseñó la topología en la cual se ubicó los vertimientos, afluentes y captaciones, se calculó la oferta y demanda hídrica, la modelación y simulación del comportamiento de la corriente superficial para la generación del escenario actual de calidad y cantidad.

Figura N.25 Diagnóstico de la Corriente Hídrica.



Fuente: Este estudio. Corponariño, 2013.

6.7.1 Censo de usuarios

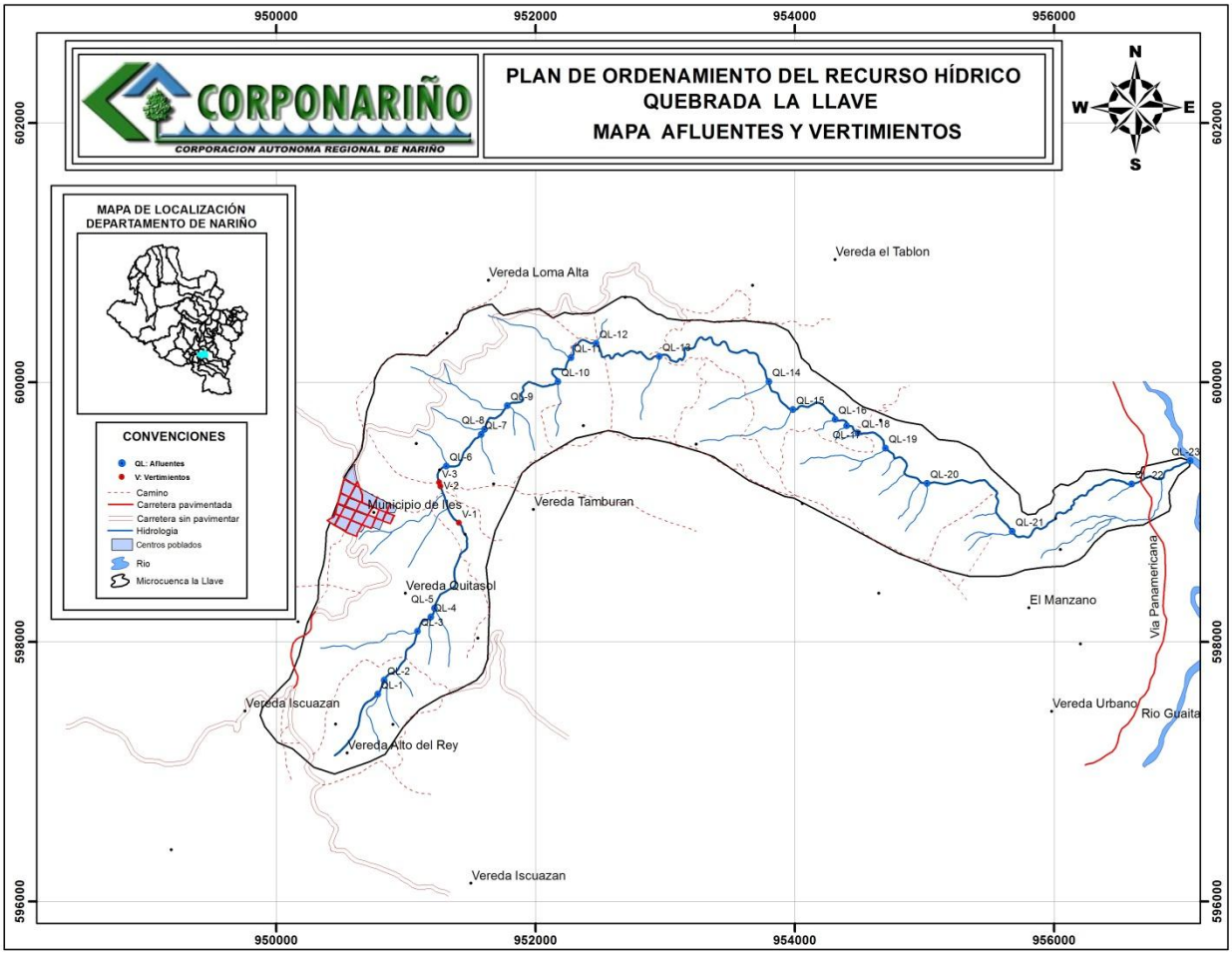
Con base en el trabajo de campo realizado y de acuerdo con la información recopilada, sobre el cauce principal de la Quebrada La Llave, se identificaron los usuarios del recurso hídrico tanto para el componente de calidad como de cantidad.

- **Calidad**

Son los afluentes naturales y usuarios generadores de vertimientos o aguas residuales de tipo doméstico, industrial y de servicios que descargan al cauce principal de la Quebrada La Llave, incidiendo sobre su calidad fisicoquímica y biológica.

Las descargas o vertimientos sobre la fuente receptora van acorde con el sentido de flujo de la corriente.

Figura N.26 Mapa de Ubicación de Afluentes y Vertimientos Quebrada La Llave.



Fuente: Este estudio. Corponariño, 2013.

- **Parte Alta:**

A continuación se presentan las fichas de los Afluentes Naturales que se unen con el cauce principal de la Quebrada La Llave.

FICHA NACIMIENTO DE AGUA **Quebrada Quitasol**			
MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Izcuasán - Quitasol		**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave		**MARGEN DE APORTE:** Izquierdo	
COORDENADAS:	**N** → 950663,38	**W** → 597267,03	**H** → 3077 msnm
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			

<table>
<tr><td>CAJA DE RECOLECCIÓN
</td><td>DESARENADOR
</td></tr>
<tr><td>DESCRIPCION:</td><td colspan="2">- La Quebrada Quitasol abastece a la vereda Villanueva con un número de usuarios igual a 46. El caudal captado es de 0,35 Litros.
- El N° de Hectáreas de la microcuenca es de 0.12 Ha

Descripción de la parte Alta
- Se encuentra aislada y protegida.
- Se presenta un mínimo grado de deforestación.
- Las aguas pueden ser contaminadas por las actividades agropecuarias de la zona.
- El uso del recurso hídrico en su parte alta es para consumo humano.

Descripción Parte Media
- No se encuentra aislada ni protegida.
- Se presenta un alto grado de deforestación.
- Como no existe una zona de aislamiento, las aguas son contaminadas por las actividades agropecuarias, lo cual afecta su calidad.
- El uso del recurso hídrico en su parte media es para actividades agropecuarias.

Descripción Parte Baja
-No se encuentra aislada ni protegida.
- Se presenta un alto grado de deforestación.
- Como no existe una zona de aislamiento, las aguas son contaminadas por las actividades agropecuarias de la zona, lo cual afecta su calidad.
- El uso del recurso hídrico en su parte media es para actividades agropecuarias.</td></tr>
</table>

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Quebrada El Chorro – Barro Blanco

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Alto del Rey	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave	**MARGEN DE APORTE:** Derecho	
COORDENADAS:	**N** → 950748,62 **W** → 597453,03 **H** → 3043 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:

Descripción de la parte Alta
- Se encuentra aislada y protegida.
- Se presenta un mínimo grado de deforestación puesto que la fuente posee una zona de protección significativa.
- Las aguas pueden ser contaminadas por las actividades agropecuarias de la zona.

Descripción Parte Media
- No se encuentra aislada ni protegida.
- Se presenta un alto grado de deforestación debido a que la quebrada no posee una franja de vegetación.
- Como no existe una zona de aislamiento, las aguas son contaminadas por las actividades agropecuarias, lo cual afecta su calidad.
- El uso del recurso hídrico en su parte media es para actividades agropecuarias.

Descripción Parte Baja
-No se encuentra aislada ni protegida.
- Se presenta un alto grado de deforestación ya que la quebrada no posee una franja de vegetación.

	- Como no existe una zona de aislamiento, las aguas son contaminadas por las actividades agropecuarias de la zona, lo cual afecta su calidad. - El uso del recurso hídrico en su parte media es para actividades agropecuarias.

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Quebrada La Ranchería

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Loma Alta	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave	**MARGEN DE APORTE:** Izquierdo	
COORDENADAS:	**N** → 951045,64 **W** → 597889,26 **H** → 3020 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- El nacimiento se encuentra protegido por un bosque de Acacia, pero la parte media y baja de la microcuenca se encuentran desprotegidos por lo que afecta la cantidad y calidad del agua. - La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 1

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Loma Alta	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave	**MARGEN DE APORTE:** Izquierdo	
COORDENADAS:	**N** → 951277,69 **W** → 598240,94 **H** → 2957 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- El nacimiento se encuentra protegido por abundante vegetación pero en la parte media y baja se presenta un alto grado de deforestación. - La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura. - Como no existe una zona de aislamiento, las aguas son contaminadas por las actividades agropecuarias, lo cual afecta su calidad.

FICHA NACIMIENTO DE AGUA Afluente Natural 2		
MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Alto del Rey	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave	**MARGEN DE APORTE:** Derecho	
COORDENADAS:	**N** → 951532,55 **W** → 598616,07 **H** → 2936 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- El nacimiento se encuentra protegido por abundante vegetación pero en la parte media y baja se presenta un alto grado de deforestación. - La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura. - Como no existe una zona de aislamiento, las aguas son contaminadas por las actividades agropecuarias, lo cual afecta su calidad.

- **Parte Media**

A continuación se presentan las fichas de los Afluentes Naturales que se unen con el cauce principal de la Quebrada La Llave, y de los vertimientos de aguas residuales domesticas e industriales que llegan a la fuente en la parte media.

FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS

RAZON SOCIAL: Cooperativa Nuevo Amanecer – Centro de Acopio de Leche		
REPRESENTANTE LEGAL: Rosa María Morales		**CC / NIT:** 27'232.757 de Iles
MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Tamburan	**SECTOR:** Urbano Barrio La Palestina
TIPO VERTIMIENTO: Industrial - Domestico	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** Centro de Acopio de Leche	
PERMISOS: Registra Permiso de vertimientos	**DESCARGA:** Quebrada La Llave	**MARGEN:** Izquierdo
COORDENADAS:	**N** → 951398,93 **W** → 598986,6	**H** → 2931 msnm

REGISTRO FOTOGRAFICO







Tanques de Enfriamiento



Zona de lavado

DESCRIPCIÓN:	- La Cooperativa Nuevo Amanecer es un centro de acopio de leche que recibe 5000 Litros de leche en promedio al día de lunes a domingo y la almacena en tanques de enfriamiento en donde se enfría y se conserva la leche a baja temperatura hasta ser transportada por los camiones de recolección de leche hasta su lugar de destino. - La temperatura normal de depósito de leche es de 3 o 4 ºC. - El lavado de los tanques se realiza con agua caliente para el prelavado, con el fin de calentar las paredes de la tina interior, una solución a base de detergente, agente esterilizante a 50º C, jabón industrial y agua fría para el enjuague final. - El efluente tratado es de tipo intermitente ya que depende de la utilización del sanitario, grifos y lavado de utensilios, pisos y tanques por parte de los empleados. - El acopio tiene un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales que consta de las siguientes unidades: Una Trampa de grasas, un granaje, un tanque séptico, una cajilla final y una zona de infiltración. - Esta zona de infiltración esta en sentido pendiente a la Quebrada La Llave y por tanto las descargas son directas, pero su aporte es mínimo.

FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS

RAZON SOCIAL: Vertimiento Casco Urbano Colector 1		
MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Tamburan	**SECTOR:** Urbano Barrio La Palestina
TIPO VERTIMIENTO: Domestico	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A	
DESCARGA: Quebrada La Llave		**MARGEN:** Izquierdo
COORDENADAS:	**N** → 951322,92 **W** → 599210,04 **H** → 2934 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- Descarga de aguas residuales domesticas provenientes del sistema de alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles. - En este punto la calidad del agua se ve afectada considerablemente.

FICHA IDENTIFICACION VERTIMIENTOS

RAZON SOCIAL: Vertimiento Casco Urbano Colector 2		
MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Tamburan	**SECTOR:** Urbano Barrio La Palestina
TIPO VERTIMIENTO: Domestico	**ACTIVIDAD PRODUCTIVA:** N/A	
DESCARGA: Quebrada La Llave		**MARGEN:** Izquierdo
COORDENADAS:	**N** → 951331,10 **W** → 599231,44 **H** → 2929 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- Descarga de aguas residuales domesticas provenientes del sistema de alcantarillado de varias viviendas del municipio de Iles.

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 3

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Tamburan	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave	**MARGEN DE APORTE:** Derecho	
COORDENADAS:	**N** → 951381,06 **W** → 599009,85 **H** → 2922 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- El nacimiento no se encuentra protegido por lo que afecta la cantidad y calidad del agua. - La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 4

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Alto del Rey	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave	**MARGEN DE APORTE:** Derecho	
COORDENADAS:	**N** → 951352,77 **W** → 599272,26 **H** → 2896 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura. - Como no existe una zona de aislamiento, las aguas son contaminadas por las actividades agropecuarias, lo cual afecta su calidad.

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 5

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Loma Alta	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave	**MARGEN DE APORTE:** Izquierdo	
COORDENADAS:	**N** → 951477,29 **W** → 599383,09 **H** → 2916 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 6

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Tamburan	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave	**MARGEN DE APORTE:** Derecho	
COORDENADAS:	**N** → 951705,39 **W** → 599702,33 **H** → 2900 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 7

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Loma alta	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave	**MARGEN DE APORTE:** Izquierdo	
COORDENADAS:	**N** → 951916,17 **W** → 599893,03 **H** → 2889 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 8

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Loma Alta	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave	**MARGEN DE APORTE:** Izquierdo	
COORDENADAS:	**N** → 952309,36 **W** → 600191,03 **H** → 2855 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA CAPTACIÓN
Acequia

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** Loma Alta	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave	**MARGEN DE APORTE:** Izquierdo	
COORDENADAS:	**N** → 952361,60 **W** → 600212,84 **H** → 2848 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- Con esta captación se benefician las veredas de Tablón Alto y Tablón Bajo - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 9

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:**	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave		**MARGEN DE APORTE:** Derecho
COORDENADAS:	**N** → 951916,17 **W** → 599893,03 **H** → 2889 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 10

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:**	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave		**MARGEN DE APORTE:** Izquierdo
COORDENADAS:	**N** → 952309,36 **W** → 600191,03 **H** → 2855 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO



DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 11

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:**	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave		**MARGEN DE APORTE:** Derecho
COORDENADAS:	**N** → 952979,92 **W** → 600188,85 **H** → 2820 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 12

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:**	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave		**MARGEN DE APORTE:** Derecho
COORDENADAS:	**N** → 953169,14 **W** → 953169,14 **H** → 2795 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA Afluente Natural 13					
MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:**			**SECTOR:** Rural	
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave			**MARGEN DE APORTE:** Izquierdo		
COORDENADAS:	**N** → 953708,71	**W** → 600161,44	**H** → 2622 msnm		
REGISTRO FOTOGRAFICO					
					
DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).				

- **Parte Baja:**

A continuación se presentan las fichas de los Afluentes Naturales que se unen con al cauce principal de la Quebrada La Llave, en la parte baja.

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Quebrada La Esperanza

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:**	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave		**MARGEN DE APORTE:** Derecho
COORDENADAS:	**N** → 954003,56 **W** → 599791,40 **H** → 2636 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 14

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:**	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave		**MARGEN DE APORTE:** Derecho
COORDENADAS:	**N** → 954724,65 **W** → 599510,17 **H** → 2652 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 15

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** La Esperanza	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave	**MARGEN DE APORTE:** Derecho	
COORDENADAS:	**N** → 956876,94 **W** → 599349,20 **H** → 2100 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO



DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Afluente Natural 16

MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:**	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave		**MARGEN DE APORTE:** Derecho
COORDENADAS:	**N** → 955668,61 **W** → 598879,18 **H** → 2631 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





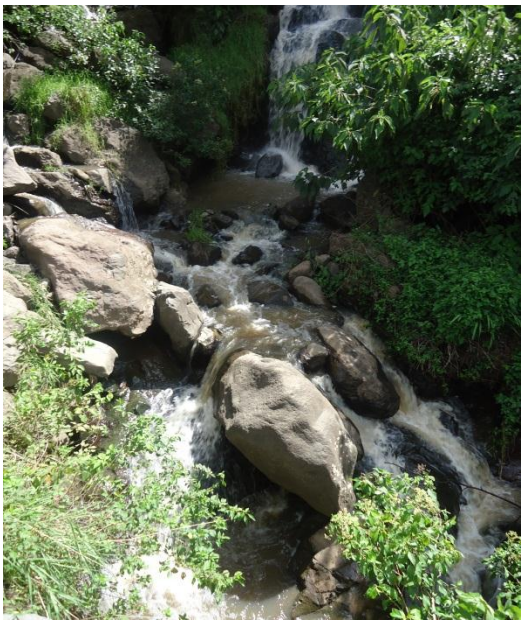
DESCRIPCIÓN:	- La quebrada atraviesa predios privados utilizados principalmente para la ganadería intensiva y agricultura de subsistencia. - Los riesgos de alteración de calidad de la corriente se centran en el paso de ganado y escurrimientos superficiales que arrastran partículas de tipo orgánico y/o inorgánico dependiendo del uso del suelo (agrícola o pastoreo).

FICHA NACIMIENTO DE AGUA
Intersección Quebrada La Llave – Río Guaitara

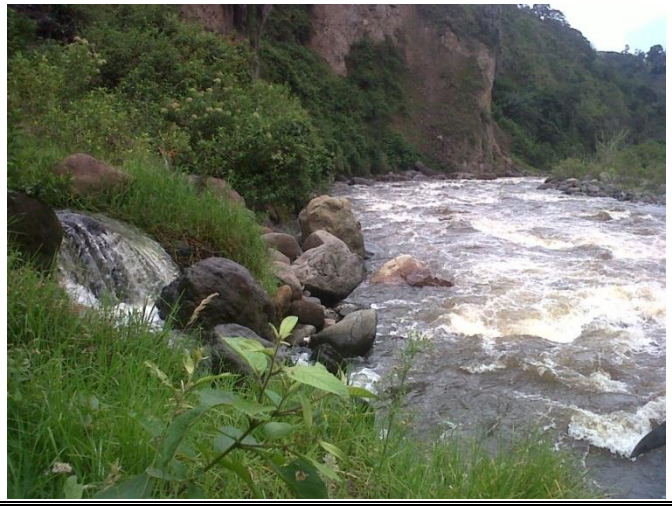
MUNICIPIO: Iles	**VEREDA:** La Esperanza	**SECTOR:** Rural
DESCARGA: Cauce principal Quebrada La Llave	**MARGEN DE APORTE:** Derecho	
COORDENADAS:	**N** → 957057,70 **W** → 599545,23 **H** → 1924 msnm	

REGISTRO FOTOGRAFICO





Quebrada La Llave →



← Rio Guaitara

DESCRIPCIÓN:	- Intersección Quebrada La Llave con Rio Guaitara.

- **Cantidad**

En el recorrido en campo así como en la base de datos de concesiones presentes en la Corporación, se pudo determinar que sobre el cauce principal de la Quebrada La Llave existen varias concesiones vigentes, a continuación se presenta la información con más detalle:

Cuadro N.35 Información concesiones Quebrada La Llave.

NOMBRE USUARIO	VEREDA QUE ABASTECE	USUARIOS	CAUDAL DE LA FUENTE	CAUDAL CAPTADO (LPS)
Luis Antonio Armas	Loma Alta	Acción Comunal	15,6	8,50
Jesús Evelio Escobar	Urbano y La Esperanza	Acción Comunal	12,7	10,00
Roberto Eraso Navarro	La Esperanza	Roberto Eraso	5,77	1,20
Jesús Evelio Escobar	Loma Alta	Acción Comunal	38	21,00
Jesús Eliecer Beltrán	La Esperanza	Jesús Beltrán	11,71	0,60
Roberto Armas Noguera	El Tablón	Roberto Armas	11,7	0,10

Fuente: Este estudio, Corponariño, 2013.

6.7.2 Perfil de Modelación o Topología

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

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

La Topología está compuesta o estructurada por los siguientes elementos:

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

- **Tramo 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 numeradas; 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.

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

Cada entrada contiene el nombre y la distancia de ubicación, la cual fue obtenida mediante Georeferenciación en campo.

Las entradas se subdividen en:

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

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

- **Salidas:** Corresponde a las captaciones, derivaciones o extracciones de agua del Tramo o Cauce Principal. Estas captaciones son para uso agrícola, pecuario, y de riego efectuados por los habitantes del área de influencia de la corriente hídrica.

- **Puntos de aforo y muestreo:** Corresponde a los puntos en donde se efectuaron las jornadas de muestreo que incluyó la toma de muestra y la medición de caudal. Estos puntos pueden ser sobre el cauce principal o sobre los afluentes.

A continuación se presenta la topología detallada de la Quebrada La Llave.

Figura N.27 Topología detallada tramo de estudio.

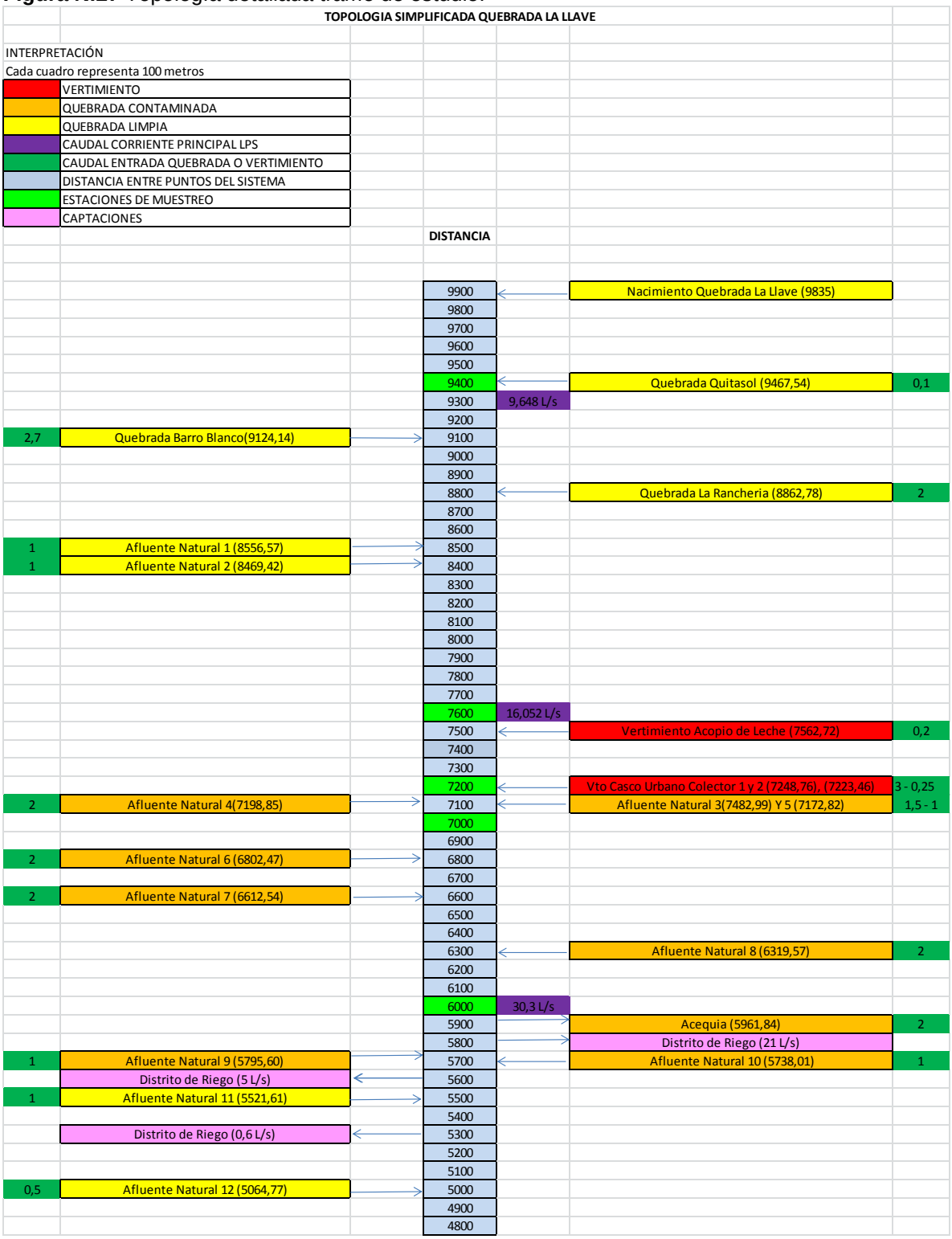
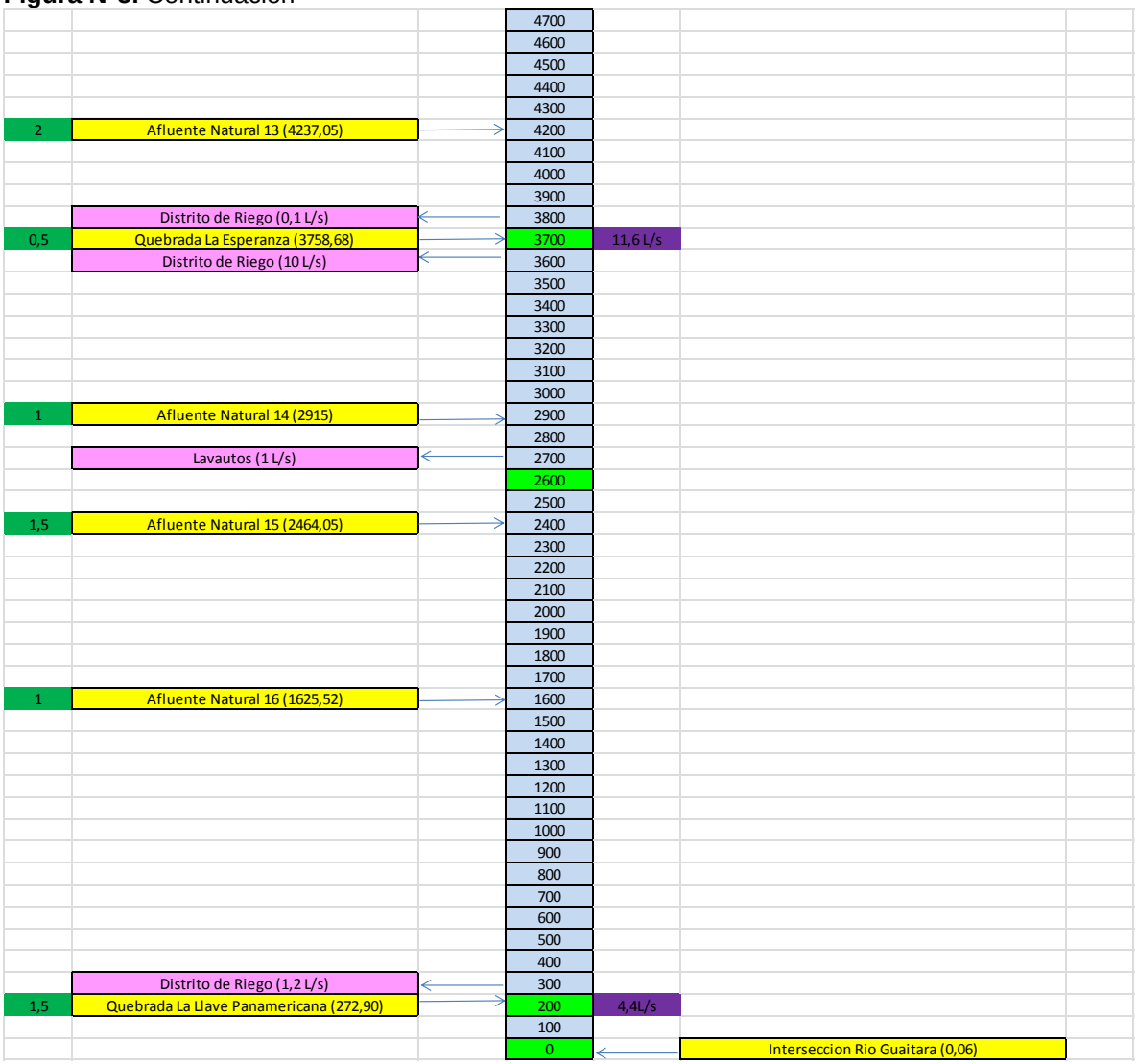


Figura N°5. Continuación



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

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

6.7.3 Determinación de Línea 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 diagnóstico de la calidad del agua de la Quebrada La Llave en todo su recorrido, desde su nacimiento hasta su desembocadura al Río Guaitara.

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

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 10 de julio de 2013 correspondiente a una temporada de transición de invierno a verano y la segunda el día 10 de septiembre de 2013 correspondiente a una temporada de transición de verano a invierno. Para la primera jornada se tomaron ocho (8) muestras y dos (2) aforos; y para la segunda jornada se tomaron nueve muestras (9).

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.

A continuación se presenta el registro fotográfico de los muestreos:

Figura N. 28 Registro fotográfico de muestreos.



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

En estos puntos se tomaron muestras para determinar valores de pH, conductividad, solidos totales, solidos disueltos, solidos suspendidos, solidos suspendidos volátiles, acidez, alcalinidad total, nitratos, amonio, fosforo total, nitrógeno NTK, plomo, oxígeno disuelto, DBO5, DQO, grasas y aceites, Coliformes totales, echerichia coli; las cuales fueron analizadas por el laboratorio especializado de la Universidad de Nariño el cual se encuentra acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM para los parámetros pH, Grasas y Aceites, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Demanda Bioquímica de Oxigeno y Demanda química de Oxigeno mediante Resolución No. 042 del 25 de enero de 2011, dando cumplimiento de lo estipulado por la Normatividad Ambiental vigente.

Cuadro N.36 Estaciones de muestreo del cauce principal.

NOMBRE	CODIGO	X	Y	H
Quebrada Quitasol	QL-1	951236	598527	2962
Antes descarga colector 1	QL-4	951196	598169	2891
Vertimiento Casco Urbano Colector 1	V-2	951304	599209	2890
Después descarga colector 2	QL-5	951253	599310	2928
Acequia	QL-9	951889	599969	2877
Quebrada La Esperanza	QL-13	951275	599236	2632
Quebrada La Llave Panamericana	QL-17	956667	599236	2071
Intersección Río Guaitara	QL-18	957039	599402	1924

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.37 Procedimiento para muestreo y aforo.

ACTIVIDAD	LOGISTICA
Desplazamiento y acceso a los puntos de muestreo y aforo	Vehículo, equipo de profesionales
Etiquetado de los recipientes de acuerdo al punto de muestreo y adecuación del segmento en donde se efectuará la medición del caudal.	Recipientes, etiquetas, cinta pegante, cinta métrica
Toma de muestreas y aforo con micromolinete sobre la sección adecuada.	Recipientes etiquetados, balde, guantes, botas, alcohol antiséptico, molinete o micro molinete, guantes, botas o fontanero
Fijación de muestras, registro de datos en formato de campo.	Reactivos Acido Clorhídrico, Acido Sulfúrico, Sulfato Manganoso, guantes, tapabocas, goteros, Formato para cada aforo
Almacenamiento, refrigeración y sellado de muestras.	Neveras, hielo o pilas de refrigeración, sellos, cinta pegante
Diligenciamiento de cadenas de custodia	Formato de cadena de custodia por punto de muestreo
Transporte y entrega de muestras al laboratorio para el analísis de 18 parámetros fisicoquimicos y bacteriologicos.	Neveras con cada una de las muestras tomadas. Instalaciones, equipos, reactivos y personal
Cálculo de caudales y reporte final	Trabajo de oficina

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

6.7.4 Evaluación de Calidad del cauce principal

- **Muestreo sobre el cauce principal**

En los siguientes cuadros se enumeran los resultados del muestreo y aforos de caudales efectuados sobre el Cauce Principal de la Quebrada La Llave, correspondientes a las jornadas llevadas a cabo los días 10 de julio y 10 de septiembre de 2013.

Los Reportes de Resultados Analíticos del Laboratorio Especializado de la Universidad de Nariño, se pueden observar en el Anexo D.

Cuadro N.38 Jornadas De Muestreo 10 de Julio de 2013 (Muestreo 1) y 10 de Septiembre de 2013 (Muestreo 2).

PARAMETROS	UNIDADES	ESTACIONES DE MUESTREO CAUCE PRINCIPAL						
			Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 1	Muestreo 2
		PUNTO CERO	PUNTO INICIAL QUEBRADA LA LLAVE		ANTES DESCARGA COLECTOR 1		DESPUES DESCARGA COLECTOR 2	
PH	PH	7,24	7,24	7	7,23	7	7,23	7
COLOR APARENTE	UPC	22	22,2	27,5	36,3	55,7	188	203
TURBIEDAD	NTU	5,4	5,4	6	9,9	16,4	43,9	84,9
CONDUCTIVIDAD	us/cm	79	79	166	89,8	153	202	250
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	10	10	10	14	16,8	90	110
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/l	0	0	0	0	0,1	1	2
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	mg/l	10	10	2,5	3,5	6	72,5	94
SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS	mg/l	10	10	10	10,5	10,5	17,5	16
ACIDEZ	mg/l	4,68	4,68	1,2	7,2	1,2	36	33,6
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l	30	30	30	32	31,2	40,4	60
DUREZA TOTAL	mg CaCO3/ L	62	62	26	118	29	326	125
CLORUROS	mg Cl/ L	3,4	3,4	1,46	4,37	1,94	17,5	18
FOSFATOS	mg PO4/ L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	3,28	8,35
NITRITOS	mg N-N02/ L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,06
NITRATOS	mg N-N03/ L	0,71	0,71	0,47	0,4	0,33	0,2	0,28
SULFATOS	mg SO4/ L	10	10	10	10	10	25,5	19,6
DETERGENTES	mg LAS/ L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,72	1
FOSFORO TOTAL	mg P-PO4/ L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	5,26	8,35
NITROGENO NTK	mg N/ L	1	1	1,57	1	1,4	8,96	15,1
GRASAS Y ACEITES	mg / L	5	5	10,5	5	11,6	27,2	56,4
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	10000	10000	1000	18000	2500	5300000	500000
ESCHERECHIA COLI	UFC/100ml	3000	4000	400	12000	1500	2700000	410000
AMONIO	mg N-NH3/ L	1	1	1,57	1	1,4	2,91	6,27
DBO5	mg O2/ L	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	138,3	286,44
DQO	mg O2/ L	20	20	20	20	25,16	257,37	454,05
OD	mg O2/ L	7,2	7,1	7,1	6,63	6,53	2,33	1,44

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.38 Continuación.

PARAMETROS	UNIDADES	ESTACIONES DE MUESTREO CAUCE PRINCIPAL								
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 2	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 1	Muestreo 2
		ACEQUIA		QUEBRADA LA ESPERANZA		CAÑON	LA LLAVE PANAMERICANA		INTERSECCIÓN RIO GUAITARA	
PH	PH	7,23	7	7,23	7	7	7,23	7	7,23	7
COLOR APARENTE	UPC	170	51	59,2	65,1	55,1	23,4	29,8	11	6,29
TURBIEDAD	NTU	35,3	10,1	11,7	13	10,8	3,5	3,1	1,4	0,6
CONDUCTIVIDAD	us/cm	227	143	162	210	239	194	176	218	214
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	18	19	22	26,6	50,5	10	10	10	10
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/l	0,1	0,1	0	0,5	0,1	0	0,1	0	0,1
SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES	mg/l	10	10	10	4	19	10	2	10	0,33
SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS	mg/l	11	10	16	16	16	10	10	10	10
ACIDEZ	mg/l	67	9,2	5,4	2,4	0,4	7,92	3,2	1,62	0,8
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l	38	85,6	32	28,4	26,4	40,2	60,4	68	87,2
DUREZA TOTAL	mg CaCO3/ L	520	68	98	63	58	122	68	126	106
CLORUROS	mg Cl/ L	20,4	23,8	16,5	18	15,5	23,3	12,1	16	9,23
FOSFATOS	mg PO4/ L	4,48	0,38	0,82	0,65	1,01	0,25	0,31	0,29	0,33
NITRITOS	mg N-N02/ L	0,05	0,05	0,16	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
NITRATOS	mg N-N03/ L	0,2	0,93	1,81	3,54	2,58	1,13	0,2	1,21	1,93
SULFATOS	mg SO4/ L	23,1	10	10,8	10	10	10	10	10	10
DETERGENTES	mg LAS/ L	0,5	1,08	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
FOSFORO TOTAL	mg P-PO4/ L	4,55	3,02	0,9	0,65	1,01	0,1	0,31	0,29	0,33
NITROGENO NTK	mg N/ L	7,39	11,5	1	2,13	1,12	1,01	1,12	1	1
GRASAS Y ACEITES	mg / L	12,5	24,9	5	17,1	6,23	5	13,9	5	9,05
COLIFORMES TOTALES	UFC/100ml	8100000	25000	5000	3000	1000	60000	1000	20000	900
ESCHERECHIA COLI	UFC/100ml	2700000	23000	3000	200	10	1000	150	20	20
AMONIO	mg N-NH3/ L	4,59	8,96	1	2,13	1,12	1	1,12	1	1
DBO5	mg O2/ L	139,54	22,43	8,11	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
DQO	mg O2/ L	252,88	82,26	24,28	26,13	47,42	20	28,06	20	20
OD	mg O2/ L	4,06	3,61	6,68	6,49	6,88	7,57	6	6,83	6,81

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

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

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

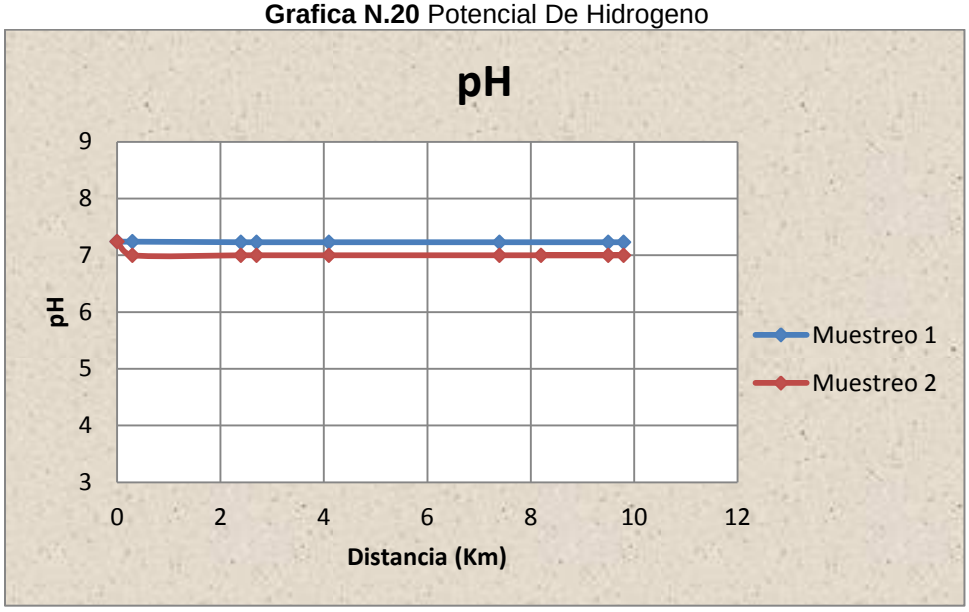
- **Perfiles de Calidad**

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

Las gráficas muestran el patrón de cada parámetro en cada una de las ocho (8) estaciones de muestreo (Primer muestreo) y nueve (9) estaciones de muestreo (Segundo muestreo) ubicados a lo largo del cauce principal de la Quebrada La Llave, desde su nacimiento en el punto X=0 Km hasta su desembocadura en el punto aproximado X=9,8 Km, permitiendo comparar, en la misma gráfica, el comportamiento de la calidad para las jornadas de muestreo llevadas a cabo en campo el día 10 de Julio y 10 de Septiembre de 2013.

Potencial de Hidrogeno – pH: expresa la intensidad de las condiciones acidas o básicas del agua mediante la concentración del ion hidrogeno H_+.
El pH de las aguas naturales se debe a la composición de los terrenos atravesados, el pH alcalino índica que los suelos son calizos y el pH ácido que son silíceos.

Grafica N.20 Potencial De Hidrogeno



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

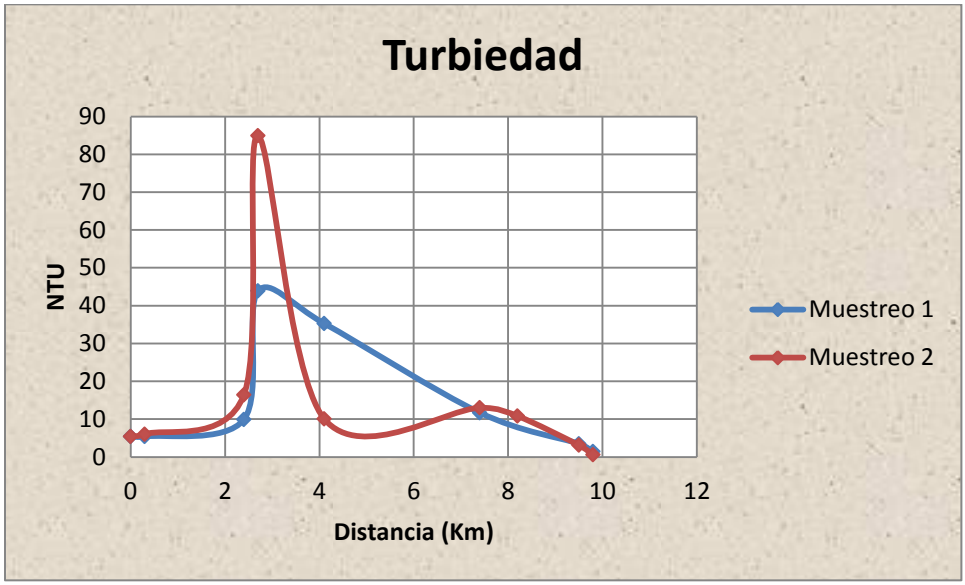
El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9. Las aguas de pH menor de 6,5 son corrosivas debido al anhídrido carbónico, ácidos o sales ácidas que tienen en disolución.

La Quebrada La Llave en todo su recorrido presenta pH relativamente neutros con tendencia a valores básicos, esto quiere decir que la quebrada no presenta sales que alteren el pH de la corriente, y por lo tanto no influye en los valores de tolerancia para la supervivencia de las especies acuáticas.

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

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

Grafica N.21 Turbiedad



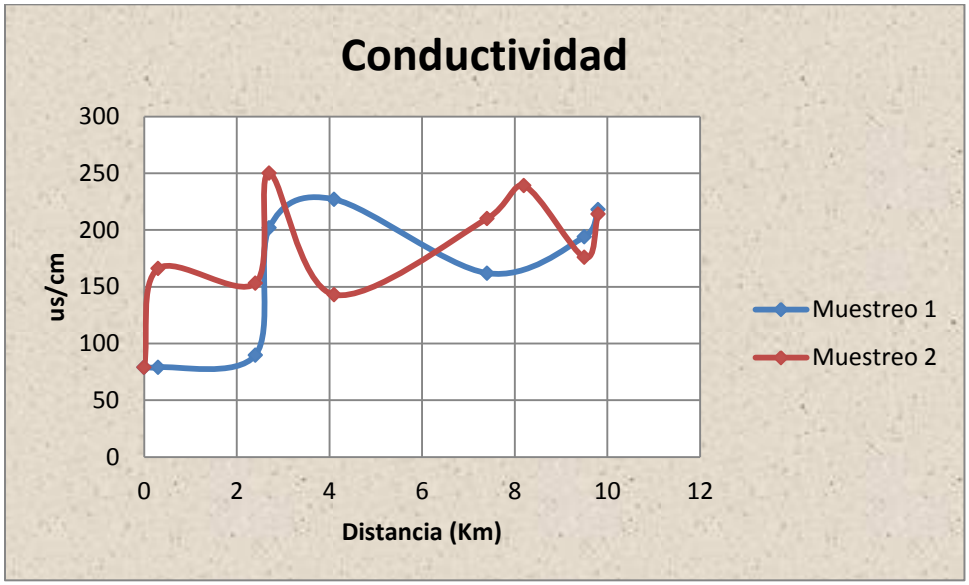
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

En la gráfica se observa que el comportamiento de la turbiedad a lo largo del tramo presenta valores bajos, excepto en el punto donde se generan los vertimientos del alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles, es por ello que el aspecto estético de la quebrada en este punto no es agradable, mientras que en los demás puntos del cauce su aspecto estético es bueno.

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. El agua pura o en condiciones naturales no es buena conductora de la corriente eléctrica por lo que conductividades altas indican la presencia de impurezas y sales disueltas.

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

Grafica N.22 Conductividad



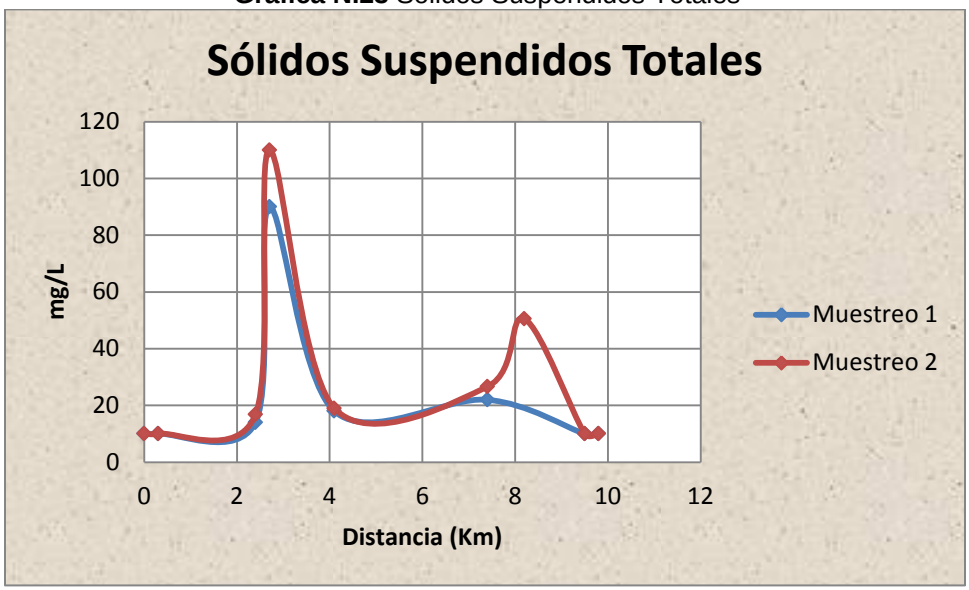
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

El comportamiento de la gráfica indica que los valores de conductividad aumentan a medida que se va intensificando el número de vertimientos o descargas puntuales sobre el cauce principal teniendo en cuenta que estos valores son inferiores al rango permitido de 280 a 430 us/cm; indicando una buena conductividad en la quebrada.

Los valores más bajos de conductividad se presentan en la zona de nacimiento de la quebrada La Llave en donde la intervención antrópica es mínima y no se identificaron vertimientos puntuales.

Sólidos Suspendidos Totales - SST: Los Sólidos Suspendidos Totales son el residuo no filtrable de una muestra de agua natural, o residual industrial o doméstica, se definen como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente se seca a 103 °C – 105 °C. Además, son un indicador de la calidad de sales y sólidos disueltos en una muestra de agua. Existe una relación directa entre los sólidos disueltos totales y la conductividad, ya que ambos miden los compuestos iónicos disueltos.

Grafica N.23 Sólidos Suspendidos Totales



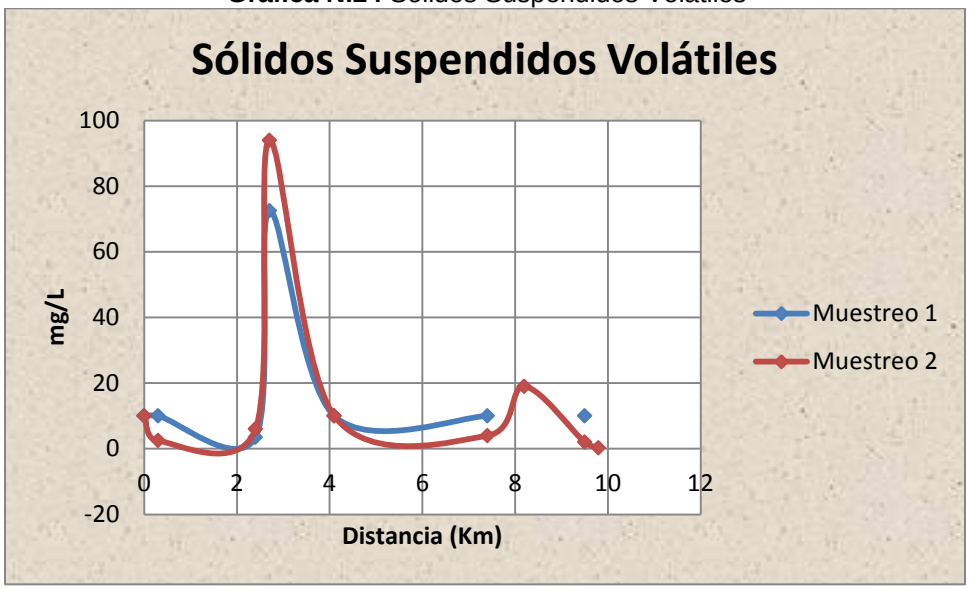
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

El comportamiento de la gráfica en este muestreo describe en su parte alta una baja presencia de solidos al igual que en la parte baja; pero también se presenta un pico correspondiente a la descarga de los vertimientos del casco urbano indicando que la calidad de la quebrada se ve alterada a medida que se va intensificando el número de vertimientos por la presencia de partículas.

En el segundo muestreo se presenta el mayor impacto sobre la calidad del cauce principal de la Quebrada La Llave, referente a la zona de vertimientos, esto debido principalmente a la disminución de su caudal por ser una temporada de escases de lluvias, incidiendo de manera negativa en su capacidad de asimilación y biodegradación.

Sólidos Suspendidos Volátiles – SSV: Corresponde a la fracción orgánica de los Sólidos Suspendidos Totales, la cual es volatilizada o calcinada a temperaturas de 500°C.

Grafica N.24 Sólidos Suspendidos Volátiles



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

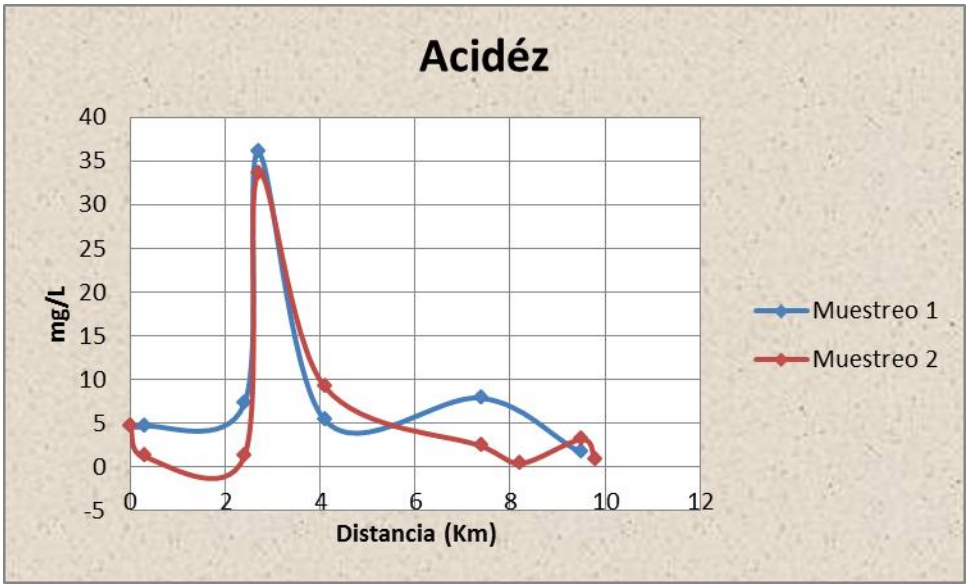
La grafica es muy similar a la de Sólidos Suspendidos Totales, por lo cual se puede analizar o deducir el mismo comportamiento de la Quebrada La Llave para el parámetro de sólidos suspendidos volátiles.

La grafica describe que en la parte alta la presencia de solidos es baja, pero presentan un valor alto en el punto del casco urbano, esto se debe principalmente al aporte de vertimientos al cauce.

De los valores de sólidos suspendidos volátiles presentados en las dos jornadas de muestreo y teniendo en cuenta su definición, se puede determinar que la composición de los vertimientos o descargas efectuadas al cauce principal de la quebrada La Llave son en su gran mayoría de tipo orgánico.

Acidez: Es la capacidad que tiene el agua para neutralizar la Alcalinidad, gracias a la presencia de iones H^-. El agua tiene la capacidad de adquirir acidez en forma natural por la interacción con la atmosfera.

Grafica N.25 Acidez



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

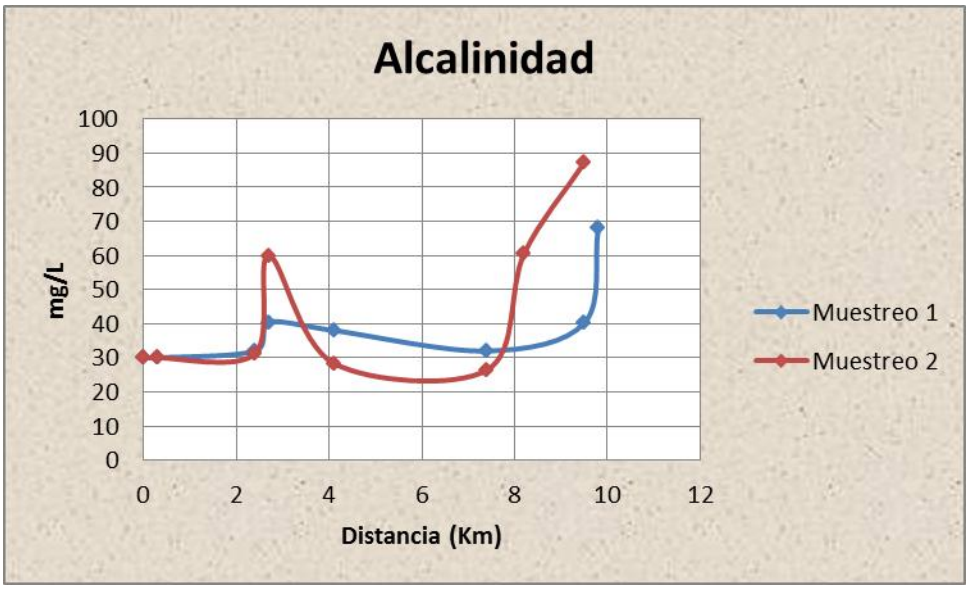
La acidez de una muestra de agua es por definición, su capacidad para reaccionar con una base fuerte hasta un determinado valor de pH. En cuerpos de aguas naturales, la acidez es causada principalmente por CO2 y en algunos casos, por ácidos minerales de tipo H2S o por la presencia en el agua de sales fuertes provenientes de bases débiles.

La medición de la acidez, es importante debido a que las sustancias ácidas presentes en el agua, incrementan su corrosividad e interfieren en la capacidad de reacción de muchas sustancias y procesos al interior de los sistemas acuosos. Así, la cuantificación de las sustancias ácidas es útil y necesaria, por cuanto permite su posterior neutralización y, en general, la adecuación del agua para un determinado fin o aplicación.

La fluctuación en las jornadas de muestreo se presenta el punto donde se generan los vertimientos directos, esto indica una menor capacidad de asimilación de la calidad de la corriente superficial y posiblemente hay presencia de $C0_2$ o sales, los cuales hacen que la acidez incremente. Sin embargo, todos los puntos de muestreo se encuentran dentro del valor admisible correspondiente a una concentración de 60 mg/L.

Alcalinidad Total: Definida como la medida de la capacidad del agua para neutralizar la acidez, gracias a la presencia de iones OH-, entre otros.
La alcalinidad es causada principalmente por los bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos presentes en solución y, en menor grado, por los boratos, fosfatos y silicatos, que puedan estar presentes en la muestra.

Grafica N.26 Alcalinidad Total

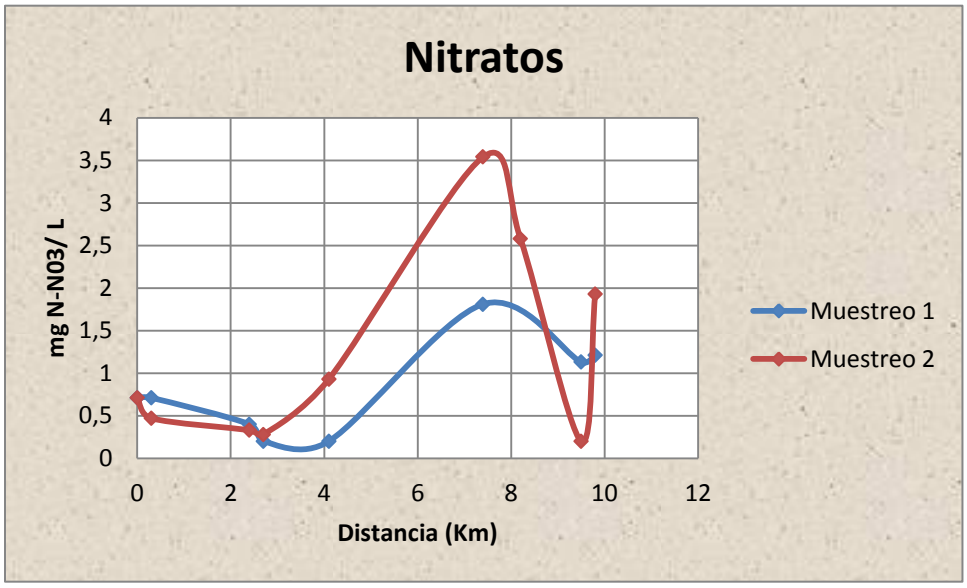


Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

La tendencia más creciente de alcalinidad total sobre el cauce principal se presenta en la segunda jornada de muestreo, en donde la presencia de hidróxidos, bicarbonatos y/o carbonatos en solución es mayor y por lo tanto la capacidad del agua para neutralizar estos ácidos es baja debido a la disminución de caudal.

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, por lo tanto de acuerdo a la normatividad ambiental vigente el valor admisible de nitratos en el agua destinada para consumo humano es de 10 mg/l.

Grafica N.27 Nitratos



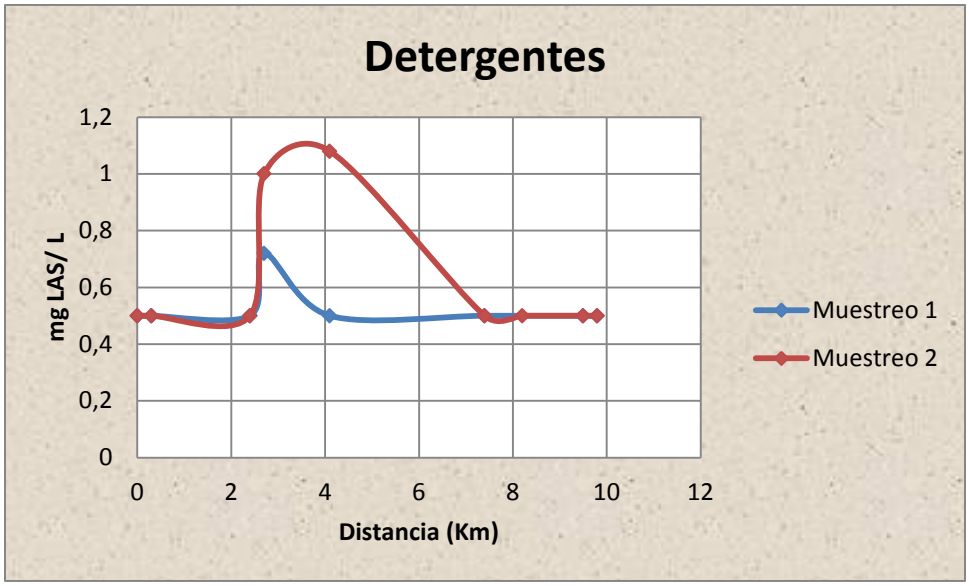
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

En la gráfica anterior se observa que la concentración de nitratos presenta un máximo en la parte baja del cauce en el punto de la Acequia pero a lo largo de la Quebrada la concentración es baja. Dado que todos los valores reportados no superan los límites permisibles establecidos, se concluye que en el cauce principal hay ausencia de toxicidad y de eutrofización; por lo tanto con respecto a este parámetro no se puede afirmar que afecte o altere de manera considerable la calidad del agua.

Detergentes: Los surfactantes entran en las aguas limpias y residuales principalmente por descargas de residuos acuosos del lavado doméstico e industrial.

Son productos químicos sintéticos que se utilizan en grandes cantidades para la limpieza domestica e industrial y actúan como contaminantes del agua al ser vertidos a los cuerpos de agua provocando la disminución de la solubilidad del oxígeno disuelto en el agua con lo cual se dificulta la vida humana e inhibe el proceso de fotosíntesis originando la muerte de la flora acuática.

Grafica N.28 Detergentes



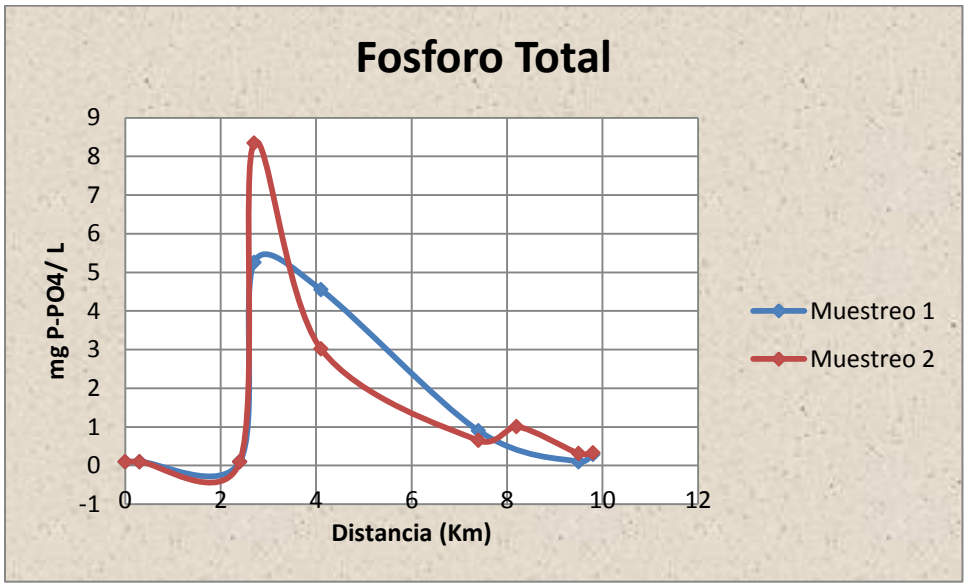
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

En las dos jornadas de muestreo se observa la presencia de surfactantes en los puntos donde inician los vertimientos directos del acopio de leche y los colectores de las aguas residuales domesticas del casco urbano del municipio de Iles.

Esta concentración disminuye notablemente el oxígeno disuelto del agua ocasionando la muerte de los seres acuáticos y aumentando la contaminación de manera considerable.
En el segundo muestreo los valores de detergentes son mayores debido al bajo caudal que se presenta en la fuente hídrica para esa época.

Fosforo Total: Concentraciones altas de fosforo en las aguas superficiales fomentan el crecimiento de organismos como algas, las cuales consumen grandes cantidades de oxigeno generando fenómenos de eutrofización haciendo que la calidad del agua no sea óptima para el desarrollo de otros organismos.

Grafica N.29 Fosforo Total



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

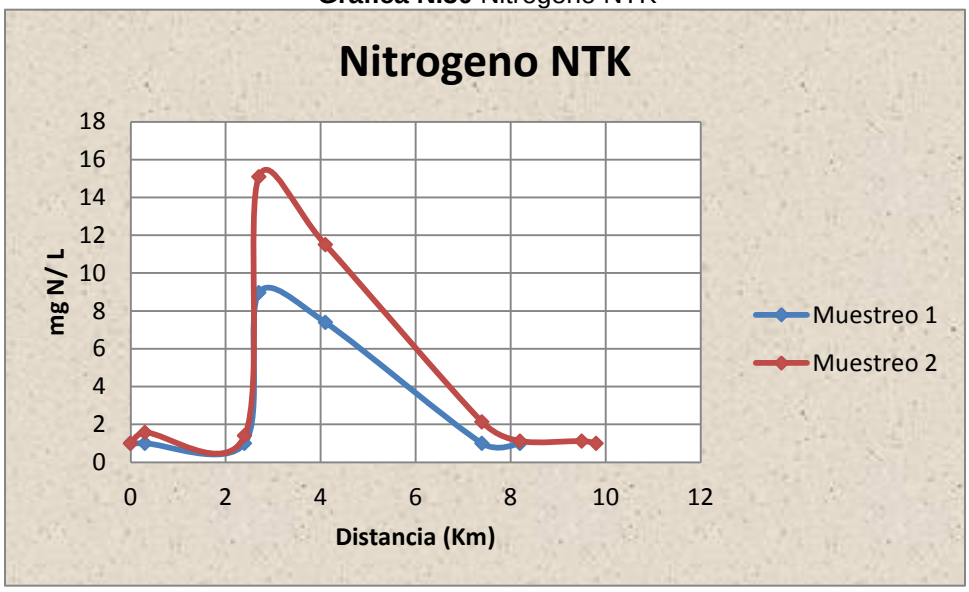
En la gráfica anterior se observa que las concentraciones de fosforo total son mayores en los dos muestreos en los puntos de vertimientos del colector 1 y 2 en donde los valores aumentan indicando que la cantidad de oxígeno es deficiente debido al crecimiento de algas.

Nitrógeno NTK: Al igual que el fosforo son esenciales para la vida y desarrollo de los organismos, sin embargo también en concentraciones altas generan eutrofización en las aguas superficiales disminuyendo notablemente la presencia de Oxígeno Disuelto.

El nitrógeno es definido como la suma de amonio libre y compuestos orgánicos nitrogenados que son convertidos a una sal de amonio $(NH_4)_2SO_4$, después de la digestión de la muestra en medio ácido y en presencia de un catalizador.

Las aguas superficiales bien aireadas no deben contener amoníaco. Aguas debajo de conglomerados urbanos, donde se descargan aguas negras, tienen siempre amoníaco, llegando a un valor muy alto.

Grafica N.30 Nitrógeno NTK



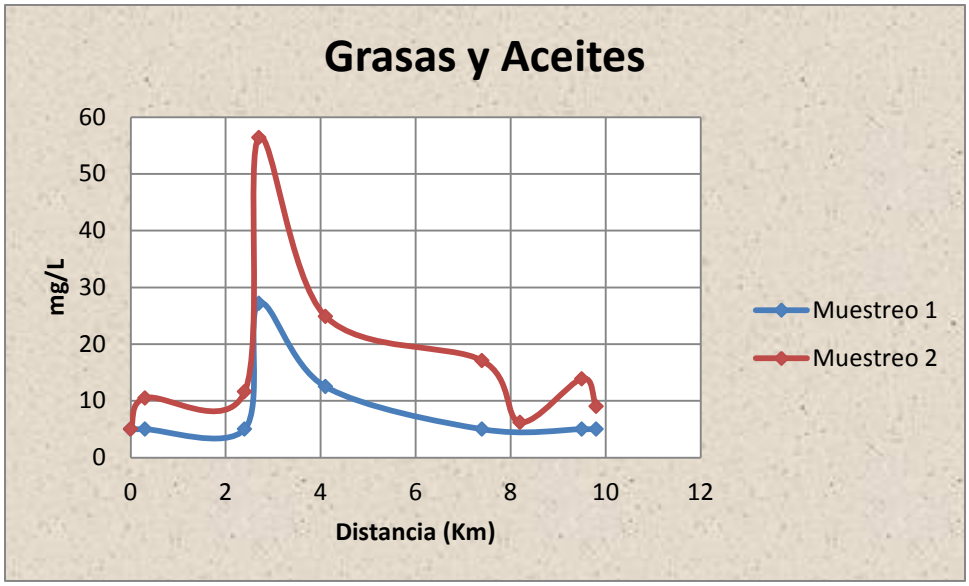
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Esta grafica es similar a la de fosforo total, esto indica que el crecimiento de algas es mayor en los puntos de descarga de las aguas residuales y por lo tanto el oxígeno disuelto disminuye considerablemente.

Grasas y Aceites: Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo.
Las sustancias grasas se clasifican en grasas y aceites. Teniendo en cuenta su origen, pueden ser animales o vegetales.

Las grasas se encuentran entre los compuestos orgánicos de mayor estabilidad y no son fáciles de degradar biológicamente. Contaminan los cursos de agua formando una película sobre la superficie que impide el pasaje del oxígeno al agua.

Grafica N.31 Grasas y Aceites

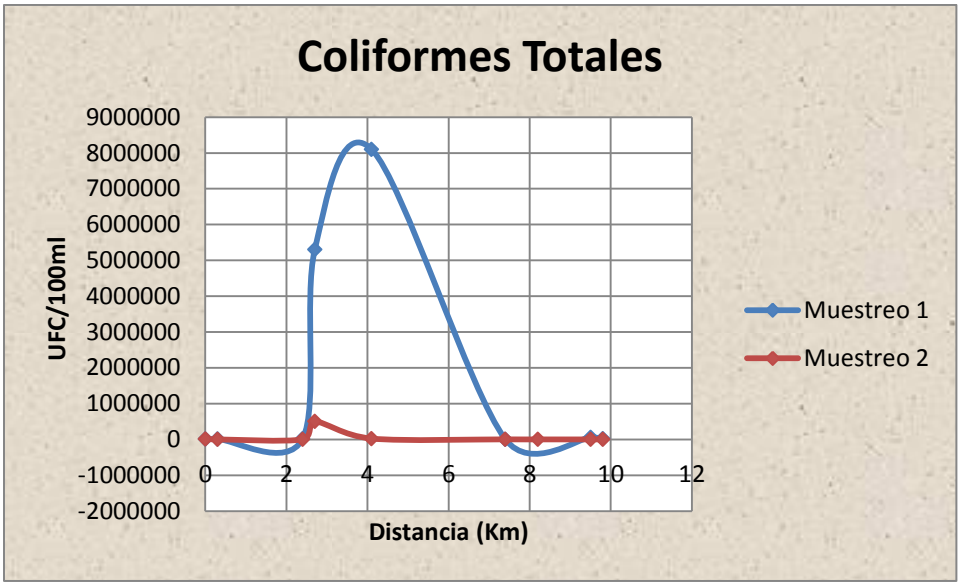


Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

La tendencia de la gráfica en ambos muestreos es creciente en la zona urbana donde se generan las descargas, indicando el aumento de la contaminación a medida que se intensifican los vertimientos puntuales, pero en el recorrido del cauce la concentración de grasas y aceites vuelven a tomar los valores bajos iniciales.

Coliformes Totales: Son bacterias consideradas patógenas por lo cual son indicadores de contaminación antrópica o humana en cuerpos hídricos. Incluyen los géneros Escherichia y Aerobacter. Su presencia presume la existencia de bacterias patógenas así como la de parásitos, lo que implica un riesgo directo a la salud de personas y animales.

Grafica N.32 Coliformes Totales



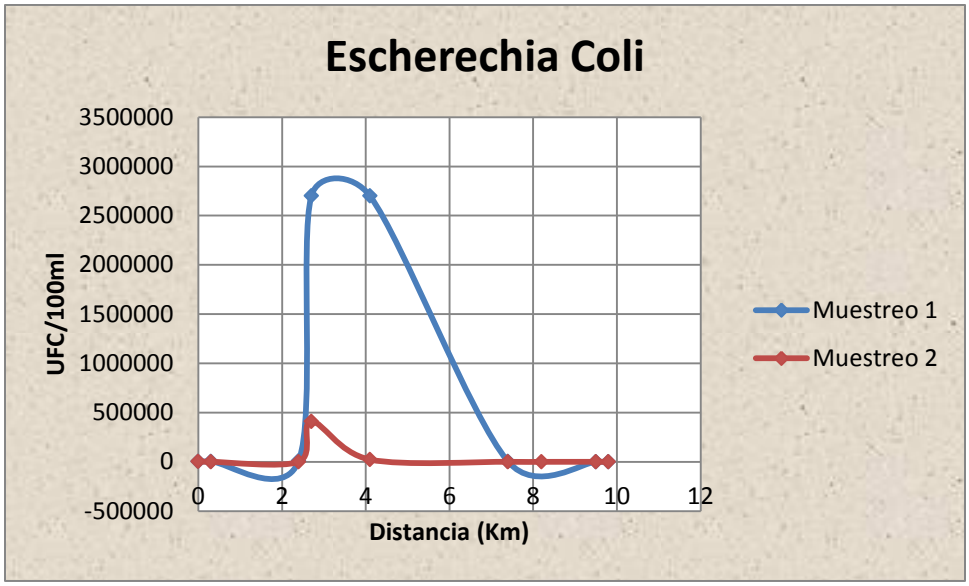
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Las Coliformes Totales se presentan con valores altos en toda la Quebrada debido al contacto directo y los accesos que tiene el río en algunas zonas para el ingreso de animales y del hombre.

Las concentraciones más altos se originan por las descargas de aguas residuales industriales provenientes del acopio de leche y de los vertimientos de los colectores de aguas residuales domesticas del casco urbano del municipio de Iles.

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

Grafica N.33 Escherechia Coli



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

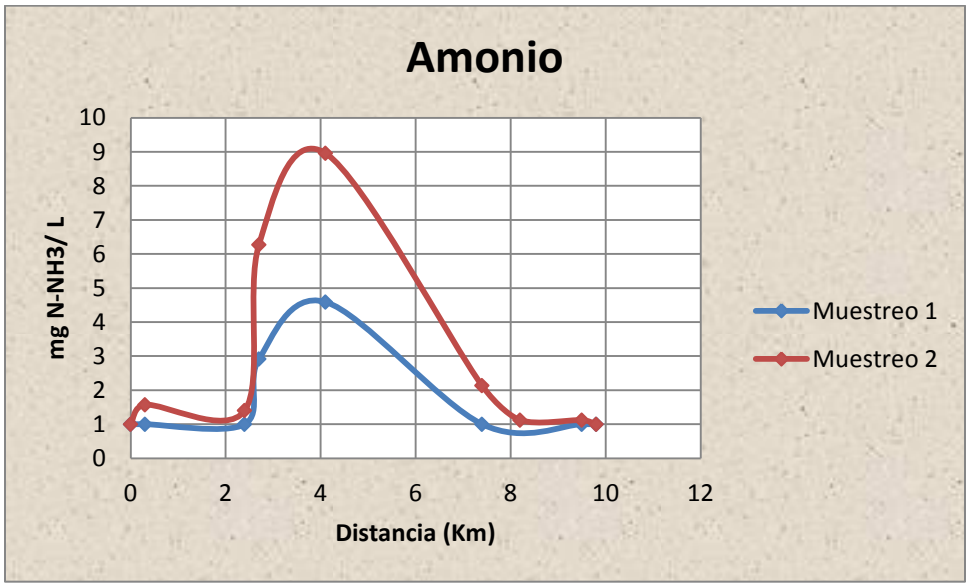
Considerando que la Escherichia Coli hace parte del grupo de Coliformes Totales, las gráficas son muy similares, por lo cual se puede analizar o deducir el mismo comportamiento de la Quebrada La Llave para ambos parámetros.

Los valores presentes en la quebrada son altos ya que el tipo de vertimiento predominante sobre su cauce principal es de origen doméstico. En las dos jornadas de muestreo la Quebrada presenta una tendencia alta de este tipo de bacterias hasta su desembocadura.

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.

La principal fuente de contaminación de amonio son las aguas residuales, en las cuales el amoníaco proviene de la descomposición de la urea, por parte de las bacterias ureasas. El agua de lluvia, debido a la disolución del nitrógeno de la atmósfera, puede presentar algunas trazas.

Grafica N.34 Amonio



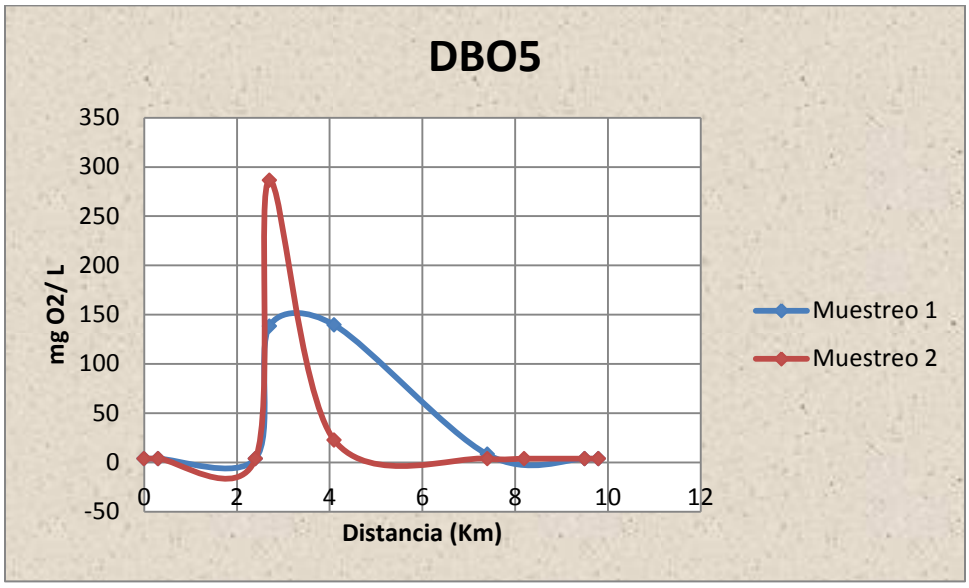
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

La concentración de amonio se dispara de manera considerable en el punto donde se generan las descargas de aguas residuales del casco urbano superando los valores máximos permisibles. Tanto al inicio de la quebrada como al final los valores bajan, dando a conocer que en esos tramos la corriente se encuentra aireada y no presenta vertimientos.

Demanda Bioquímica de Oxigeno a cinco días – DBO5: Es la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias durante la estabilización de la materia orgánica susceptible de descomposición en condiciones aerobias. Se usa para determinar el poder contaminante de los residuos domésticos e industriales, en términos de la cantidad de oxígeno que requieren si son descargados a las corrientes naturales de agua.

La DBO es el parámetro más utilizado para identificar si una fuente hídrica superficial está siendo afectada por descargas o vertimientos puntuales de origen antrópico.

Grafica N.35 DBO_5



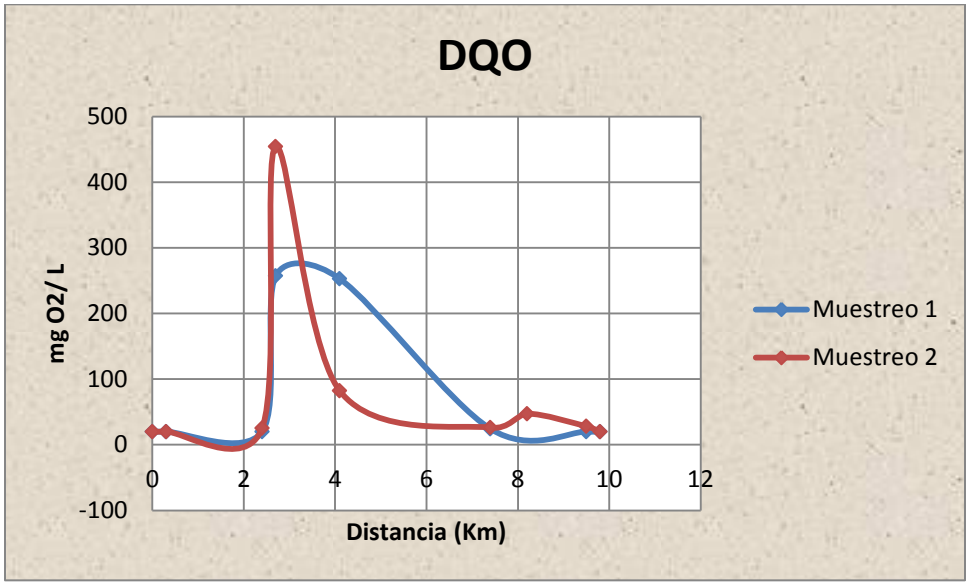
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

El comportamiento de la gráfica en el punto del casco urbano es creciente indicando que la calidad del agua se ve afectada a medida que se intensifica el número de vertimientos o descargas puntuales en el cauce, este es el tramo más afectado y sus valores son bastante altos, esto se debe a las descargas de aguas residuales industriales y domesticas directas que llegan a la fuente.

Los valores más bajos de DBO_5 se presentan en el nacimiento y al final de la quebrada en donde las intervenciones antrópicas son mínimas y no se presentan vertimientos, por lo tanto hay un bajo contenido de materia orgánica biodegradable, además de ello se justifica que en estos tramos hay entrada de afluentes naturales que ayudan a la aireación de la corriente hídrica.

Demanda Química de Oxigeno – DQO: Es la medida de cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica, 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 y cuerpos hídricos receptores de vertimientos.

Grafica N.36 DQO



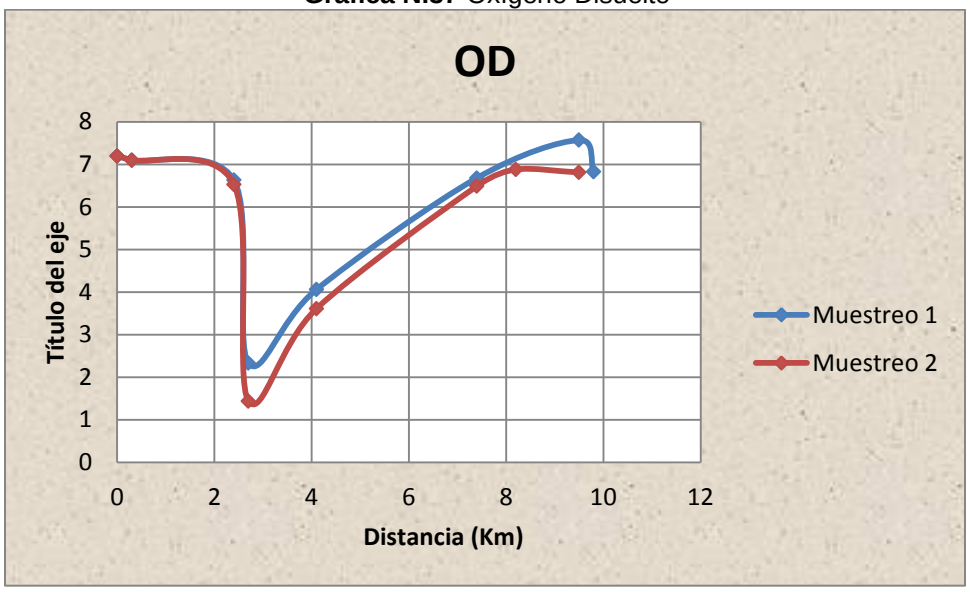
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

De acuerdo con la gráfica, se deduce que al inicio de la Quebrada La Llave el agua presenta una Demanda Química de Oxigeno baja lo cual indica que el contenido de materia orgánica e inorgánica es baja, la DQO mas alta se presenta en el punto del Casco Urbano debido a los vertimientos de aguas residuales y de quebradas contaminadas ocasionando que los contaminantes biodegradables y no biodegradables aumenten; finalmente la DQO baja por el aporte de afluentes naturales que entran al cauce.

Oxígeno Disuelto: Definido como la concentración de oxígeno solubilizado en un líquido. La cantidad de oxígeno disuelto en agua para un cierto tiempo, se expresa en ppm o mg/L. Es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida.

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

Grafica N.37 Oxígeno Disuelto



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Los valores altos de oxígeno disuelto se deben a la ausencia de vertimientos puntuales que pongan en riesgo la calidad de la corriente superficial y la vida acuática, pero también son el resultado de las pendientes y topografía que recorre la Quebrada así como la presencia de piedras en su cauce que ocasionan escenarios de oxigenación y aireación aumentando su capacidad de asimilación y depuración.

El aporte de aguas de los diferentes afluentes naturales hace que la cantidad de Oxígeno Disuelto se incremente nuevamente, razón por la cual en la parte baja de la Quebrada la calidad del agua es buena.

Se presenta una gran disminución en las concentraciones de oxígeno disuelto en los puntos referentes al casco urbano, ocasionado por la presencia de vertimientos y descargas de aguas residuales domésticas e industriales puntuales.

6.7.5 INDICES DE CALIDAD (ICA)

El Índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del “WQI” que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creo y diseño un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA).

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo.

En la determinación del "ICA" intervienen 9 parámetros:

- Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
- pH (en unidades de pH)
- Demanda Bioquímica de Oxigeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- Nitratos (NO3 en mg/L)
- Fosfatos (PO4 en mg/L)
- Cambio de la Temperatura (en ºC)
- Turbidez (en FAU)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

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

Cuadro N.39 Clasificación del "ICA"

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

Fuente. INDICE DE CALIDAD DEL AGUA, Servicio Nacional de Estudios Territoriales, San Salvador, El Salvador, Centro América.

Las aguas con "ICA" mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.

Las aguas con un "ICA" de categoría "Regular" tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas.
Las aguas con un "ICA" de categoría "Mala" pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.

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

Para determinar el valor del "ICA" en un punto deseado es necesario tener las mediciones de los 9 parámetros mencionados anteriormente. Además es importante tener en cuenta los valores del peso relativo de cada uno, tal como se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro N.40 Pesos Relativos por Cada Parámetro "ICA"

PARAMETRO	PESO W_i
PH	0,12
SOLIDOS TOTALES	0,08
FOSFORO TOTAL	0,10
NITROGENO NTK	0,10
OXIGENO DISUELTO	0,17
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	0,10
COLIFORMES TOTALES	0,15
TURBIEDAD	0,08
TEMPERATURA	0,10

Fuente. INDICE DE CALIDAD DEL AGUA, Servicio Nacional de Estudios Territoriales, San Salvador, El Salvador, Centro América.

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

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

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

Dónde:

- 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.
- Sub_i: Subíndice del parámetro i.

El cálculo de los "ICA" se realizó mediante técnicas multiplicativas, las cuales son superiores a las aritméticas, es decir, que son mucho más sensibles a la variación de los parámetros, reflejando con mayor precisión un cambio de calidad. 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 Subi a partir del análisis de gráficas, dicho valor se eleva por sus respectivos Wi del Cuadro N.40 y se multiplican los 9 resultados obteniendo de esta manera el "ICA".

Los resultados de "lCA" para cada estación o punto de muestreo sobre el cauce principal de la corriente superficial objeto de estudio, se resumen en los siguientes cuadros, estos permitirán analizar el Índice de Calidad de cada uno.

Cuadro N.41 Cálculo de ICA - Punto Inicial Quebrada Quitasol.

PUNTO INICIAL QUEBRADA LA LLAVE				
Parámetro	**V. Medido**	**Subíndice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,27	92,7	0,12	1,722
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	176	75,2	0,08	1,413
FOSFATOS	0,1	91	0,1	1,570
NITRATOS	2	82	0,1	1,554
OXIGENO DISUELTO	7,1	97,9	0,17	2,180
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	2	84	0,1	1,557
COLIFORMES FECALES	4000	13,33	0,15	1,475
TURBIEDAD	5,4	85,4	0,08	1,427
TEMPERATURA	14	66,2	0,1	1,521
			1	
			ICA	**64,51**

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Como principal parámetro determinante del Índice de Calidad del agua es el de Coliformes Fecales, éste es el que mayor Peso Relativo tiene. Por lo tanto la presencia de Unidades Formadoras de Colonias en el agua disminuyen el valor del subíndice haciendo que la ponderación final del ICA se vea influenciada a valores bajos o poco óptimos; razón principal por la cual el valor o calificación para este punto de muestreo es REGULAR.

Los valores de coliformes fecales en este punto se deben a la presencia de ganado en los predios ubicados dentro del área de influencia, debido a que los animales tienen contacto directo con la fuente hídrica.

Los demás parámetros se encuentran dentro de valores normales que no indican una alteración o grado de contaminación de la corriente superficial, aspecto que se puede confirmar con un buen desempeño de los ecosistemas y ciclos biológicos en el área.

Cuadro N.42 Cálculo de ICA - Antes descarga Colector 1.

ANTES DESCARGA COLECTOR 1				
Parámetro	**V. Medido**	**Subíndice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,23	92,3	0,12	1,721
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	206	71,2	0,08	1,407
FOSFATOS	0,1	91	0,1	1,570
NITRATOS	0,4	90,4	0,1	1,569
OXIGENO DISUELTO	6,63	90,6	0,17	2,151
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3,8	67,6	0,1	1,524
COLIFORMES FECALES	12000	0,22	0,15	0,797
TURBIEDAD	9,9	79,9	0,08	1,420
TEMPERATURA	14	66,2	0,1	1,521
			1	
			ICA	**33,64**

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

De acuerdo al puntaje en este punto la calidad del agua se define como MALA, ya que la Quebrada atraviesa asentamientos poblados en donde se concentran viviendas y una industria de acopio de leche cuyos vertimientos comienzan a superar la capacidad de asimilación y autodepuración de la corriente superficial.

Cuadro N.43 Calculo de ICA - Después descarga Colector 2.

DESPUES DESCARGA COLECTOR 2				
Parámetro	**V. Medido**	**Subíndice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,23	92,3	0,12	1,721
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	278	65,6	0,08	1,398
FOSFATOS	3,28	22,8	0,1	1,367
NITRATOS	0,2	75	0,1	1,540
OXIGENO DISUELTO	2,33	27,86	0,17	1,761
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	138,3	2	0,1	1,072
COLIFORMES FECALES	2700000	3	0,15	1,179
TURBIEDAD	43,9	43,9	0,08	1,353
TEMPERATURA	14	66,2	0,1	1,521
			1	
			ICA	**23,19**

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

En este tramo se presenta el puntaje más bajo del Índice de Calidad de Agua, expresado como PESIMA, demostrando que es aquí donde se genera la mayor contaminación de la fuente por las descargas directas de aguas residuales industriales y domesticas del alcantarillado del municipio de Iles.

Cuadro N.44 Cálculo de ICA – Acequia.

ACEQUIA				
Parámetro	**V. Medido**	**Subíndice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,23	92,3	0,12	1,721
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	278	65,6	0,08	1,398
FOSFATOS	4,48	14,8	0,1	1,309
NITRATOS	0,2	90,2	0,1	1,569
OXIGENO DISUELTO	4,6	75	0,17	2,083
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	139,54	2	0,1	1,072
COLIFORMES FECALES	8100000	3	0,15	1,179
TURBIEDAD	35,3	69	0,08	1,403
TEMPERATURA	14	66,2	0,1	1,521
			1	
			ICA	**27,76**

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

En este punto el valor del índice de calidad de agua indica un concepto de MALA, debido a las descargas recibidas anteriormente y a la presencia de cultivos y ganado al margen de la quebrada.

Cuadro N.45 Cálculo de ICA - Quebrada La Esperanza.

QUEBRADA LA ESPERANZA				
Parámetro	**V. Medido**	**Subíndice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,23	92,3	0,12	1,721
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	157,3	71,46	0,08	1,407
FOSFATOS	0,82	48,2	0,1	1,473
NITRATOS	1,81	81,8	0,1	1,553
OXIGENO DISUELTO	6,68	99,35	0,17	2,185
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	8,11	36,22	0,1	1,432
COLIFORMES FECALES	3000	12,2	0,15	1,455
TURBIEDAD	11,7	71,7	0,08	1,407
TEMPERATURA	14	66,2	0,1	1,521
			1	
			ICA	**54,03**

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

En este tramo la quebrada presenta una gran mejoría en cuanto a su calidad, arrojando un concepto de REGULAR; es aquí donde los afluentes naturales juegan un papel importante y oxigenan el agua disminuyendo la DBO generada por la contaminación de las descargas.

Cuadro N.46 Cálculo de ICA - La Llave Panamericana.

LA LLAVE PANAMERICANA				
Parámetro	**V. Medido**	**Subíndice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,23	92	0,12	1,720
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	172	74,4	0,08	1,412
FOSFATOS	0,25	92,5	0,1	1,573
NITRATOS	1,13	81,13	0,1	1,552
OXIGENO DISUELTO	7,57	92,13	0,17	2,157
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3,8	67,6	0,1	1,524
COLIFORMES FECALES	1000	22	0,15	1,590
TURBIEDAD	3,5	93,5	0,08	1,438
TEMPERATURA	15	66,2	0,1	1,521
			1	
			ICA	**67,76**

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

El puntaje del índice de calidad de agua aumenta, mejorando las condiciones y retomando los valores iniciales de la quebrada en su parte alta.

Cuadro N.47 Cálculo de ICA - Intersección Rio Guaitara.

INTERSECCION RIO GUAITARA				
Parametro	**V. Medido**	**Subíndice (I)**	**Peso Relativo (W)**	**ICA / PARAMETRO**
PH	7,23	92	0,12	1,720
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	176	75,2	0,08	1,413
FOSFATOS	0,29	92,9	0,1	1,573
NITRATOS	1,21	81,21	0,1	1,552
OXIGENO DISUELTO	6,83	82,4	0,17	2,117
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	3,8	67,6	0,1	1,524
COLIFORMES FECALES	20	61,1	0,15	1,853
TURBIEDAD	1,4	91,4	0,08	1,435
TEMPERATURA	15	66,2	0,1	1,521
			1	
			ICA	**77,46**

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Con el puntaje obtenido del índice de calidad finalmente la Quebrada La Llave recupera sus condiciones y entra en el rango de BUENA; esto gracias a los afluentes naturales y a su topografía que permite el aumento de oxígeno disuelto.

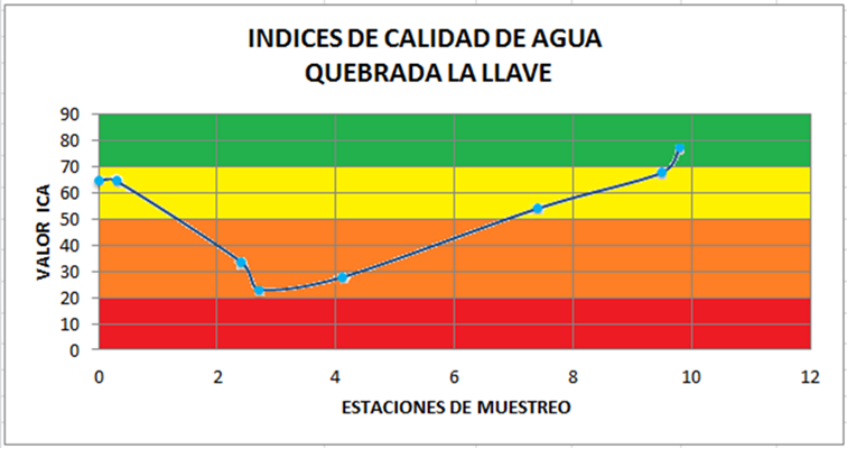
Cuadro N.48 Resultados Índices de calidad de agua en la Quebrada La Llave.

PUNTO DE MUESTREO	VALOR DEL ICA	LONGITUD	LATITUD	ALTURA	CALIDAD	COLOR
PUNTO INICIAL QUEBRADA LA LLAVE	64,51	951236	598527	2962	REGULAR	
ANTES DESCARGA COLECTOR 1	33,64	951196	598169	2891	MALA	
DESPUES DESCARGA COLECTOR 2	23,19	951253	599310	2928	PESIMA	
ACEQUIA	27,76	951889	599969	2877	MALA	
QUEBRADA LA ESPERANZA	54,03	951275	599236	2632	REGULAR	
LA LLAVE PANAMERICANA	67,76	956667	599236	2071	REGULAR	
INTERSECCION RIO GUAITARA	77,46	957039	599402	1924	BUENA	

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

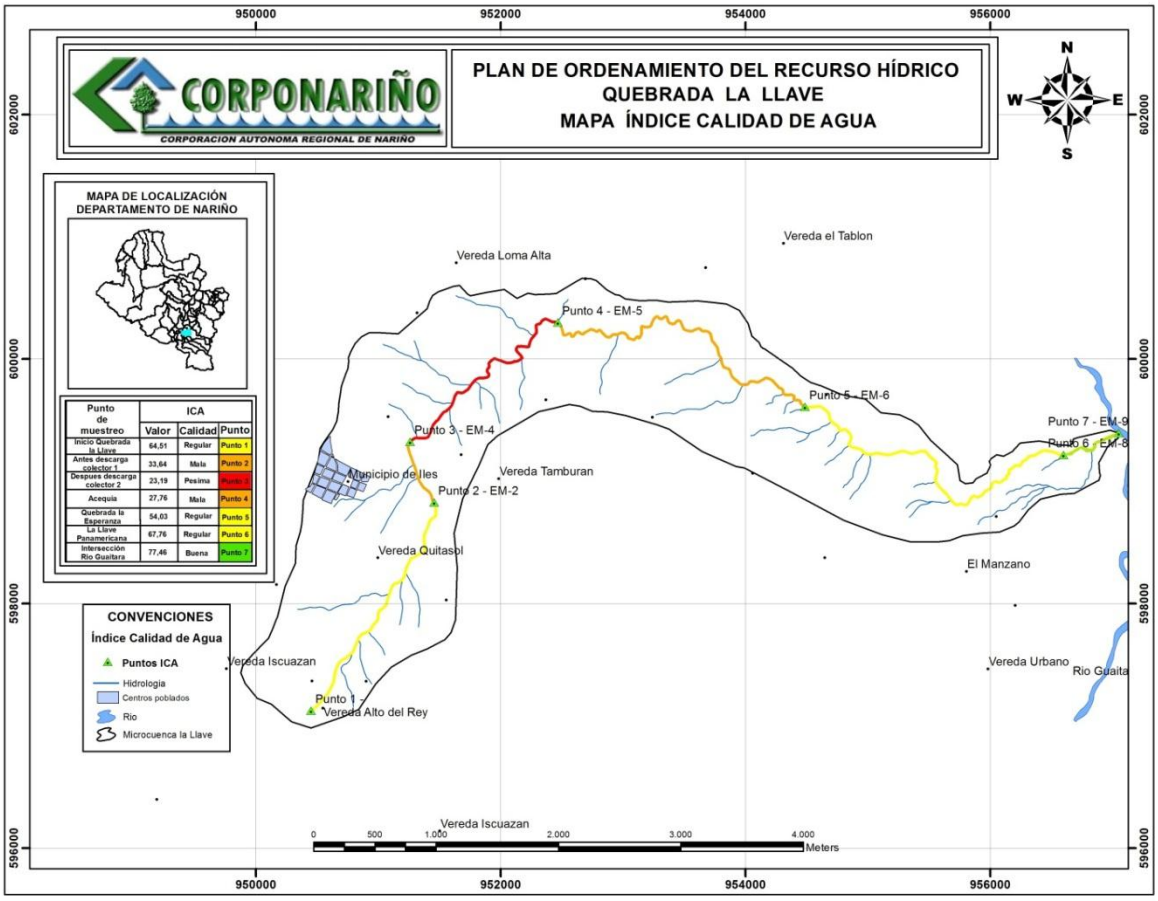
A continuación se presenta la gráfica de Índices de Calidad de Agua de La Quebrada La Llave.

Grafica N.38 Índices de Calidad de Agua Quebrada La Llave.



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Figura N.29 Mapa de Índices de Calidad, Quebrada La Llave.



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

6.8 Modelo de Simulación de Calidad de la Quebrada La Llave – QUAL2K

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.

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

- Ser flexible, es decir, poder adaptarse a las condiciones de diferentes corrientes, puesto que sería algo no viable 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 de 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[23].

6.8.1 Características generales del modelo

Dentro de las principales características del modelo Qual2K se encuentran:

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

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

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

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

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

[23] 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.

- 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 desnitrificación 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.[24]

6.8.2 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.

[24] 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.

- 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 N.30.

- 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 N.31.

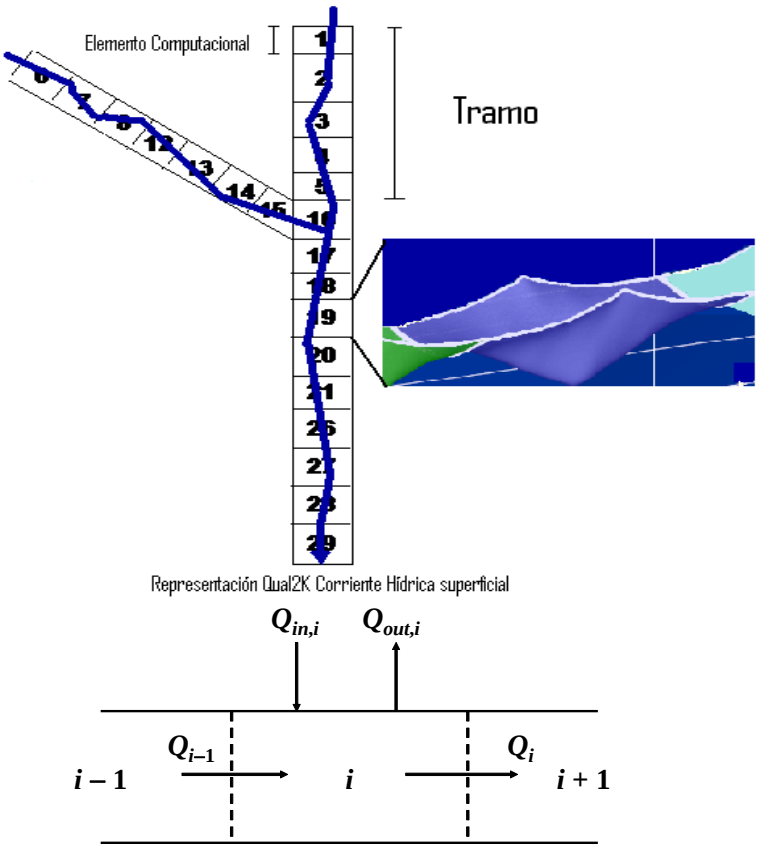
El tiempo de viaje por su parte es determinado con base en la sumatoria de los tiempos de residencia del flujo en cada uno de los elementos computacionales definidos a lo largo de la corriente, lo cual es representado mediante las siguientes ecuaciones:

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

Donde,

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

Figura N.30 Representación Qual2K Corriente Hídrica Superficial.



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013

En donde,

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

Qi: Caudal de Salida del Elemento computacional; Qi-1: Caudal de Entrada del Elemento Computacional; Qin,i:Entrada de Caudal neto lateral por fuentes puntuales y difusas; Qout,i: Salida de Caudal neto lateral por Fuentes puntuales y difusas

- Características Hidráulicas

Las características hidráulicas del sistema están asociadas a como el Qual2K una vez realizado el balance de flujo hace para calcular el tirante y la velocidad en los elementos computacionales. Este modelo tiene tres formas posibles entre las cueles se encuentran: Vertederos, Curvas de relación y las ecuaciones de Manning, siendo estas dos últimas

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

Curvas de Relación

$$U = aQ^b$$
$$H = \alpha Q^{\beta}$$

Donde *a, b,* α *y* β son constantes empíricas, *H* es la profundidad media de la corriente y *U* la velocidad media de la misma.

Ecuaciones de Manning

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

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

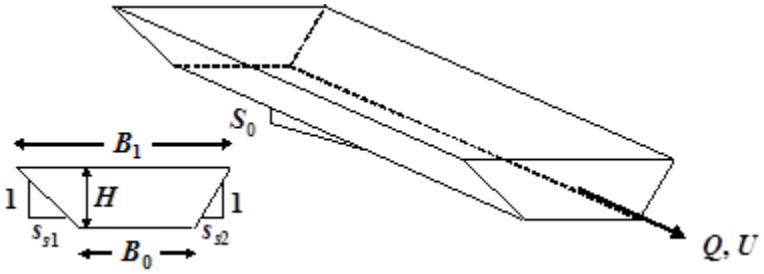
$$P = B_0 + H\sqrt{s_{s1}^2 + 1} + H\sqrt{s_{s2}^2 + 1}$$

En donde,

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

Tal como se muestra en la Figura N.31.

Figura N.31 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:

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

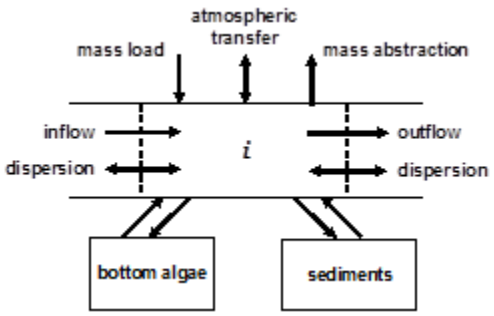
La cual fue desarrollada por Fisher en 1979, en donde:

$E_{p,i}$ = 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 N.32.

Figura N.32 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:

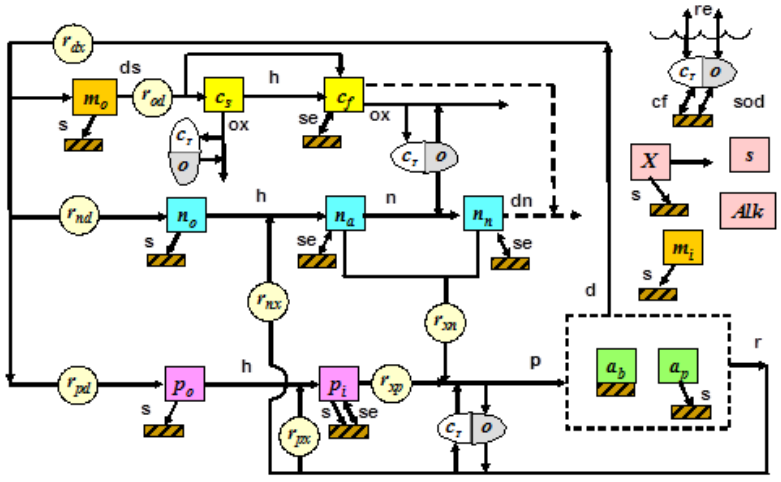
$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial (A_x D_L \partial C / \partial x)}{A_x \partial x} - \frac{\partial (A_x u C)}{A_x \partial x} + \frac{dC}{dt} + \frac{Si}{V}$$

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 N.33, en el esquema se puede apreciar los diferentes procesos asociados a la materia Orgánica, el ciclo del nitrógeno y fósforo principalmente[25] .

Figura N.33 Procesos de Transferencia de Masa y Modelos Cinéticos.



[25] 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.

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.

6.8.3 Información requerida para la corrida del modelo.

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 planimetrica 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.

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[26]

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

Figura N.34 Topología Quebrada La Llave.

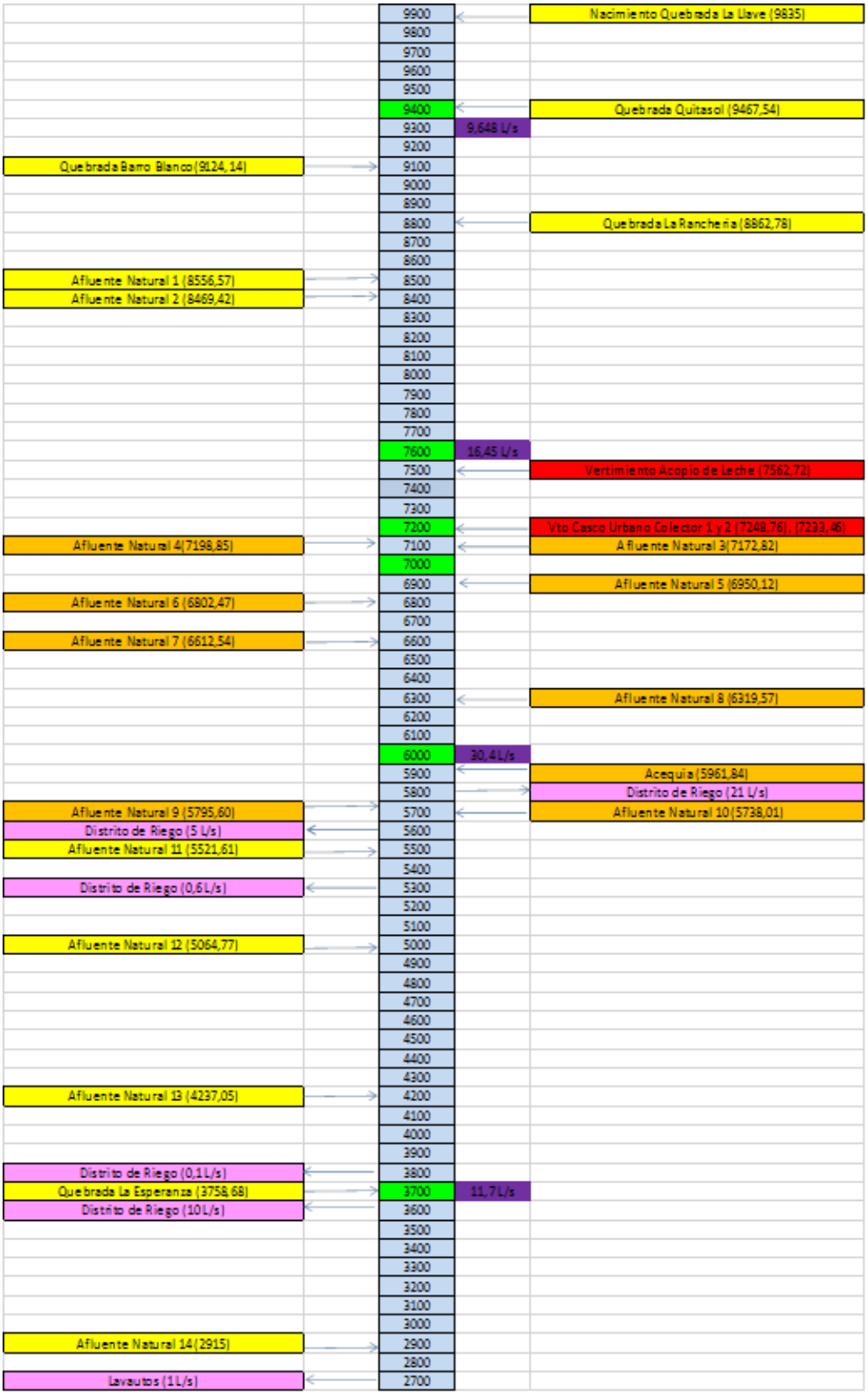
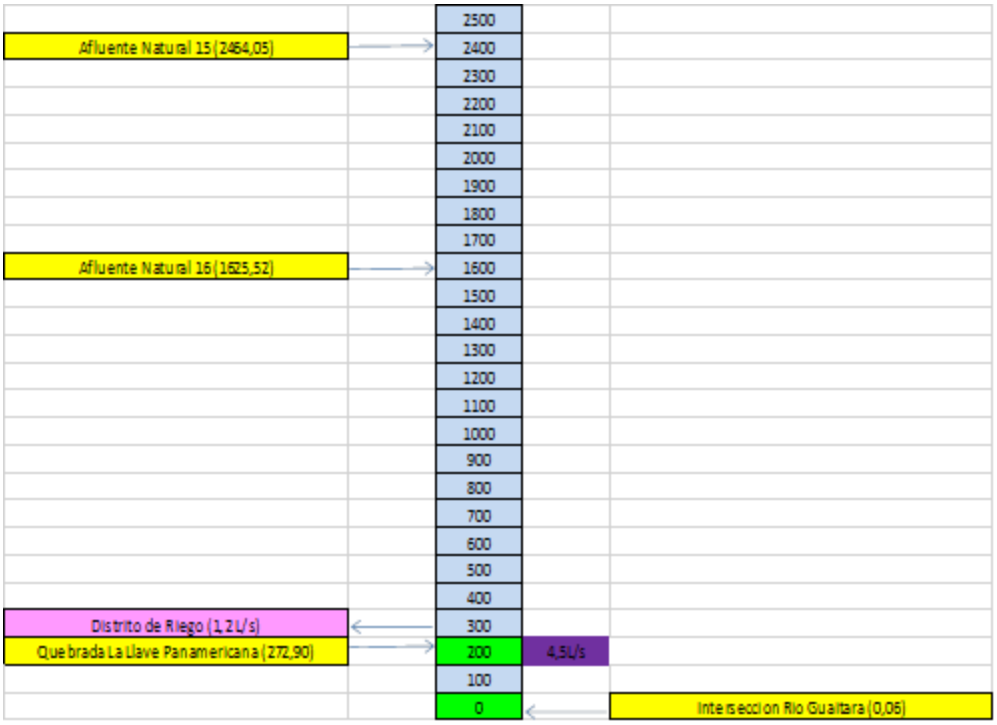


Figura N.34 Continuación.



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

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[27]:

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

Donde:

$U = velocidad\ de\ la\ corriente$

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

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

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

[27] 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.

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.

Dónde:

$C = concentración\ del\ trazador$

$t = tiempo\ de\ medición\ de\ C$

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

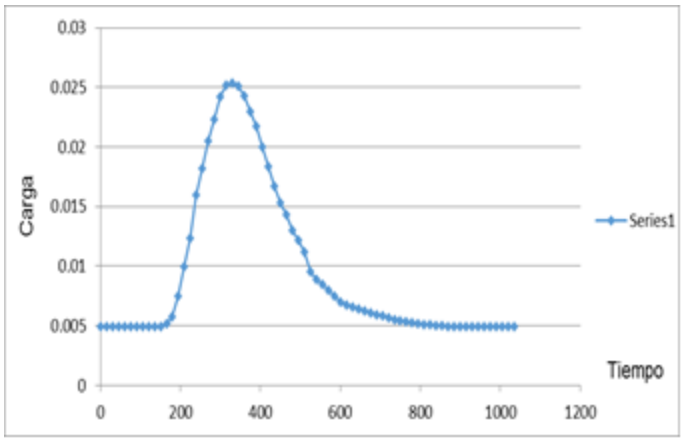
El trazador seleccionado fue Cloruro de Sodio, por sus propiedades conservativas, bajo costo y facilidad de medición a través de la conductividad, para lo cual inicialmente se estableció una curva de relación de conductividad vs concentración de sal, con el fin de inferir correctamente la una de la otra.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

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

- **Velocidad de la corriente**

En las siguientes gráficas se presenta el análisis para la determinación de la velocidad de la corriente, las velocidades resultantes se presentan en cuadro.

Grafica N.39 Resultado prueba de trazadores parte alta Quebrada La Llave.



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.49 Velocidades de la corriente en diferentes tramos de la Quebrada La Llave.

Sitio	Velocidad (m/s)
La llave	0.18

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

- **Relaciones hidráulicas en los elementos computacionales**

Como anteriormente se mencionó, el modelo unidimensional Qual2kw representa una corriente hídrica superficial como una serie de elementos computacionales, los cuales transfieren información relacionada con el flujo en forma consecutiva, lo cual es descrito por variables tales como la velocidad y el tirante, entre otros.

Para efectos de la implementación del modelo de calidad de agua en la corriente, las características o relaciones hidráulicas que definen dicho comportamiento son las curvas de relación, ya que el análisis a través de la corriente se lo hace sobre secciones irregulares y por medio de la selección de sitios representativos para posteriormente extrapolar estas condiciones a lo largo de toda la quebrada.

Dentro de las curvas de relación los parámetros a estimar corresponden a los coeficientes y exponentes de las relaciones profundidad media Vs. Caudal y de velocidad media Vs. Caudal, tal como se muestra en la ecuación 4 y ecuación 5 del presente informe. Los valores estimados para los diferentes sitios estudiados son mostrados en el siguiente cuadro.

Cuadro N.50 Coeficientes Hidráulicos quebrada La llave.

Sitio	H-Q		V-Q	
	A	β	a	B
La Llave	0.459	0.2246	1.460	0.601

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Calidad de agua de Afluentes

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

Cuadro N.51 Calidad de agua afluentes de la quebrada La llave.

		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- Co
	Vertimientos	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/10
1	Descarga Casco Urbano Colector 1	12	14	7.2	468	538	398	140	113	91.8	0.2	9.45	20.5	-	191.7	373.19	11000000	55000

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

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.

Cuadro N.52 Calidad de agua en diferentes puntos de la quebrada La Llave

		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
ORDEN EN TOPOLOGIA	**Sobre rio**	LPS	°C	unid	us/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg CaCO3/l	mg N-NO3/l	mg PO4/l	mg N/l	mg O2/l	mg O2/l	mg O2/l	UFC/100ml	UFC/100ml
1	Punto InicialQuebrada Quitasol	9.65	14	7.27	79	188	178	10	10	30	0.71	0.1	1	7.1	3.8	20	10000	4000
2	Antes Descarga Colector 1	16.06	14	7	89.8	222	211.5	10.5	3.5	32	0.4	0.1	1	6.63	3.8	20	18000	12000
4	Despues Descarga Colector 2	33	14	7.23	202	354	336.5	17.5	72.5	40.4	0.2	3.28	8.96	2.33	138.3	257.37	530000	2700000
5	Acequia	38	14	7.23	227	312	301	11	10	38	0.2	4.48	7.39	4.06	139.54	2252.88	8100000	2700000
6	La Esperanza	12	14	7.23	162	178	162	16	10	32	1.81	0.82	1	6.68	8.11	24.28	5000	3000
7	La Llave Panamericana	5	15	7.23	194	184	174	10	10	40.2	1.13	0.25	1.01	7.57	3.8	20	60000	1000
8	Intersección Río Guaitara	4.8	15	7.23	218	188	178	10	10	68	1.21	0.29	1	6.83	3.8	20	20000	20

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Constantes de Reacción

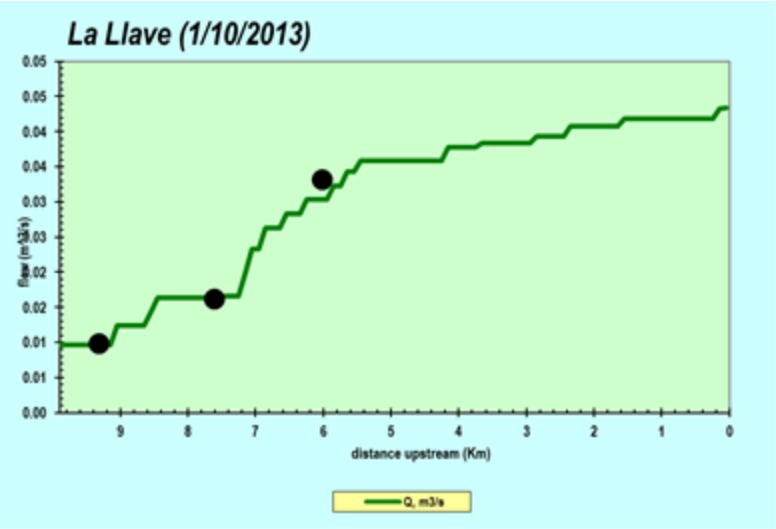
Los valores de las constantes de reacción fueron determinados mediante el proceso de ensayo y Error. En general el procedimiento consistió en hallar primero el valor de las constantes de reaireación y de degradación Carbonácea mediante comparación de las curvas establecidas por el modelo y los valores establecidos con los puntos de calibración. Posteriormente se determinó el valor de las constantes relacionadas con los diferentes estados del nitrógeno, lo cual involucra el paso del Nitrógeno Orgánico a Nitrógeno Amoniacal, este a su vez a Nitritos y Nitratos, entre otras. Los valores encontrados fueron:

- Reaireación: 60 d-1
- Constante de Hidrolisis de la DBO lenta: 2 d-1
- Constante de Oxidación de la DBO lenta: 2 d-1
- Constante de Oxidación de la DBO rápida: 2 d-1
- Constante de Hidrólisis de Nitrógeno Orgánico a NH3: 0.4 d-1
- Constante de Nitrificación: 1 d-1
- Constante de Denitrificación: 2 d-1
- Constante de Hidrólisis de Fósforo Orgánico: 2 d-1
- Constante de Disolución de Detritus: 1 d-1
- Constante de Decaimiento de patógenos: 1 d-1

6.8.4 Resultados de Calibración

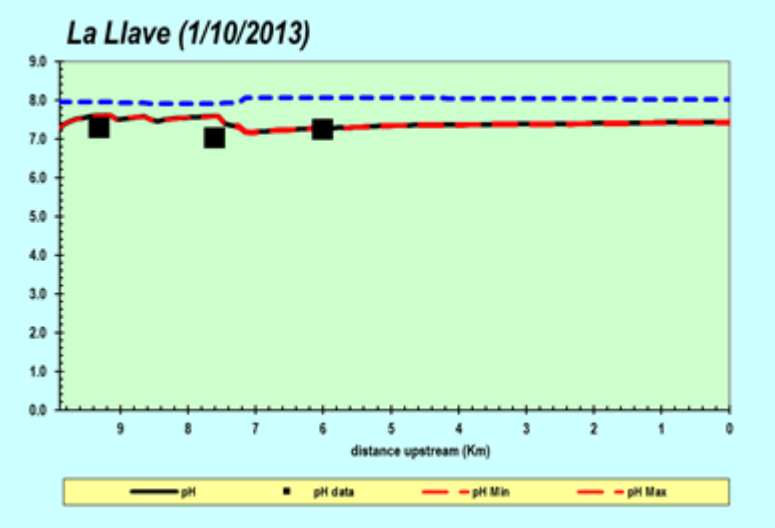
A continuación en las siguientes figuras se presentan los principales resultados del proceso de calibración del modelo. Las variables presentadas son: Caudal (m3/s), pH, temperatura, conductividad, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, materia orgánica de rápida degradación, materia orgánica de lenta degradación, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitratos, fosforo orgánico y coliformes totales.

Grafica N.40 Resultado de Calibración de Caudal quebrada La llave - Modelo Qual2kw.



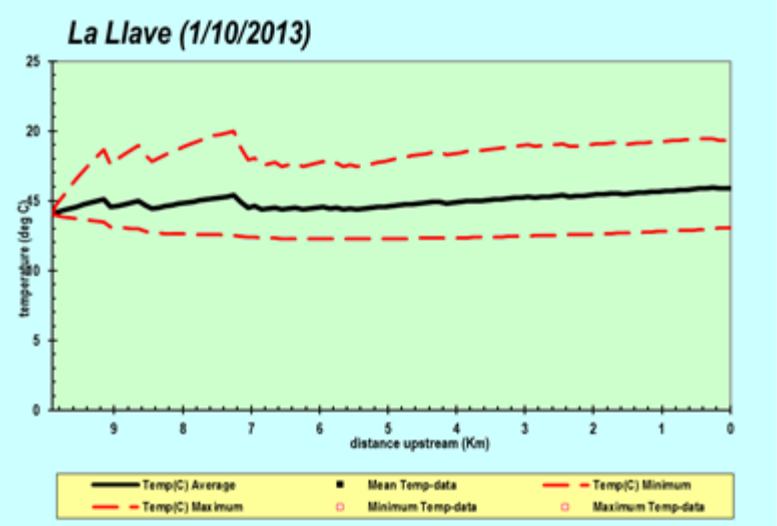
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.41 Resultado de Calibración de pH quebrada La llave- modelo Qual2kw



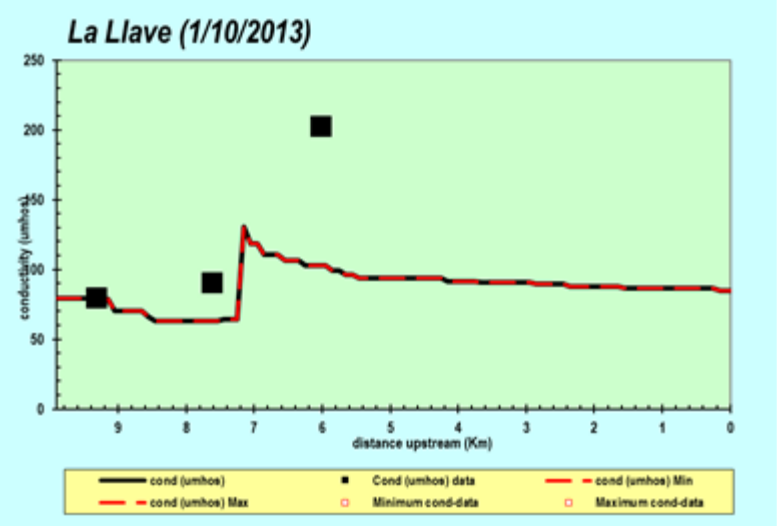
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.42 Resultado de Calibración de Temperatura quebrada La Llave - Modelo Qual2kw.



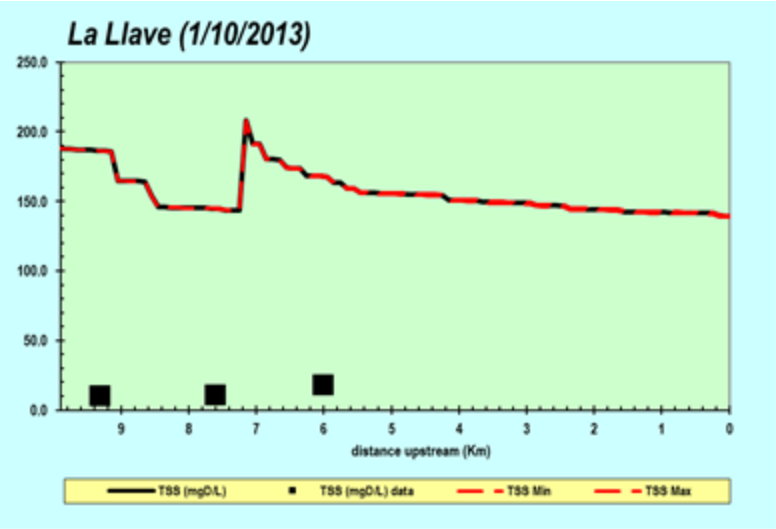
Fuente: Este estudio. Corporariño 2013.

Grafica N.43 Resultado de Calibración de Conductividad quebrada La llave- modelo Qual2kw.



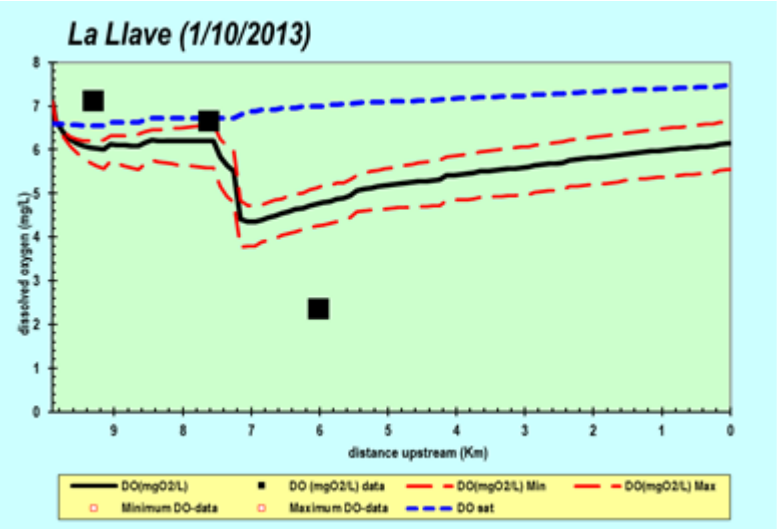
Fuente: Este estudio. Corporariño 2013.

Grafica N.44 Resultado de Calibración de SST quebrada La llave- modelo Qual2kw.



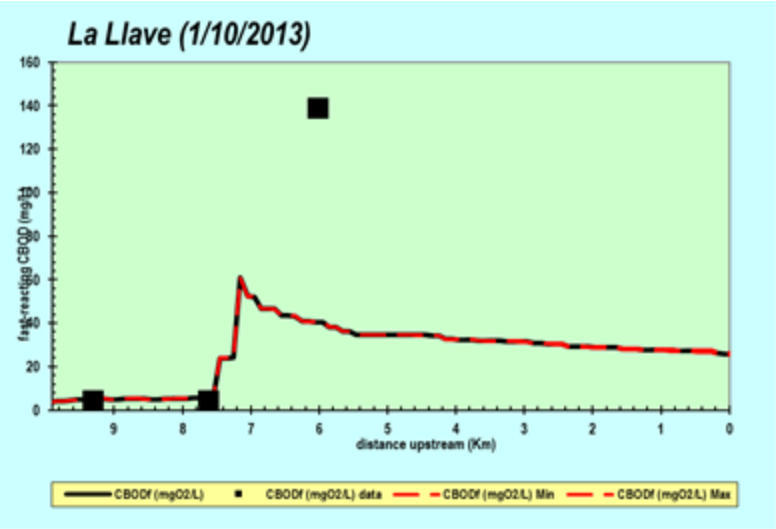
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.45 Resultado de Calibración de Oxígeno Disuelto quebrada La llave - Modelo Qual2kw.



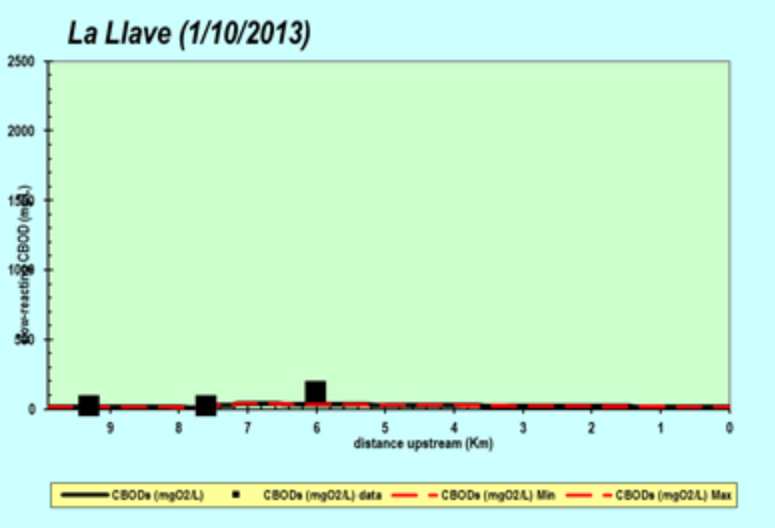
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.46 Resultado de Calibración de la materia orgánica de rápida degradación quebrada La llave- modelo Qual2kw.



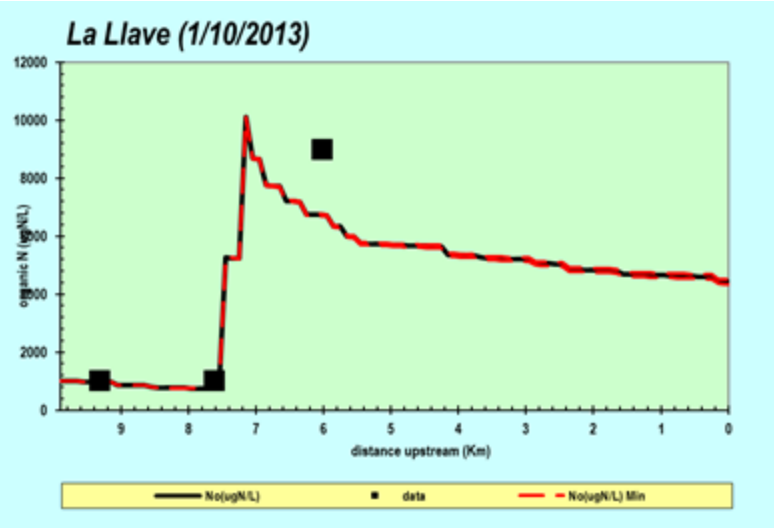
Fuente: Este estudio. Corporariño 2013.

Grafica N.47 Resultado de Calibración de la materia orgánica de lenta degradación quebrada La Llave- modelo Qual2kw.



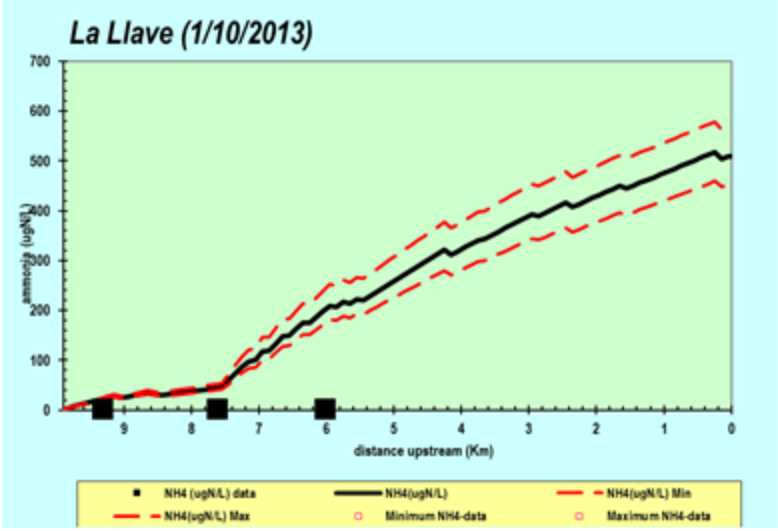
Fuente: Este estudio. Corporariño 2013.

Grafica N.48 Resultado de Calibración de Nitrógeno Orgánico quebrada La llave - Modelo Qual2kw.



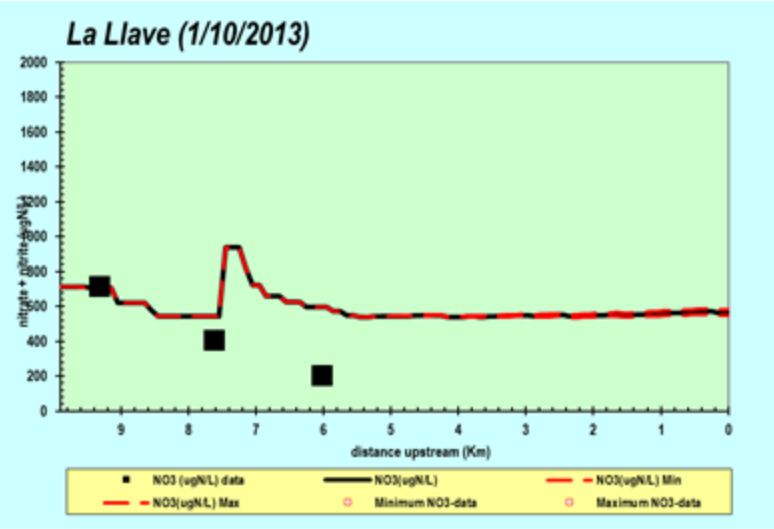
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.49 Resultado de Calibración de Nitrógeno Amoniacal quebrada La Llave- modelo Qual2kw.



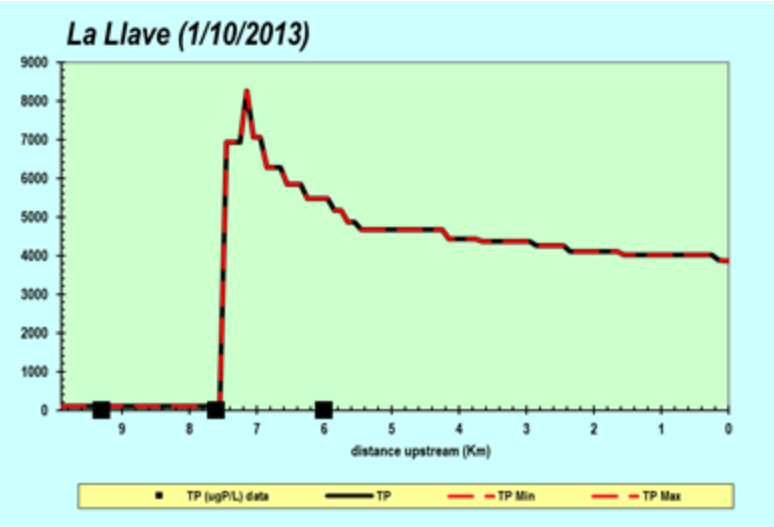
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.50 Resultado de Calibración de Nitratos quebrada La Llave - Modelo Qual2kw.



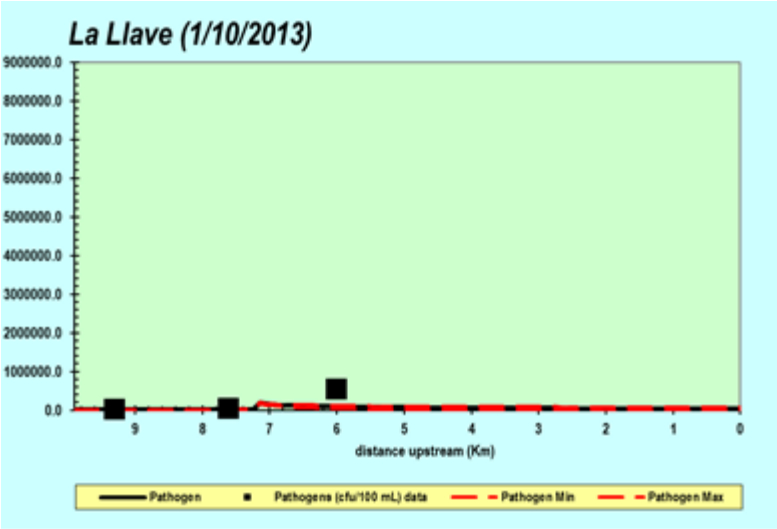
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.51 Resultado de Calibración de Fósforo Total quebrada La Llave - Modelo Qual2kw.



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.52 Resultado de Calibración de Coliformes Totales quebrada La Llave - Modelo Qual2kw.



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

7. PROSPECTIVA



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

La generación de escenarios prospectivos (Ideal y Factible) consiste en la división o fragmentación del Cauce principal de la corriente hídrica objeto de ordenamiento en tramos que se definen de acuerdo a los usos actuales y potenciales determinados en la etapa diagnostica, los cuales están regidos por unos criterios de calidad del recurso hídrico estipulados por la Normatividad Ambiental Vigente de carácter Nacional. Una vez definidos los tramos, se corre el modelo de calidad simulando unas condiciones de tratamiento y remoción de cargas contaminantes sobre las entradas o descargas de aguas residuales, hasta niveles o porcentajes óptimos que permitan restablecer y mantener la calidad del agua del cauce principal de la Quebrada La Llave, 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 2016, 2018 y 2023 siendo el último año proyectado, el que reúne la materialización de todas las obras y actividades relacionadas con el tratamiento y eliminación de puntos de vertimiento, razón por la cual los Objetivos de Calidad del cauce principal de la Quebrada La Llave 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 La Llave, 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.

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 para la recuperación en cuanto a calidad y cantidad de la Quebrada La Llave.

Necesidades de la comunidad:

- Agua potable en buena calidad y cantidad
- Construcción y ampliación del alcantarillado
- Agua para el uso exclusivo de ganadería y agricultura
- Reforestación para protección de los nacimientos de agua y ronda hídrica
- Generar conciencia del cuidado del agua
- Gestión y mayor participación de las autoridades civiles, ambientales y policiacas para el cuidado de los recursos naturales
- Mayor control en las licencias y permisos ambientales
- Medidas de sanción a industrias y personas que contaminen el agua
- Crear espacios para la recreación
- Ganadería tecnificada y sostenible con los recursos naturales

Intereses de la comunidad:

- Descontaminación desde el sitio de nacimiento de la quebrada
- Crear un parque ambiental utilizando y reforestando 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, mediante un grupo de personas de la zona

Acciones por parte de los actores involucrados:

Alcaldía Municipal de ILES:
- Inversión para la recuperación del recurso hídrico
- Inversión en sistemas de tratamiento, pozos sépticos
- Inversión en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Autoridad Ambiental CORPONARIÑO:
- Implementar el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada La Llave
- Contribuir al desarrollo sostenible de la región

- Adelantar gestiones para la descontaminación de la quebrada y mejoramiento del medio ambiente.

Comunidad:
- Organización de la Comunidad en cada sector para el cuidado y mantenimiento de la Quebrada La Llave
- Participación comunitaria
- Gestión para el desarrollo de actividades de educación ambiental ante la Secretaria de Ambiente, CORPONARIÑO, Policía Ambiental, otros organismos.
- Lograr mejor calidad de vida, mayores ingresos con menos impacto a la naturaleza
- Efectuar campañas de limpieza de los afluentes naturales y cauce principal de la Quebrada La Llave
- 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

Posibles Soluciones planteadas por la comunidad:

- Seguimiento para la descontaminación desde el sitio de nacimiento de la Quebrada La Llave.
- Crear un parque ambiental utilizando y reforestando las riveras de la Quebrada
- Formular y ejecutar proyectos de saneamiento Básico
- Construcción e implementación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales
- 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

Actores Involucrados:

- Autoridades Gubernamentales
- Alcaldía de Iles
- CORPONARIÑO
- Policía Ambiental
- Juntas de acción Comunales
- Juntas de Acueducto

Criterios de calidad para los usos actuales y potenciales del recurso hídrico.

Usos Actuales y Potenciales del Cauce Principal de la Quebrada La Llave:

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

Cuadro N.52 Usos Actuales y Potenciales Del Cauce Principal de la Quebrada La Llave.

USO	DESCRIPCIÓN USO ACTUAL	DESCRIPCIÓN USO POTENCIAL
Agrícola	Uso actual presentado en la parte alta y en la parte baja de la Quebrada.	Uso potencial presentado en la parte alta y en la parte baja de la Quebrada.
Estético Urbano	Uso actual definido principalmente para el tramo urbano del Municipio de Iles.	Uso potencial definido principalmente para el tramo urbano del Municipio de Iles.

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

De acuerdo a la definición de los criterios de calidad sobre el cauce principal de la Quebrada La Llave, 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).

Criterios de Calidad establecidos para los Usos Asignados

Los criterios de calidad acorde con lo estipulado en el artículo 9 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.

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 de la Quebrada La Llave un cuadro basado en criterios de calidad obtenidos algunos de la Norma Nacional y otros adaptados

de Normas Ambientales de aplicación Internacional, utilizando fundamentos técnicos encaminados a la escogencia de valores adecuados y restrictivos.

Cuadro N.53 Criterios de Calidad para usos Actuales y Potenciales Quebrada La Llave

USOS	CRITERIOS DE CALIDAD
Agrícola (Riego)	• 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 6,5 Y 8,5 • OD > 6 mg/L • DBO5 < 5mg/L • SST < 5 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 1000 microorg. /100 ml. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 3930/2010 articulo 13
Estético Urbano	• Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana. • Ausencia de grasas y aceites que formen película visible. • Ausencia de sustancias que produzcan olor. • Eliminación de depósitos de lodos orgánicos • Reducción de la carga orgánica • Mejorar levemente los niveles de Oxígeno Disuelto de la fuente en el tramo o sector específico • OD > 5 mg/L • DBO5 < 15 mg/L • SST < 40 mg/l. • Coliformes Totales ≤ 5000 microorg. /100 ml. • Coliformes fecales ≤ 2000 microorg. /100 ml. • Cumplimiento Sustancias de Interés Sanitario Decreto 3930/2010

Fuente: Decreto 3930 de 2010.

Definición de tramos de calidad sobre el cauce principal

Considerando los múltiples usos del recurso hídrico asignados, el cauce principal de la Quebrada La Llave, se ha divido en dos (2) tramos de calidad organizados desde el nacimiento en la vereda Alto del Rey hasta su desembocadura al Río Guaitara.

Cuadro N.54 Definición de tramos en la corriente principal de la Quebrada La Llave

TRAMO	USOS	DISTANCIAS	
I	Agrícola	Punto Inicial: Quebrada Quitasol	Desde el punto 0,3 Km
		Punto Final: Antes del Vertimiento de Acopio de Leche	Hasta los 2,1 Km
II	Estético Urbano	Punto Inicial: Vertimiento de Acopio de Leche	Desde el punto 2,2 Km
		Punto Final: Afluente Natural 6	Hasta los 3,0 Km
III	Agrícola	Punto Inicial: Afluente Natural 7	Desde el punto 3,1 Km
		Punto Final: Q. La Llave Panamericana	Hasta los 9,6 Km

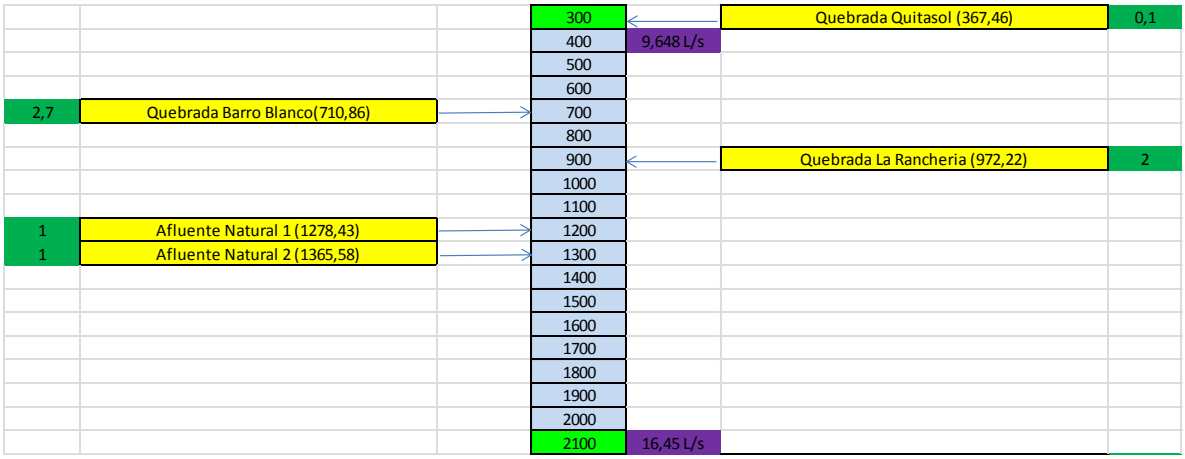
Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.55 Tramo de calidad I: Agrícola.

TRAMO	USOS	DISTANCIAS	
I	Agrícola	Punto Inicial: Quebrada Quitasol	Desde el punto 0,3 Km
		Punto Final: Antes del Vertimiento de Acopio de Leche	Hasta los 2,1 Km

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Figura N.35 Topología del tramo de calidad I: Agrícola.



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Zona Alta: Se ubica desde el nacimiento de la Quebrada La Llave hasta antes del primer vertimiento del acopio de leche.

La zona alta de la microcuenca está dedicada especialmente a cultivos misceláneos, es decir pequeñas y grandes áreas del suelo destinadas a la producción de diferentes cultivos como papa, trigo, cebada, maíz, frijol, arveja, ciertos frutales y pastizales para la ganadería.

En esta zona se presenta riego de pastos, siendo predominantes los pastos naturales, son la fuente más económica en la producción ganadera, por tanto se lo considera como un cultivo permanente. Cubren una extensión de 1369.92 Ha, son zonas frías donde sobresale el pasto kikuyo destinado para producción ganadera. No se registran extensiones de pasturas tecnificadas sin embargo en escazas fincas se encuentran pastos de corte o corte puntero y brachiaria en menor proporción. Se puede identificar este tipo de cobertura en las veredas de El Comúm, Loma de Argotis y Urbano.

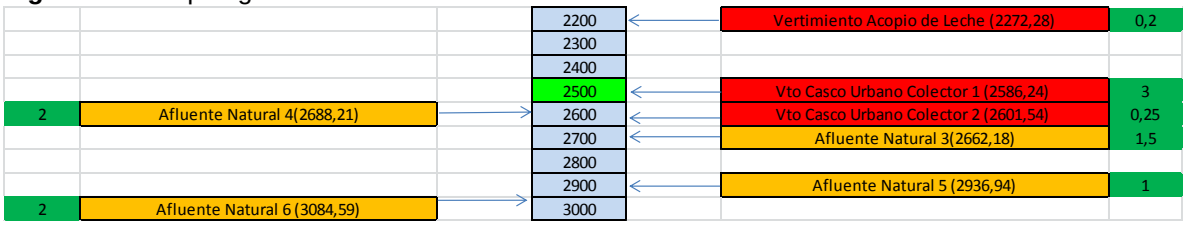
El agua es consumida por vacas, caballos, y perros en los accesos y orillas del río.

Cuadro N.56 Tramo de calidad II: Estético Urbano

TRAMO	USOS	DISTANCIAS	
II	**Estético Urbano**	Punto Inicial: Vertimiento de Acopio de Leche	Desde el punto 2,2 Km
		Punto Final: Afluente Natural 6	Hasta los 3,0 Km

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Figura N.36 Topología del tramo de calidad II : Estético Urbano



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Zona Media: El tramo estético urbano, se define desde el Vertimiento del Acopio de Leche hasta el afluente natural 6.

La zona media del cauce principal de la Quebrada La Llave es receptora de vertimientos domésticos e industriales. En esta área se genera intervención antrópica, pasando por el

casco urbano del municipio de Iles y contemplando los vertimientos del acopio de leche y los vertimientos directos al cauce de los colectores del alcantarillado del casco urbano.

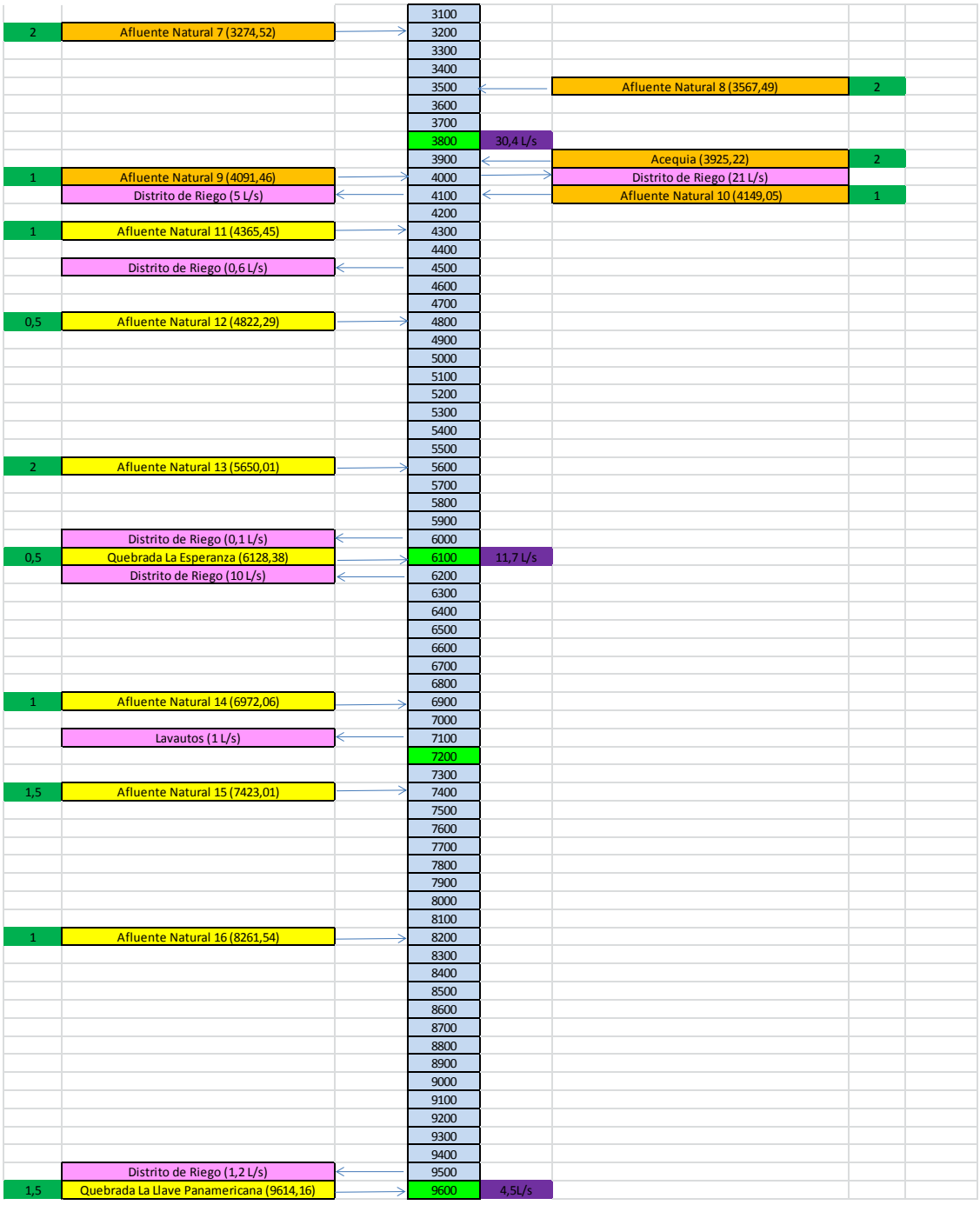
En esta zona el suelo se dedica en ciertos sectores al riego de pastos y algunos cultivos de papa y trigo.

Cuadro N.57 Tramo de calidad IIi: Agrícola

TRAMO	USOS	DISTANCIAS	
III	**Agrícola**	Punto Inicial: Afluente Natural 7	Desde el punto 3,1 Km
		Punto Final: Q. La Llave Panamericana	Hasta los 9,6 Km

Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Figura N.37 Topología del tramo de calidad III: Agrícola.

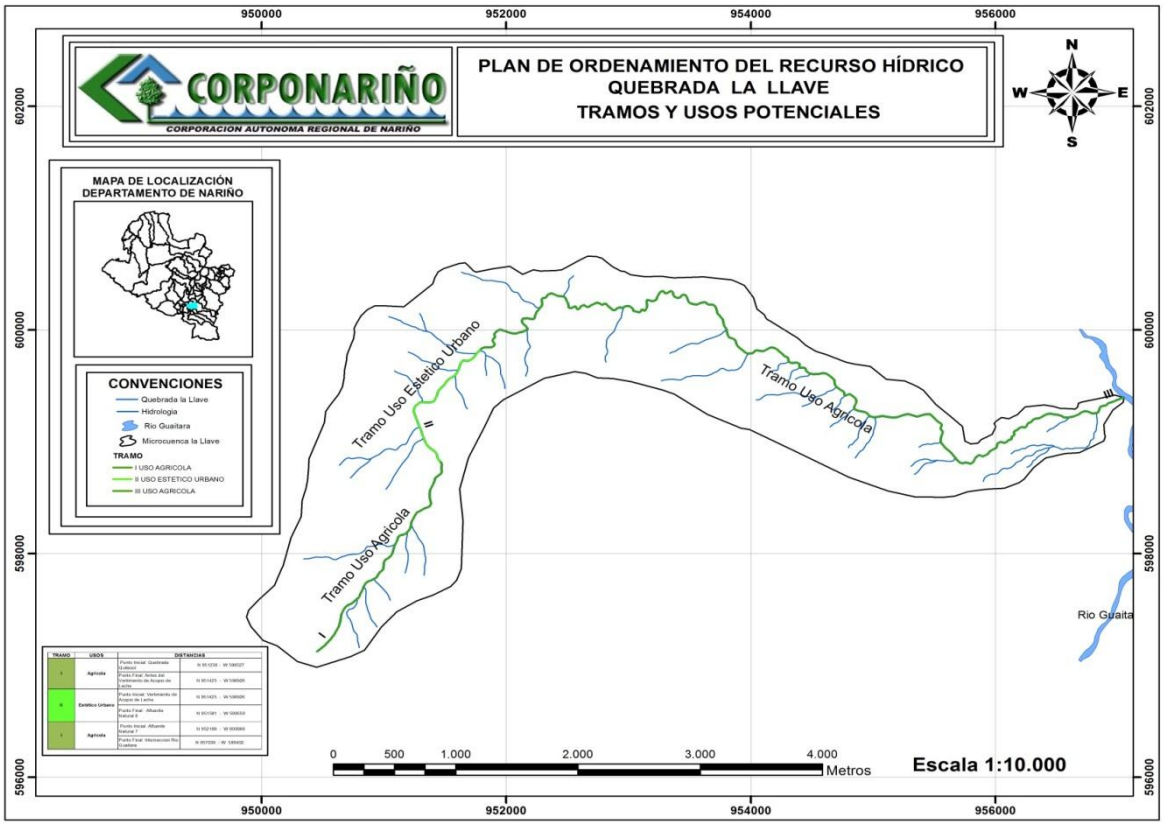


Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Zona Baja: Este es el tramo más largo y comprende desde el afluente natural 7 hasta la quebrada La Llave Panamericana denominada así porque finaliza en la vía panamericana.

Esta zona baja es destinada para ciertos cultivos agrícolas como cebada y trigo, y principalmente para el riego de cebolla, esto lo hacen mediante captaciones directas del cauce generando un gran impacto ambiental al disminuir considerablemente el caudal de la quebrada y el caudal ambiental. Es importante resaltar que la calidad del agua no es apta para riego.

Figura N.38 Mapa de ubicación de tramos de usos potenciales.



Fuente: Este estudio. Corponariño 2013.

Escenarios de calidad sobre el cauce principal

Teniendo en cuenta la continuación de la situación actual con el transcurrir de los años o la implementación de instrumentos de administración y control del recurso hídrico para la recuperación y mantenimiento de la calidad óptima del cauce principal de la Quebrada La Llave, los Escenarios de Calidad se dividen en Tendencial, Ideal y Factible.

Escenario Actual

A continuación se presentan las gráficas de DBO y OD resultantes de la corrida del modelo STREETER AND PHELEPS para el escenario actual, con base en la siguiente tabla de cargas.

Cuadro N.58 Concentraciones, Caudales de descarga y cargas sobre el cauce principal Quebrada La Llave. Escenario Actual 2013.

CODIGO	USUARIOS	X	Y	H	Población 2013	DOTACION (L/hab/dia)	caudal lps	ACIDEZ [ ] mg/l	ALCALINIDAD TOTAL [ ] mg/l	DUREZA TOTAL [ ] mg/l	CLORUROS [ ] mg/l	FOSFATOS [ ] mg/l	NITRITOS [ ] mg/l	NITRATOS [ ] mg/l	SULFATOS [ ] mg/l	SAAM - DETERGENTES [ ] mg/l	FOSFORO TOTAL [ ] mg/l
QL-1	Quebrada Quitasol	951236	598527	2962			0,10	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,3	0,90	0,30	0,10
QL-2	Quebrada Barro Blanco	950836	597634	2958			2,70	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10
QL-3	Quebrada La Rancheria	950995	597840	2950			2,00	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10
QL-4	Afluente Natural 1 y 2 (Antes descarga colector 1)	951196	598169	2891			2,00	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10
V - 1	Vertimiento Acopio de Leche	951425	598926	2931			0,20	1150,00	234,00	1390,00	923,00	345,00	0,80	33,44	293,00	0,50	566,00
V - 2	Vertimiento Casco Urbano Colector 1	951304	599209	2890	1934	135	3,0	85,00	100,00	110,00	50,00	3,62	0,07	0,20	59,80	5,40	15,00
V - 3	Vertimiento Casco Urbano Colector 2	951311	599233	2885	160	135	0,25	85,00	100,00	110,00	50,00	3,62	0,07	0,20	59,80	5,40	15,00
QL-5	Afluente Natural 3 y 4 (Despues descarga colector 2)	951253	599310	2928			3,5	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24
QL-6	Afluente Natural 5 y 6	951581	599550	2907			3	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24
QL-7	Afluente Natural 7	952189	600066	2889			2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24
QL-8	Afluente Natural 8	951898	599898	2880			2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24
QL-9	Acequia	951889	599969	2877			2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24
QL-10	Afluente Natural 9 y 10	952343	600218	2855			2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24
QL-11	Afluente Natural 11 y 12	952961	600194	2795			1,5	3,00	20,00	50,00	1,8	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-12	Afluente Natural 13	953690	600167	2622			2	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-13	Quebrada La Esperanza	951275	599236	2632			0,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-14	Afluente Natural 14	954706	599515	2652			1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-15	Afluente Natural 15	955039	599230	2649			1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-16	Afluente Natural 16	955650	598884	2631			1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-17	Quebrada La Llave Panamericana	956667	599236	2071			1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-18	Intersección Río Guaitara	957039	599402	1924			0,1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10

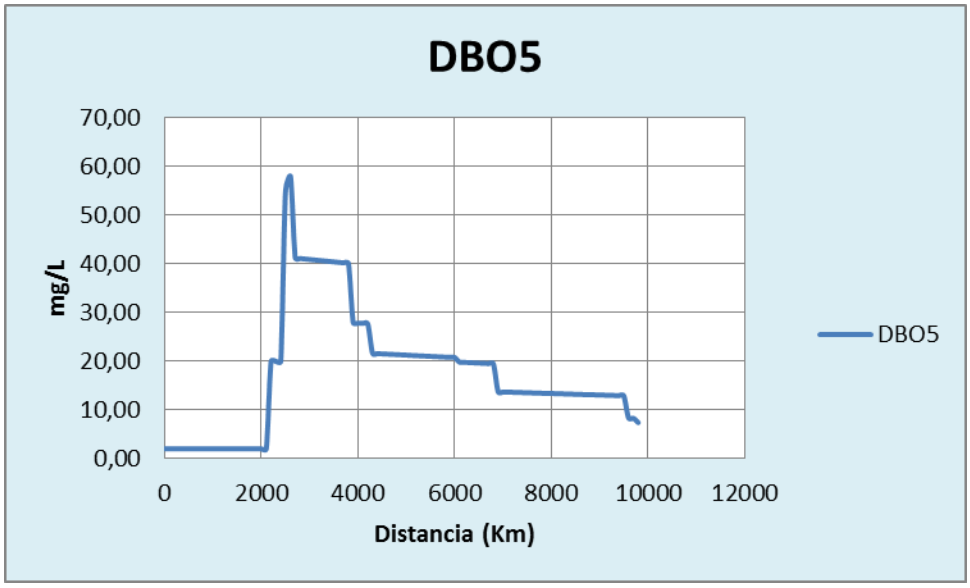
Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.58 Continuación.

CODIGO	NITROGENO NTK [ ] mg/l	[] (SST) (mg/L) teorica (RAS)	[] (DBO5) (mg/L) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/L) teorica (RAS)	Coliformes Fecales	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTALCARGA Kg/dia	DUREZA TOTALCARGA 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	Carga Teorica SS (Kg/dia)	Carga Teorica DBO (kg/dia)	Carga Teorica GYA (kg/dia)
QL-1	0,50	18	2	1	300	0,0259	0,1728	0,4320	0,0156	0,0008	0,0004	0,0026	0,0078	0,0026	0,0009	0,0043	0,1555	0,0173	0,0086
QL-2	0,50	18	2	1	300	0,6998	4,6656	11,6640	0,4199	0,0210	0,0117	0,0700	0,2100	0,0700	0,0233	0,1166	4,1990	0,4666	0,2333
QL-3	0,50	18	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
QL-4	0,50	18	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
V - 1	376,00	1200	1500	300	1000	19,8720	4,0435	24,0192	15,9494	5,9616	0,0138	0,5778	5,0630	0,0086	9,7805	6,4973	20,7360	25,9200	5,1840
V - 2	35,00	250	250	50	1000000	22,1927	26,1090	28,7199	13,0545	0,9451	0,0183	0,0522	15,6132	1,4099	3,9164	9,1382	65,2725	65,2725	13,0545
V - 3	35,00	250	250	50	1000000	1,8360	2,1600	2,3760	1,0800	0,0782	0,0015	0,0043	1,2917	0,1166	0,3240	0,7560	5,4000	5,4000	1,0800
QL-5	0,80	24	3,9	10	1000	1,5725	12,2170	30,2400	0,6199	0,0635	0,0212	0,0514	0,3266	0,1512	0,0726	0,2419	7,2576	1,1794	3,0240
QL-6	0,80	24	3,9	10	1000	1,3478	10,4717	25,9200	0,5314	0,0544	0,0181	0,0441	0,2799	0,1296	0,0622	0,2074	6,2208	1,0109	2,5920
QL-7	0,80	24	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-8	0,80	24	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-9	0,80	24	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-10	0,80	24	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-11	0,50	18	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-12	0,50	18	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
QL-13	0,50	18	2	1	300	0,1296	0,8640	2,1600	0,0778	0,0039	0,0022	0,0130	0,0389	0,0130	0,0043	0,0216	0,7776	0,0864	0,0432
QL-14	0,50	18	2	1	300	0,2592	1,7280	4,3200	0,1555	0,0078	0,0043	0,0259	0,0778	0,0259	0,0086	0,0432	1,5552	0,1728	0,0864
QL-15	0,50	18	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-16	0,50	18	2	1	300	0,2592	1,7280	4,3200	0,1555	0,0078	0,0043	0,0259	0,0778	0,0259	0,0086	0,0432	1,5552	0,1728	0,0864
QL-17	0,50	18	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-18	0,50	18	2	1	20	0,0259	0,1728	0,4320	0,0156	0,0008	0,0004	0,0026	0,0078	0,0026	0,0009	0,0043	0,1555	0,0173	0,0086

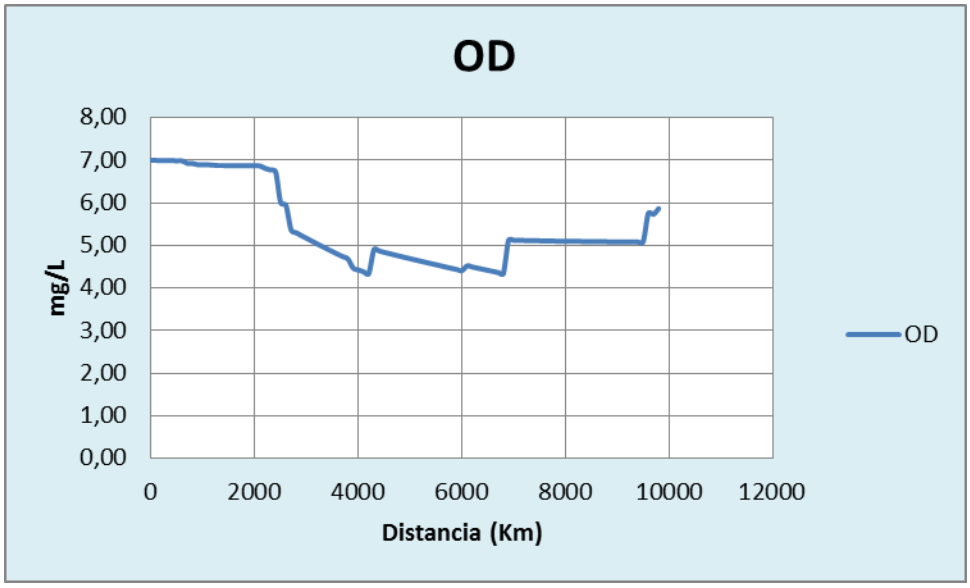
Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.53 Comportamiento de Demanda Bioquímica de Oxigeno DBO – Escenario Actual



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.54 Comportamiento de Oxígeno Disuelto OD – Escenario Actual



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013

En el escenario actual, los picos de mayor alteración de la calidad del agua de la corriente superficial se presentan a partir de la descarga industrial del acopio de leche del municipio

de Iles, seguido a ello se presentan las descargas domésticas del sistema de alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles. A medida que el cauce sigue su recorrido entran a formar parte de la quebrada varios afluentes naturales que aportan caudal y permiten una buena recuperación y asimilación de oxígeno disuelto haciendo que la materia orgánica se descomponga y se de una disminución de DBO notoria hasta desembocar en el Río Guaitara. La topografía del terreno también contribuye a la mejora de la calidad del agua de la fuente hídrica.

ESCENARIO TENDENCIAL

Corresponde a una proyección del escenario de calidad actual - 2013 del cauce principal de la Quebrada La Llave, considerando un aumento poblacional calculado para el año 2023.

El escenario fue modelado para los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxigeno – DBO y Oxígeno Disuelto – OD, simulando un crecimiento poblacional a diez (10) años de los núcleos poblados que descargan al cauce principal de la Quebrada La Llave, considerando que la mayor cantidad de vertimientos que recibe la fuente superficial son de origen doméstico.
Para el cálculo de la población se utilizó 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 periodo*
r : *Tasa media anual de crecimiento poblacional*
n: *Tiempo o año final*

Con la proyección de población se calcularon los caudales y concentraciones tendenciales para cada una de las entradas o descargas domésticas, y se corrió nuevamente el modelo para obtener el comportamiento de la DBO y OD en el año 2023.

A continuación se presenta la tabla de cargas proyectada para el año 2023.

Cuadro N.59 Concentraciones, caudales de descarga y cargas sobre el cauce principal Quebrada La Llave. Escenario Tendencial 2023.

CODIGO	USUARIOS	X	Y	H	Población 2023	DOTACION (L/hab/dia)	caudal lps	ACIDEZ [ ] mg/l	ALCALINIDAD TOTAL [ ] mg/l	DUREZA TOTAL [ ] mg/l	CLORUROS [ ] mg/l	FOSFATOS [ ] mg/l	NITRITOS [ ] mg/l	NITRATOS [ ] mg/l	SULFATOS [ ] mg/l	SAAM - DETERGENTES [ ] mg/l	FOSFORO TOTAL [ ] mg/l
QL-1	Quebrada Quitasol	951236	598527	2962			0,10	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10
QL-2	Quebrada Barro Blanco	950836	597634	2958			2,70	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10
QL-3	Quebrada La Rancheria	950995	597840	2950			2,00	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10
QL-4	Afluente Natural 1 y 2 (Antes descarga colector 1)	951196	598169	2891			2,00	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10
V - 1	Vertimiento Acopio de Leche	951425	598926	2931			0,21	1150,00	234,00	1390,00	923,00	345,00	0,05	33,44	293,00	0,50	566,00
V - 2	Vertimiento Casco Urbano Colector 1	951304	599209	2890	2358	135	3,7	85,00	100,00	110,00	50,00	3,62	0,07	0,20	59,80	5,40	15,00
V - 3	Vertimiento Casco Urbano Colector 2	951311	599233	2885	195	135	0,30	85,00	100,00	110,00	50,00	3,62	0,07	0,20	59,80	5,40	15,00
QL-5	Afluente Natural 3 y 4 (Despues descarga colector 2)	951253	599310	2928			3,5	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24
QL-6	Afluente Natural 5 y 6	951581	599550	2907			3	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24
QL-7	Afluente Natural 7	952189	600066	2889			2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24
QL-8	Afluente Natural 8	951898	599898	2880			2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24
QL-9	Acequia	951889	599969	2877			2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24
QL-10	Afluente Natural 9 y 10	952343	600218	2855			2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24
QL-11	Afluente Natural 11 y 12	952961	600194	2795			1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-12	Afluente Natural 13	953690	600167	2622			2	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-13	Quebrada La Esperanza	951275	599236	2632			0,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-14	Afluente Natural 14	954706	599515	2652			1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-15	Afluente Natural 15	955039	599230	2649			1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-16	Afluente Natural 16	955650	598884	2631			1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-17	Quebrada La Llave Panamericana	956667	599236	2071			1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10
QL-18	Intersección Río Guaitara	957039	599402	1924			0,1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10

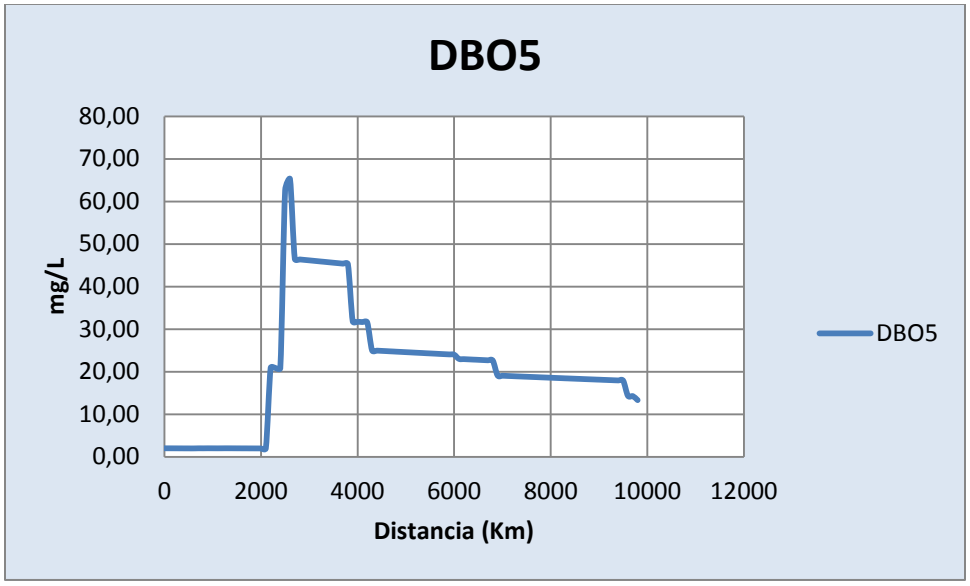
Fuente. Este estudio. Corponariño 2013

Cuadro N.59 Continuación.

CODIGO	NITROGENO NTK [ ] mg/l	[] (SST) (mg/L) teorica (RAS)	[] (DBO_5) (mg/L) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/L) teorica (RAS)	Coliformes Fecales	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTALCARGA Kg/dia	DUREZA TOTALCARGA 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	Carga Teorica SS (Kg/dia)	Carga Teorica DBO (kg/dia)	Carga Teorica GYA (kg/dia)
QL-1	0,50	18	2	1	300	0,0259	0,1728	0,4320	0,0156	0,0008	0,0004	0,0026	0,0078	0,0026	0,0009	0,0043	0,1555	0,0173	0,0086
QL-2	0,50	18	2	1	300	0,6998	4,6656	11,6640	0,4199	0,0210	0,0117	0,0700	0,2100	0,0700	0,0233	0,1166	4,1990	0,4666	0,2333
QL-3	0,50	18	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
QL-4	0,50	18	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
V - 1	376,00	1200	1500	300	1000	20,8656	4,2457	25,2202	16,7469	6,2597	0,0009	0,6067	5,3162	0,0091	10,2695	6,8221	21,7728	27,2160	5,4432
V - 2	35,00	250	250	50	1000000	27,0581	31,8330	35,0163	15,9165	1,1524	0,0223	0,0637	19,0361	1,7190	4,7750	11,1416	79,5825	79,5825	15,9165
V - 3	35,00	250	250	50	1000000	2,2376	2,6325	2,8958	1,3163	0,0953	0,0018	0,0053	1,5742	0,1422	0,3949	0,9214	6,5813	6,5813	1,3163
QL-5	0,80	24	3,9	10	1000	1,5725	12,2170	30,2400	0,6199	0,0635	0,0212	0,0514	0,3266	0,1512	0,0726	0,2419	7,2576	1,1794	3,0240
QL-6	0,80	24	3,9	10	1000	1,3478	10,4717	25,9200	0,5314	0,0544	0,0181	0,0441	0,2799	0,1296	0,0622	0,2074	6,2208	1,0109	2,5920
QL-7	0,80	24	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-8	0,80	24	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-9	0,80	24	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-10	0,80	24	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-11	0,50	18	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-12	0,50	18	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
QL-13	0,50	18	2	1	300	0,1296	0,8640	2,1600	0,0778	0,0039	0,0022	0,0130	0,0389	0,0130	0,0043	0,0216	0,7776	0,0864	0,0432
QL-14	0,50	18	2	1	300	0,2592	1,7280	4,3200	0,1555	0,0078	0,0043	0,0259	0,0778	0,0259	0,0086	0,0432	1,5552	0,1728	0,0864
QL-15	0,50	18	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-16	0,50	18	2	1	300	0,2592	1,7280	4,3200	0,1555	0,0078	0,0043	0,0259	0,0778	0,0259	0,0086	0,0432	1,5552	0,1728	0,0864
QL-17	0,50	18	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-18	0,50	18	2	1	20	0,0259	0,1728	0,4320	0,0156	0,0008	0,0004	0,0026	0,0078	0,0026	0,0009	0,0043	0,1555	0,0173	0,0086

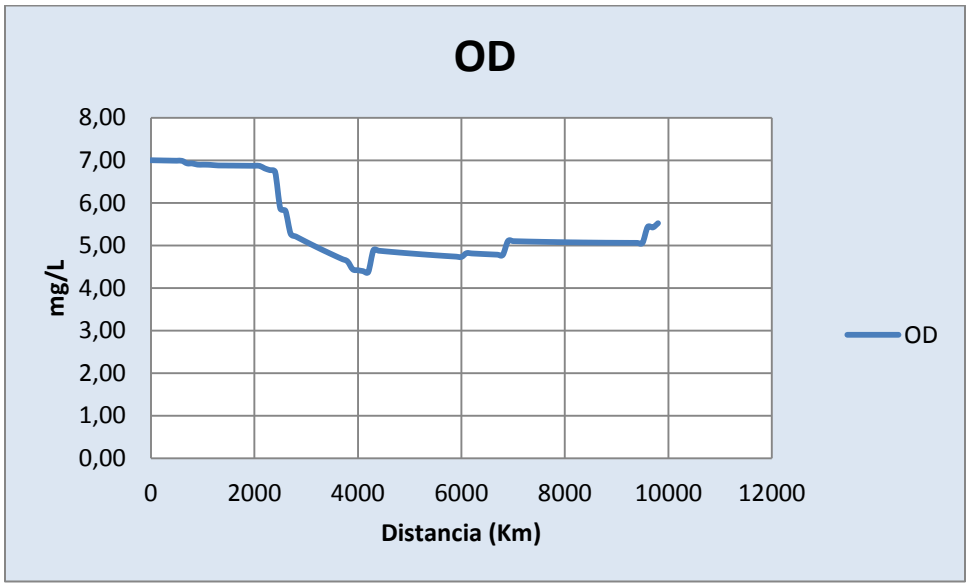
Fuente. Este estudio. Corponariño 2013

Grafica N.55 Comportamiento de Demanda Bioquímica de Oxigeno DBO – Escenario Tendencial



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013

Grafica N.56 Comportamiento de Oxígeno Disuelto OD – Escenario Tendencial



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013

El escenario Tendencial nos presenta una proyección en la población y producción a 10 años, generando un aumento de caudal y una carga contaminante en los vertimientos. En este escenario no se tiene en cuenta ningún tipo de medidas o acciones para cada vertimiento directo al cauce que contribuya con la disminución y mejora de las condiciones y la calidad del agua de la Quebrada La Llave.

Se proyectaron las cargas contaminantes y el caudal en los vertimientos con el crecimiento proyectado de la población al año 2023, con el objetivo de evaluar cuál es su comportamiento frente a las descargas esperadas en 10 años.

El escenario Tendencial simula el comportamiento de deterioro y contaminación de la Quebrada La Llave en el caso de continuar con las condiciones actuales de calidad del recurso hídrico.

La grafica presenta para el año 2023 una tendencia al aumento en la concentración de DBO sobre el cauce principal con relación al escenario actual 2013.

Al igual que en el escenario actual, los picos de mayor alteración de la calidad del agua de la corriente superficial, se presentan a partir del acopio de leche y de las descargas domésticas del sistema de alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles.

De no aplicarse e implementarse el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada La Llave, su calidad fisicoquímica a medida que aumenta la población en el transcurso de los años refleja condiciones supremamente críticas de contaminación.

Se puede concluir que en este escenario la afectación sobre la Quebrada es mucho mayor debido al aumento de población y producción. Se deduce que si los vertimientos puntuales continúan aumentando su carga contaminante sin ningún tipo de tratamiento, el nivel de oxígeno disuelto en el agua disminuiría considerablemente; esto conlleva a la pérdida de especies acuáticas y desequilibrio en la biodiversidad; su contaminación a la proliferación de enfermedades en la comunidad y a la inutilización total del agua de esta fuente.

ESCENARIO IDEAL

A continuación se presentan las gráficas de DBO y OD resultantes de la corrida del modelo STREETER AND PHELEPS para el escenario ideal, con base en la siguiente tabla de cargas.

Cuadro N.60 Concentraciones, caudales de descarga y cargas sobre el cauce principal Quebrada La Llave. Escenario Ideal 2023.

CODIGO	*USUARIOS*	*X*	*Y*	*H*	caudal lps	ACIDEZ [ ] mg/l	ALCALINIDAD TOTAL [ ] mg/l	DUREZA TOTAL [ ] mg/l	CLORUROS [ ] mg/l	FOSFATOS [ ] mg/l	NITRITOS [ ] mg/l	NITRATOS [ ] mg/l	SULFATOS [ ] mg/l	SAAM - DETERGENTES [ ] mg/l	FOSFORO TOTAL [ ] mg/l	NITROGENO NTK [ ] mg/l	[] (SST) (mg/L) teorica (RAS)
QL-1	Quebrada Quitasol	951236	598527	2962	0,10	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
QL-2	Quebrada Barro Blanco	950836	597634	2958	2,70	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
QL-3	Quebrada La Rancheria	950995	597840	2950	2,00	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
QL-4	Afluente Natural 1 y 2 (Antes descarga colector 1)	951196	598169	2891	2,00	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
V - 1	Vertimiento Acopio de Leche	951425	598926	2931	0,21	57,50	11,70	69,50	46,15	17,25	0,04	1,67	14,65	0,03	28,30	18,80	60
V - 2	**Interceptor Vertimiento Colector 1 y 2**	951304	599209	2890	4,0	4,25	5,00	5,50	2,50	0,18	0,004	0,01	2,99	0,27	0,75	1,75	12,5
QL-5	Afluente Natural 3 y 4 (Despues descarga colector 2)	951253	599310	2928	3,5	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-6	Afluente Natural 5 y 6	951581	599550	2907	3	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-7	Afluente Natural 7	952189	600066	2889	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-8	Afluente Natural 8	951898	599898	2880	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-9	Acequia	951889	599969	2877	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-10	Afluente Natural 9 y 10	952343	600218	2855	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-11	Afluente Natural 11 y 12	952961	600194	2795	1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-12	Afuente Natural 13	953690	600167	2622	2	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-13	Quebrada La Esperanza	951275	599236	2632	0,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-14	Afluente Natural 14	954706	599515	2652	1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-15	Afluente Natural 15	955039	599230	2649	1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-16	Afluente Natural 16	955650	598884	2631	1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-17	Quebrada La Llave Panamericana	956667	599236	2071	1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-18	Intersección Río Guaitara	957039	599402	1924	0,1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18

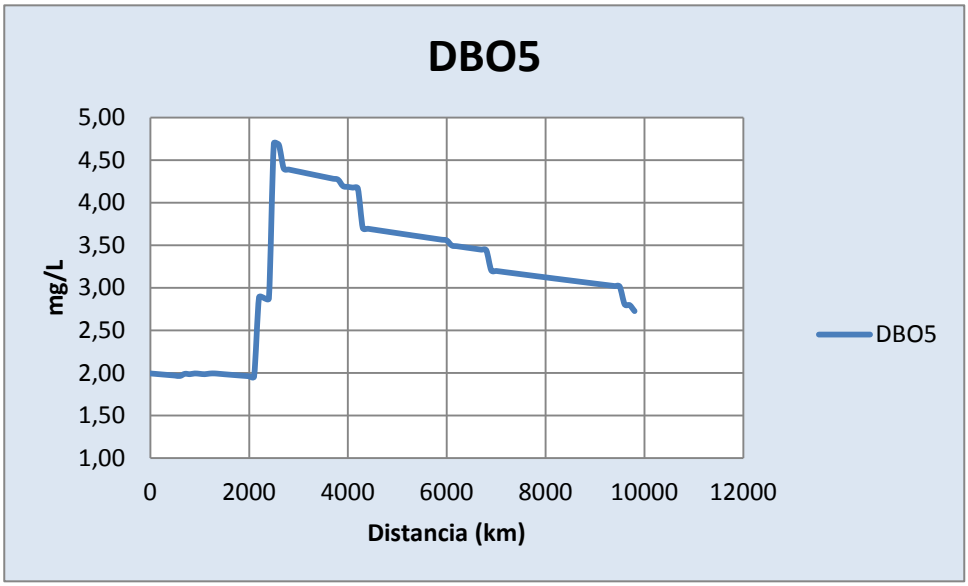
Fuente. Este estudio. Corponariño 2013

Cuadro N.60 Continuación

CODIGO	[] (DBO_5) (mg/L) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/L) teorica (RAS)	Coliformes Fecales	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTALCARGA Kg/dia	DUREZA TOTALCARGA 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	Carga Teorica SS (Kg/dia)	Carga Teorica DBO (kg/dia)	Carga Teorica GYA (kg/dia)
QL-1	2	1	300	0,0259	0,1728	0,4320	0,0156	0,0008	0,0004	0,0026	0,0078	0,0026	0,0009	0,0043	0,1555	0,0173	0,0086
QL-2	2	1	300	0,6998	4,6656	11,6640	0,4199	0,0210	0,0117	0,0700	0,2100	0,0700	0,0233	0,1166	4,1990	0,4666	0,2333
QL-3	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
QL-4	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
V - 1	75	15	50	1,0433	0,2123	1,2610	0,8373	0,3130	0,0007	0,0303	0,2658	0,0005	0,5135	0,3411	1,0886	1,3608	0,2722
V - 2	12,5	2,5	50000	1,4688	1,7280	1,9008	0,8640	0,0626	0,0012	0,0035	1,0333	0,0933	0,2592	0,6048	4,3200	4,3200	0,8640
QL-5	3,9	10	1000	1,5725	12,2170	30,2400	0,6199	0,0635	0,0212	0,0514	0,3266	0,1512	0,0726	0,2419	7,2576	1,1794	3,0240
QL-6	3,9	10	1000	1,3478	10,4717	25,9200	0,5314	0,0544	0,0181	0,0441	0,2799	0,1296	0,0622	0,2074	6,2208	1,0109	2,5920
QL-7	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-8	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-9	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-10	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-11	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-12	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
QL-13	2	1	300	0,1296	0,8640	2,1600	0,0778	0,0039	0,0022	0,0130	0,0389	0,0130	0,0043	0,0216	0,7776	0,0864	0,0432
QL-14	2	1	300	0,2592	1,7280	4,3200	0,1555	0,0078	0,0043	0,0259	0,0778	0,0259	0,0086	0,0432	1,5552	0,1728	0,0864
QL-15	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-16	2	1	300	0,2592	1,7280	4,3200	0,1555	0,0078	0,0043	0,0259	0,0778	0,0259	0,0086	0,0432	1,5552	0,1728	0,0864
QL-17	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-18	2	1	20	0,0259	0,1728	0,4320	0,0156	0,0008	0,0004	0,0026	0,0078	0,0026	0,0009	0,0043	0,1555	0,0173	0,0086

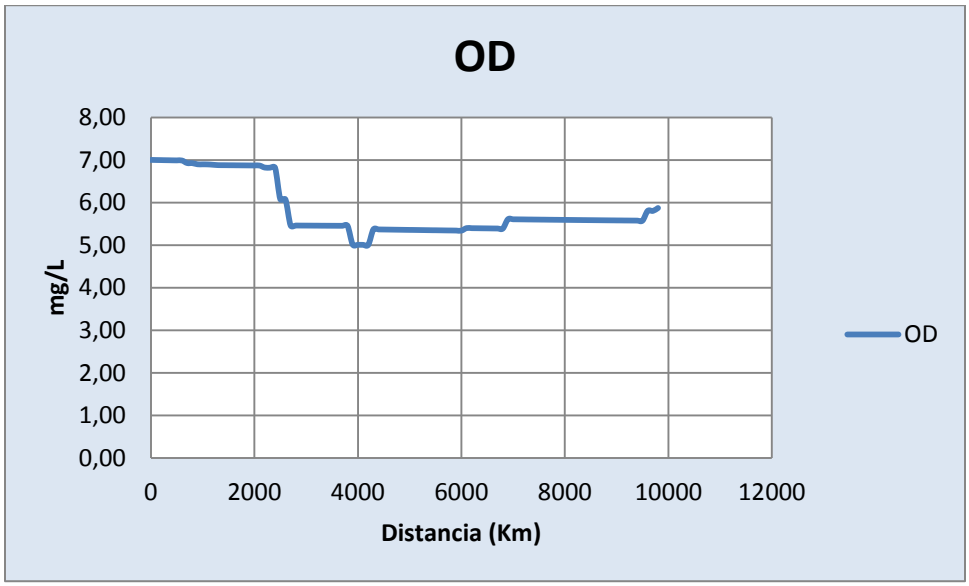
Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.57 Comportamiento de Demanda Bioquímica de Oxigeno DBO – Escenario Ideal



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.58 Comportamiento de Oxígeno Disuelto OD – Escenario Ideal



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

El escenario ideal está encaminado a simular las condiciones de calidad óptimas que deben presentarse en cada uno de los tramos del cauce principal de la Quebrada La Llave, con el fin de cumplir con los criterios de calidad adoptados para cada uno de los usos del recurso hídrico definidos.

Con el fin generar un escenario en el cual la Quebrada cumpla a totalidad con los usos potenciales trazados, fue necesario correr un modelo de calidad para 10 años con remociones en carga del 95% para todas las entradas de aguas residuales.

Respecto a las gráficas, nos indican las condiciones en las cuales se encontraría la Quebrada La Llave a 10 años si se cumple con todas las proyecciones de los escenarios factibles, y el cumplimiento de las medidas necesarias a largo plazo para disminuir en un gran porcentaje las cargas contaminantes que realizan estos usuarios de vertimientos y que aparte de cumplir con la norma establecida se llegue a un proceso eficiente y un alto nivel en su remoción, con el fin de que sean viables todos los usos potenciales que brinda la calidad de agua de la Quebrada La Llave.

ESCENARIO FACTIBLE

- **Escenario Factible a 3 años**

A continuación se presentan las gráficas de DBO y OD resultantes de la corrida del modelo STREETER AND PHELEPS para el escenario factible a 3 años (2016), con base en la siguiente tabla de cargas.

Cuadro N.61 Concentraciones, caudales de descarga y cargas sobre el cauce principal Quebrada La Llave. Escenario Factible, 2016.

CODIGO	*USUARIOS*	*X*	*Y*	*H*	caudal lps	ACIDEZ [ ] mg/l	ALCALINIDAD TOTAL [ ] mg/l	DUREZA TOTAL [ ] mg/l	CLORUROS [ ] mg/l	FOSFATOS [ ] mg/l	NITRITOS [ ] mg/l	NITRATOS [ ] mg/l	SULFATOS [ ] mg/l	SAAM - DETERGENTES [ ] mg/l	FOSFORO TOTAL [ ] mg/l	NITROGENO NTK [ ] mg/l	[] (SST) (mg/L) teorica (RAS)
QL-1	Quebrada Quitasol	951236	598527	2962	0,10	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
QL-2	Quebrada Barro Blanco	950836	597634	2958	2,70	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
QL-3	Quebrada La Rancheria	950995	597840	2950	2,00	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
QL-4	Afluente Natural 1 y 2 (Antes descarga colector 1)	951196	598169	2891	2,00	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
V - 1	Vertimiento Acopio de Leche	951425	598926	2931	0,20	172,50	35,10	208,50	138,45	51,75	0,12	5,02	43,95	0,08	84,90	56,40	180
V - 2	**Interceptor Vertimiento Colector 1 y 2**	951304	599209	2890	3,5	12,75	15,00	16,50	7,50	0,54	0,01	0,03	8,97	0,81	2,25	5,25	37,5
QL-5	Afluente Natural 3 y 4 (Despues descarga colector 2)	951253	599310	2928	3,5	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-6	Afluente Natural 5 y 6	951581	599550	2907	3	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-7	Afluente Natural 7	952189	600066	2889	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-8	Afluente Natural 8	951898	599898	2880	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-9	Acequia	951889	599969	2877	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-10	Afluente Natural 9 y 10	952343	600218	2855	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-11	Afluente Natural 11 y 12	952961	600194	2795	1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-12	Afuente Natural 13	953690	600167	2622	2	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-13	Quebrada La Esperanza	951275	599236	2632	0,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-14	Afluente Natural 14	954706	599515	2652	1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-15	Afluente Natural 15	955039	599230	2649	1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-16	Afluente Natural 16	955650	598884	2631	1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-17	Quebrada La Llave Panamericana	956667	599236	2071	1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-18	Intersección Río Guaitara	957039	599402	1924	0,1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18

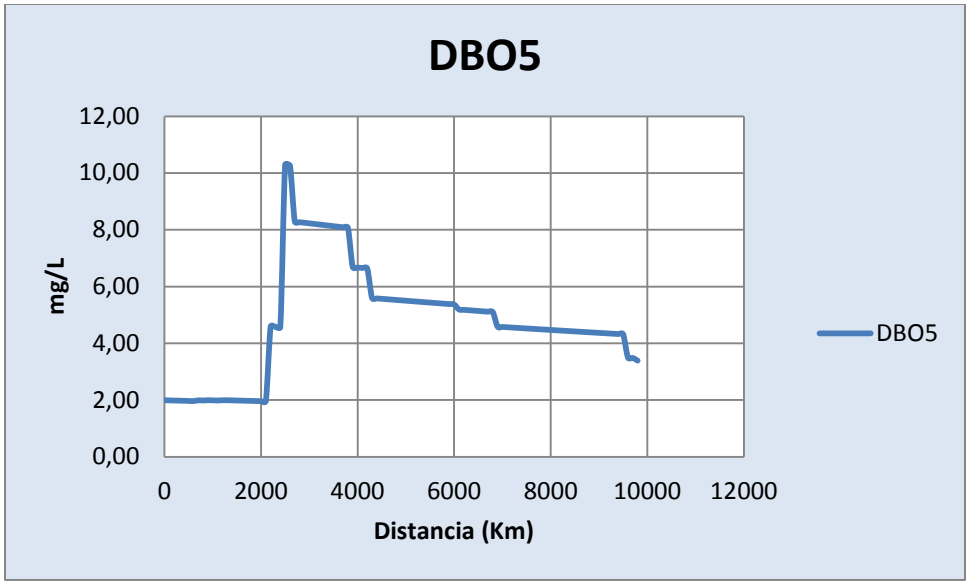
Fuente. Este estudio. Corponariño 2013

Cuadro N.61 Continuación

CODIGO	[] (DBO_5) (mg/L) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/L) teorica (RAS)	Coliformes Fecales	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTALCARGA Kg/dia	DUREZA TOTALCARGA 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	Carga Teorica SS (Kg/dia)	Carga Teorica DBO (kg/dia)
QL-1	2	1	300	0,0259	0,1728	0,4320	0,0156	0,0008	0,0004	0,0026	0,0078	0,0026	0,0009	0,0043	0,1555	0,0173
QL-2	2	1	300	0,6998	4,6656	11,6640	0,4199	0,0210	0,0117	0,0700	0,2100	0,0700	0,0233	0,1166	4,1990	0,4666
QL-3	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456
QL-4	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456
V - 1	225	45	150	2,9808	0,6065	3,6029	2,3924	0,8942	0,0021	0,0867	0,7595	0,0013	1,4671	0,9746	3,1104	3,8880
V - 2	37,5	7,5	150000	3,8226	4,4971	4,9468	2,2486	0,1628	0,0031	0,0090	2,6893	0,2428	0,6746	1,5740	11,2428	11,2428
QL-5	3,9	10	1000	1,5725	12,2170	30,2400	0,6199	0,0635	0,0212	0,0514	0,3266	0,1512	0,0726	0,2419	7,2576	1,1794
QL-6	3,9	10	1000	1,3478	10,4717	25,9200	0,5314	0,0544	0,0181	0,0441	0,2799	0,1296	0,0622	0,2074	6,2208	1,0109
QL-7	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739
QL-8	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739
QL-9	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739
QL-10	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739
QL-11	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592
QL-12	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456
QL-13	2	1	300	0,1296	0,8640	2,1600	0,0778	0,0039	0,0022	0,0130	0,0389	0,0130	0,0043	0,0216	0,7776	0,0864
QL-14	2	1	300	0,2592	1,7280	4,3200	0,1555	0,0078	0,0043	0,0259	0,0778	0,0259	0,0086	0,0432	1,5552	0,1728
QL-15	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592
QL-16	2	1	300	0,2592	1,7280	4,3200	0,1555	0,0078	0,0043	0,0259	0,0778	0,0259	0,0086	0,0432	1,5552	0,1728
QL-17	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592
QL-18	2	1	20	0,0259	0,1728	0,4320	0,0156	0,0008	0,0004	0,0026	0,0078	0,0026	0,0009	0,0043	0,1555	0,0173

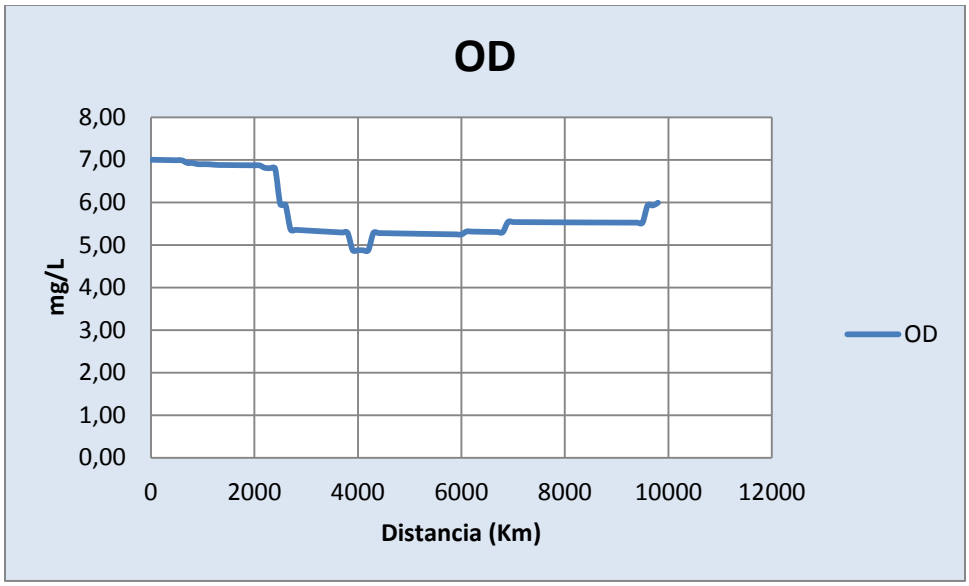
Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.59 Comportamiento de Demanda Bioquímica de Oxigeno DBO – Escenario Factible, 2016



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.60 Comportamiento de Oxígeno Disuelto OD – Escenario Factible, 2016



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Con relación en los valores obtenidos de las cargas contaminantes en el escenario actual, se proyecta el escenario factible a 3 años; para cada uno de los vertimientos se proponen medidas y acciones que conlleven al mejoramiento de la calidad del agua con la disminución de las cargas contaminantes que se realizan de manera directa sobre el cauce principal de la Quebrada La Llave.

Para ello se tiene en cuenta el aumento de caudal en cada vertimiento a causa del crecimiento poblacional y de producción proyectado para el año 2016, esto es de vital importancia para evaluar el comportamiento de la fuente hídrica frente a estas descargas después de tres años.

En el caso del vertimiento generado por el Acopio de Leche, se proyecta realizar la optimización del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, debido a que el sistema actual no se encuentra en buenas condiciones y por lo tanto el funcionamiento es casi nulo. Este sistema tendrá un porcentaje de remoción del 85%; esto con el fin de que las cargas contaminantes sean mínimas y no se genere una afectación considerable en el cauce de la quebrada. Es importante mencionar que los mantenimientos del sistema se deben realizar periódicamente.

Para los dos vertimientos directos de los colectores 1 y 2 de alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles, se proyecta realizar la unificación de los dos vertimientos, esto con el fin de disminuir los focos de contaminación y minimizar los impactos generados en cada zona por dichos vertimientos. Esta obra es factible ponerla en marcha puesto que la distancia entre cada colector es mínima y se encuentran dispuestos en el mismo margen de la quebrada.

Una vez realizada la construcción del interceptor de los dos vertimientos, se proyecta realizar la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales después de la unificación, motivo por el cual se define esta zona porque esta es la mayor descarga que afecta notablemente las condiciones y calidad del agua. Se estima un porcentaje de remoción del 85%. Esta obra se debe realizar de manera inmediata debido a que aguas abajo el caudal es captado para fines agrícolas y de riego.

Si las acciones mencionadas se llegan a realizar, la calidad del agua de la Quebrada La Llave mejoraría notoriamente debido a que la carga contaminante sería baja y con los procesos de dilución, reaireación y los afluentes naturales que entran al cauce principal, la calidad tendrá un resultado favorable y muy bueno. Además se llegaría a obtener un aumento en las condiciones óptimas para uso agrícola y de riego.

- **Escenario Factible a 5 años**

A continuación se presentan las gráficas de DBO y OD resultantes de la corrida del modelo STREETER AND PHELEPS para el escenario factible a 5 años (2018), con base en la siguiente tabla de cargas.

Cuadro N.62 Concentraciones, caudales de descarga y cargas sobre el cauce principal Quebrada La Llave. Escenario Factible, 2018.

CODIGO	*USUARIOS*	*X*	*Y*	*H*	caudal lps	ACIDEZ [ ] mg/l	ALCALINIDAD TOTAL [ ] mg/l	DUREZA TOTAL [ ] mg/l	CLORUROS [ ] mg/l	FOSFATOS [ ] mg/l	NITRITOS [ ] mg/l	NITRATOS [ ] mg/l	SULFATOS [ ] mg/l	SAAM - DETERGENTES [ ] mg/l	FOSFORO TOTAL [ ] mg/l	NITROGENO NTK [ ] mg/l	[] (SST) (mg/L) teorica (RAS)
QL-1	Quebrada Quitasol	951236	598527	2962	0,10	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
QL-2	Quebrada Barro Blanco	950836	597634	2958	2,70	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
QL-3	Quebrada La Rancheria	950995	597840	2950	2,00	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
QL-4	Afluente Natural 1 y 2 (Antes descarga colector 1)	951196	598169	2891	2,00	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
V - 1	Vertimiento Acopio de Leche	951425	598926	2931	0,20	172,50	35,10	208,50	138,45	51,75	0,12	5,02	43,95	0,08	84,90	56,40	180
V - 2	**Interceptor Vertimiento Colector 1 y 2**	951304	599209	2890	3,6	12,75	15,00	16,50	7,50	0,54	0,01	0,03	8,97	0,81	2,25	5,25	37,5
QL-5	Afluente Natural 3 y 4 (Despues descarga colector 2)	951253	599310	2928	3,5	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-6	Afluente Natural 5 y 6	951581	599550	2907	3	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-7	Afluente Natural 7	952189	600066	2889	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-8	Afluente Natural 8	951898	599898	2880	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-9	Acequia	951889	599969	2877	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-10	Afluente Natural 9 y 10	952343	600218	2855	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-11	Afluente Natural 11 y 12	952961	600194	2795	1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-12	Afuente Natural 13	953690	600167	2622	2	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-13	Quebrada La Esperanza	951275	599236	2632	0,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-14	Afluente Natural 14	954706	599515	2652	1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-15	Afluente Natural 15	955039	599230	2649	1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-16	Afluente Natural 16	955650	598884	2631	1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-17	Quebrada La Llave Panamericana	956667	599236	2071	1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-18	Intersección Río Guaitara	957039	599402	1924	0,1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18

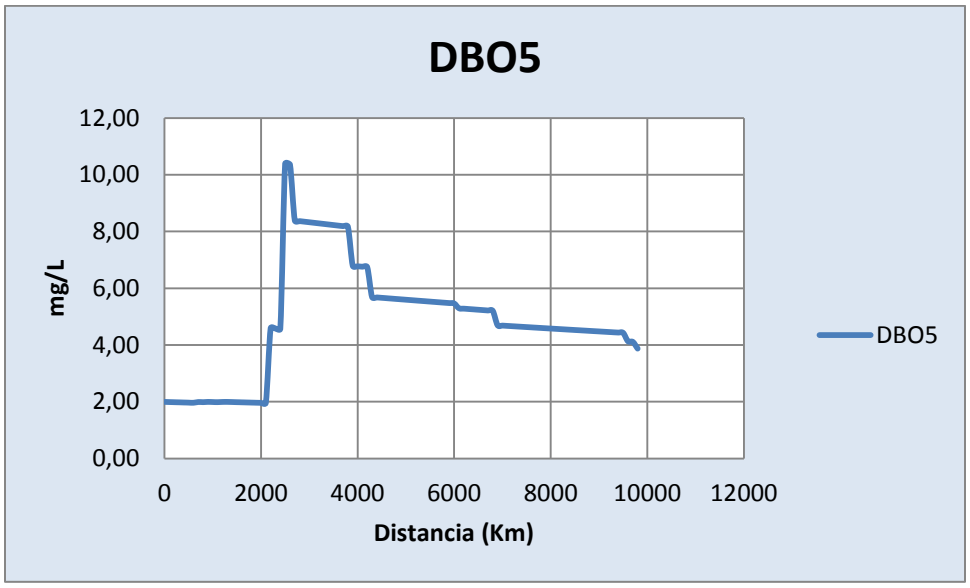
Fuente. Este estudio. Corponariño 2013

Cuadro N.62 Continuación

CODIGO	[] (DBO5) (mg/L) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/L) teorica (RAS)	Coliformes Fecales	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTALCARGA Kg/dia	DUREZA TOTALCARGA 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	Carga Teorica SS (Kg/dia)	Carga Teorica DBO (kg/dia)	Carga Teorica GYA (kg/dia)
QL-1	2	1	300	0,0259	0,1728	0,4320	0,0156	0,0008	0,0004	0,0026	0,0078	0,0026	0,0009	0,0043	0,1555	0,0173	0,0086
QL-2	2	1	300	0,6998	4,6656	11,6640	0,4199	0,0210	0,0117	0,0700	0,2100	0,0700	0,0233	0,1166	4,1990	0,4666	0,2333
QL-3	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
QL-4	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
V - 1	225	45	150	2,9808	0,6065	3,6029	2,3924	0,8942	0,0021	0,0867	0,7595	0,0013	1,4671	0,9746	3,1104	3,8880	0,7776
V - 2	37,5	7,5	150000	3,9768	4,6786	5,1464	2,3393	0,1694	0,0033	0,0094	2,7978	0,2526	0,7018	1,6375	11,6964	11,6964	2,3393
QL-5	3,9	10	1000	1,5725	12,2170	30,2400	0,6199	0,0635	0,0212	0,0514	0,3266	0,1512	0,0726	0,2419	7,2576	1,1794	3,0240
QL-6	3,9	10	1000	1,3478	10,4717	25,9200	0,5314	0,0544	0,0181	0,0441	0,2799	0,1296	0,0622	0,2074	6,2208	1,0109	2,5920
QL-7	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-8	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-9	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-10	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-11	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-12	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
QL-13	2	1	300	0,1296	0,8640	2,1600	0,0778	0,0039	0,0022	0,0130	0,0389	0,0130	0,0043	0,0216	0,7776	0,0864	0,0432
QL-14	2	1	300	0,2592	1,7280	4,3200	0,1555	0,0078	0,0043	0,0259	0,0778	0,0259	0,0086	0,0432	1,5552	0,1728	0,0864
QL-15	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-16	2	1	300	0,2592	1,7280	4,3200	0,1555	0,0078	0,0043	0,0259	0,0778	0,0259	0,0086	0,0432	1,5552	0,1728	0,0864
QL-17	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-18	2	1	20	0,0259	0,1728	0,4320	0,0156	0,0008	0,0004	0,0026	0,0078	0,0026	0,0009	0,0043	0,1555	0,0173	0,0086

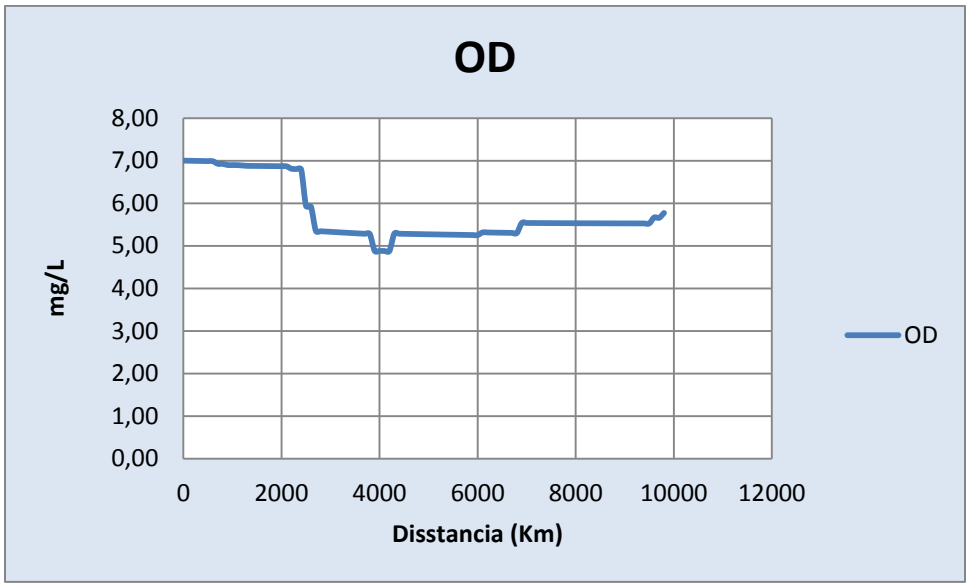
Fuente. Este estudio. Corponariño 2013

Grafica N.61 Comportamiento de Demanda Bioquímica de Oxigeno DBO – Escenario Factible, 2018.



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013

Grafica N.62 Comportamiento de Oxígeno Disuelto OD – Escenario Factible, 2018.



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013

Con relación en los valores obtenidos de las cargas contaminantes en el escenario actual, se proyecta el escenario factible a 5 años; en este caso ya para los dos vertimientos finales se proponen medidas y acciones que conlleven al mejoramiento de la calidad del agua con la disminución de las cargas contaminantes que se realizan de manera directa sobre el cauce principal de la Quebrada La Llave.

Para ello se tiene en cuenta el aumento de caudal en cada vertimiento a causa del crecimiento poblacional y de producción proyectado para el año 2018, esto es de vital importancia para evaluar el comportamiento de la fuente hídrica frente a estas descargas después de cinco años.

Para el año 2018 se quiere que las acciones propuestas para realizarse de manera inmediata en el año 2016 sigan funcionando a cabalidad y la calidad del agua sea cada vez mejor.

Escenario Factible a 10 años

A continuación se presentan las gráficas de DBO y OD resultantes de la corrida del modelo STREETER AND PHELEPS para el escenario factible a 10 años (2023), con base en la siguiente tabla de cargas.

Cuadro N.63 Concentraciones, caudales de descarga y cargas sobre el cauce principal Quebrada La Llave. Escenario Factible, 2023.

CODIGO	*USUARIOS*	*X*	*Y*	*H*	caudal lps	ACIDEZ [ ] mg/l	ALCALINIDAD TOTAL [ ] mg/l	DUREZA TOTAL [ ] mg/l	CLORUROS [ ] mg/l	FOSFATOS [ ] mg/l	NITRITOS [ ] mg/l	NITRATOS [ ] mg/l	SULFATOS [ ] mg/l	SAAM - DETERGENTES [ ] mg/l	FOSFORO TOTAL [ ] mg/l	NITROGENO NTK [ ] mg/l	[] (SST) (mg/L) teorica (RAS)
QL-1	Quebrada Quitasol	951236	598527	2962	0,10	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
QL-2	Quebrada Barro Blanco	950836	597634	2958	2,70	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
QL-3	Quebrada La Rancheria	950995	597840	2950	2,00	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
QL-4	Afluente Natural 1 y 2 (Antes descarga colector 1)	951196	598169	2891	2,00	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,90	0,30	0,10	0,50	18
V - 1	Vertimiento Acopio de Leche	951425	598926	2931	0,21	172,50	35,10	208,50	138,45	51,75	0,12	5,02	43,95	0,08	84,90	56,40	180
V - 2	**Interceptor Vertimiento Colector 1 y 2**	951304	599209	2890	4,0	12,75	15,00	16,50	7,50	0,54	0,01	0,03	8,97	0,81	2,25	5,25	37,5
QL-5	Afluente Natural 3 y 4 (Despues descarga colector 2)	951253	599310	2928	3,5	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-6	Afluente Natural 5 y 6	951581	599550	2907	3	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-7	Afluente Natural 7	952189	600066	2889	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-8	Afluente Natural 8	951898	599898	2880	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-9	Acequia	951889	599969	2877	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-10	Afluente Natural 9 y 10	952343	600218	2855	2	5,20	40,40	100,00	2,05	0,21	0,07	0,17	1,08	0,50	0,24	0,80	24
QL-11	Afluente Natural 11 y 12	952961	600194	2795	1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-12	Afuente Natural 13	953690	600167	2622	2	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-13	Quebrada La Esperanza	951275	599236	2632	0,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-14	Afluente Natural 14	954706	599515	2652	1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-15	Afluente Natural 15	955039	599230	2649	1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-16	Afluente Natural 16	955650	598884	2631	1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-17	Quebrada La Llave Panamericana	956667	599236	2071	1,5	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18
QL-18	Intersección Río Guaitara	957039	599402	1924	0,1	3,00	20,00	50,00	1,80	0,09	0,05	0,30	0,9	0,30	0,10	0,50	18

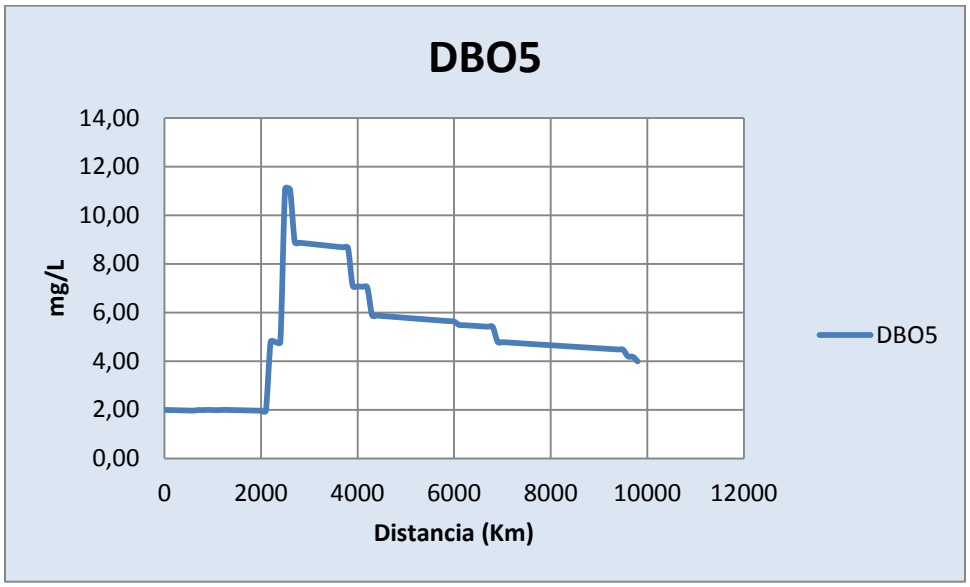
Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.63 Continuación

CODIGO	[] (DBO_5) (mg/L) teorica (RAS)	[] (GYA) (mg/L) teorica (RAS)	Coliformes Fecales	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTALCARGA Kg/dia	DUREZA TOTALCARGA 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	Carga Teorica SS (Kg/dia)	Carga Teorica DBO (kg/dia)	Carga Teorica GYA (kg/dia)
QL-1	2	1	300	0,0259	0,1728	0,4320	0,0156	0,0008	0,0004	0,0026	0,0078	0,0026	0,0009	0,0043	0,1555	0,0173	0,0086
QL-2	2	1	300	0,6998	4,6656	11,6640	0,4199	0,0210	0,0117	0,0700	0,2100	0,0700	0,0233	0,1166	4,1990	0,4666	0,2333
QL-3	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
QL-4	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
V - 1	225	45	150	3,1298	0,6369	3,7830	2,5120	0,9390	0,0022	0,0910	0,7974	0,0014	1,5404	1,0233	3,2659	4,0824	0,8165
V - 2	37,5	7,5	150000	4,4064	5,1840	5,7024	2,5920	0,1877	0,0036	0,0104	3,1000	0,2799	0,7776	1,8144	12,9600	12,9600	2,5920
QL-5	3,9	10	1000	1,5725	12,2170	30,2400	0,6199	0,0635	0,0212	0,0514	0,3266	0,1512	0,0726	0,2419	7,2576	1,1794	3,0240
QL-6	3,9	10	1000	1,3478	10,4717	25,9200	0,5314	0,0544	0,0181	0,0441	0,2799	0,1296	0,0622	0,2074	6,2208	1,0109	2,5920
QL-7	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-8	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-9	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-10	3,9	10	1000	0,8986	6,9811	17,2800	0,3542	0,0363	0,0121	0,0294	0,1866	0,0864	0,0415	0,1382	4,1472	0,6739	1,7280
QL-11	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-12	2	1	300	0,5184	3,4560	8,6400	0,3110	0,0156	0,0086	0,0518	0,1555	0,0518	0,0173	0,0864	3,1104	0,3456	0,1728
QL-13	2	1	300	0,1296	0,8640	2,1600	0,0778	0,0039	0,0022	0,0130	0,0389	0,0130	0,0043	0,0216	0,7776	0,0864	0,0432
QL-14	2	1	300	0,2592	1,7280	4,3200	0,1555	0,0078	0,0043	0,0259	0,0778	0,0259	0,0086	0,0432	1,5552	0,1728	0,0864
QL-15	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-16	2	1	300	0,2592	1,7280	4,3200	0,1555	0,0078	0,0043	0,0259	0,0778	0,0259	0,0086	0,0432	1,5552	0,1728	0,0864
QL-17	2	1	300	0,3888	2,5920	6,4800	0,2333	0,0117	0,0065	0,0389	0,1166	0,0389	0,0130	0,0648	2,3328	0,2592	0,1296
QL-18	2	1	20	0,0259	0,1728	0,4320	0,0156	0,0008	0,0004	0,0026	0,0078	0,0026	0,0009	0,0043	0,1555	0,0173	0,0086

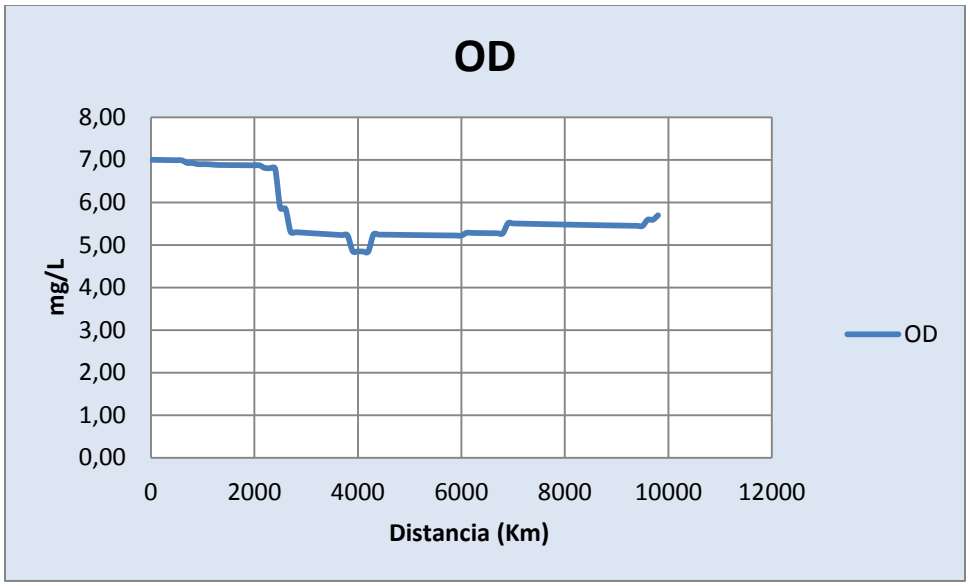
Fuente. Este estudio. Corponariño 2013

Grafica N.63 Comportamiento de Demanda Bioquímica de Oxigeno DBO – Escenario Factible, 2023.



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.64 Comportamiento de Oxígeno Disuelto OD – Escenario Factible, 2023.



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Con relación en los valores obtenidos de las cargas contaminantes en el escenario actual, se proyecta el escenario factible a 10 años; en este caso ya para los dos vertimientos finales se proponen medidas y acciones que conlleven al mejoramiento de la calidad del agua con la disminución de las cargas contaminantes que se realizan de manera directa sobre el cauce principal de la Quebrada La Llave.

Para ello se tiene en cuenta el aumento de caudal en cada vertimiento a causa del crecimiento poblacional y de producción proyectado para el año 2023, esto es de vital importancia para evaluar el comportamiento de la fuente hídrica frente a estas descargas después de cinco años.

En el caso del vertimiento generado por el Acopio de Leche, con la optimización del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales proyectado en el año 2016 con una eficiencia de remoción del 85%, a 10 años el resultado es una carga contaminante mínima sin afectación al cauce. Esto se logra con ayuda del mantenimiento del sistema y de planes de producción más limpia dentro de la empresa.

Con la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales después de la unificación, se estima continuar con el porcentaje de remoción del 85%; obteniendo como resultado una disminución considerable de las cargas contaminantes y por lo tanto una calidad de agua muy buena beneficiando tanto al medio acuático como a la comunidad perteneciente a la microcuenca y a futuras generaciones.

8. FORMULACIÓN



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.

La Formulación está encaminada a la generación de los objetivos de calidad, que permitirán mantener, descontaminar y recuperar la calidad del cauce principal de la Quebrada La Llave, estableciendo las necesidades de tratamiento, optimización o eliminación de puntos de vertimiento sobre las descargas identificadas.

De igual manera en la Formulación se lista o enumera una serie de proyectos y fichas de indicadores determinados para la materialización y cumplimiento del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada La Llave.

8.1 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 en el Decreto 1594 de 1984 y Decreto 3930 de 2010. Dicho marco se complementa con los alcances del Decreto 3100 de 2003 y 3440 de 2004 y determina entonces que para la gestión eficaz de la calidad del recurso hídrico, se requiere realizar por lo menos las siguientes tareas:

- Estudiar y proponer el PORH incluyendo los objetivos a largo plazo de calidad del recurso.
- Estudiar y proponer las metas de reducción de cargas contaminantes para los distintos tramos del recurso de tal forma que correspondan con los Objetivos de Calidad del mismo que se definan a largo plazo. Esta tarea se vuelve más rigurosa y necesaria a raíz de la promulgación del Decreto 3100 de 2003, por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, el cual reglamenta las tasas retributivas por vertimientos líquidos.
- Estudiar y proponer normas regionales y locales de vertimiento aplicables a tramos específicos del recurso, las cuales contribuyan al logro de los objetivos y al cumplimiento de los criterios de calidad preestablecidos para cada tramo.
- Estudiar y proponer el plan de control de vertimientos
- Estudiar y proponer el plan de monitoreo de la calidad del recurso hídrico

- Proponer el plan de uso de los recursos recaudados por las tasas retributivas

Los objetivos de calidad se propusieron sobre la evaluación de los escenarios de calidad que presentó el modelo implementado, los cuales contienen una serie de compromisos de descontaminación y metas de descontaminación por parte de los usuarios, que involucra a la vez el tratamiento de las aguas residuales hasta un nivel tal que permita la recuperación de la calidad y la satisfacción de los usos definidos por tramos sobre el cauce principal de la Quebrada objeto de ordenamiento.

En el siguiente cuadro se presentan los Objetivos de Calidad propuestos para el Cauce Principal de la Quebrada La Llave:

Cuadro N.64 Objetivos de Calidad propuestos para el Cauce Principal de la Quebrada La Llave.

QUEBRADA LLAVE - 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 2016**	**ESCENARIO DE CALIDAD 2018**	**ESCENARIO DE CALIDAD 2023**	**NOTA DE SUSTENTACION**
ILES	LA LLAVE	**I.** Quebrada Quitasol - Antes de Vertimiento de Acopio de Leche	Agricola	Agrícola	DBO5 (mg O2/L)	3,8	≤ 5	1,99	1,99	1,99	MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	10	≤ 5			≤ 5	
					OD (mg O2/L)	6,53	≥ 6	7	7	7	
					PH (pH)	7	6,5 - 8,5			6,5 - 8,5	
					Coliformes Totales (UFC/100 ml)	18000 UFC	5000			5000	
					Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	12000 UFC	2000			2000	
					Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Peliculas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias de Interes Sanitario		Cumplimiento Decreto 3930/2010 Artículo 13 o Norma que lo sustituya o modifique				
ILES	LA LLAVE	**II.** Vertimiento Acopio de Leche - Afluente Natural 6	Estetico Urbano	Estetico Urbano	DBO5 (mg O2/L)	139,54	≤ 15	10,26	10,39	11,09	MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	90	≤ 40			≤ 40	
					OD (mg O2/L)	1,44	≥ 5	5,36	5,35	5,31	
					PH (pH)	7	6,5 - 8,5			6,5 - 8,5	
					Coliformes Totales (UFC/100 ml)	500000 UFC	5000			5000	
					Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	410000 UFC	2000			2000	
					Olores Ofensivos		Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Peliculas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias de Interes Sanitario		Cumplimiento Decreto 3930/2013 Artículo 18 o Norma que lo sustituya o modifique				

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.64 Continuación.

QUEBRADA LA LLAVE - 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 2016**	**ESCENARIO DE CALIDAD 2018**	**ESCENARIO DE CALIDAD 2023**	**NOTA DE SUSTENTACION**
ILES	LA LLAVE	**III.** Afluente Natural 6 - Interseccion Rio Guaitara	Agricola	Agrícola	DBO5 (mg O2/L)	3,8	≤ 5	3,4	3,8	3,8	MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA SATISFACCIÓN DEL USO POTENCIAL PREPONDERANTE
					SST (mg/l)	10	≤ 5			≤ 5	
					OD (mg O2/L)	6	≥ 6	6	6	6	
					PH (pH)	6,83	6,5 - 8,5			6,5 - 8,5	
					Coliformes Totales (UFC/100 ml)	3000 UFC	5000			5000	
					Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	1000 UFC	2000			2000	
					Olores Ofensivos		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias Flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Peliculas de Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
					Sustancias de Interes Sanitario		Cumplimiento Decreto 3930/2010 Artículo 13 o Norma que lo sustituya o modifique				

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Los Objetivos de Calidad propuestos para cada uno de los tres Tramos del cauce principal de la Quebrada La Llave, se establecen a corto Plazo, debido a que se debe realizar un control inmediato a las descargas que se sitúan en el tramo del casco urbano del municipio de Iles y, de esta manera garantizar una fuente hídrica en buenas condiciones tanto en Calidad como en Cantidad.

Como se describió en la fase Prospectiva, para la recuperación y descontaminación del cauce principal de la Quebrada La Llave encaminada a la satisfacción de los usos potenciales preponderantes, es necesario la implementación y optimización de Sistemas y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales al igual que la eliminación de puntos de vertimiento los cuales requieren de recursos económicos, humanos y tiempos perentorios y graduales para la elaboración de los proyectos, diseños y ejecución de obras.

8.2 Necesidades de Implementación u optimización de la Infraestructura de Tratamiento.

Para el cumplimiento y materialización del Escenario Factible, es necesario implementar u optimizar Sistemas o Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales que permitan remover los porcentajes de cargas contaminantes anteriormente justificados, en las descargas o vertimientos que actualmente están alterando la calidad del agua de la Quebrada La Llave y vulnerando los criterios estipulados para la satisfacción de los usos potenciales preponderantes definidos.

Cuadro N.65 Necesidad de Tratamiento, optimización o eliminación de descargas sobre el cauce principal de la Quebrada La Llave.

Descarga	Necesidad	Periodo de Implementación
Vertimiento Acopio de Leche	Optimización del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales al 85% de remoción.	Antes del año 2016
Vertimiento Colector 1 Alcantarillado municipio de Iles	Construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas al 85% de remoción.	Antes del año 2016
Vertimiento Colector 2 Alcantarillado municipio de Iles	Eliminación de este punto de vertimiento con la unificación al Colector 1.	Antes del año 2016

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

8.3 Cargas Contaminantes a verter en el Escenario Factible

Para el cumplimiento del Escenario Factible proyectado a 3, 5 y 10 años, las cargas contaminantes a verter de cada una de las entradas o descargas calculadas según las necesidades de tratamiento, optimización o eliminación de puntos de vertimiento, se detallan en los siguientes cuadros:

Cuadro N.66 Cargas Contaminantes a verter en el cauce principal de la Quebrada La Llave. Escenario Factible 2016.

USUARIOS	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTAL CARGA 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	Carga SS (Kg/dia)	Carga DBO (kg/dia)	Carga GYA (kg/dia)
Vertimiento Acopio de Leche	2,981	0,607	3,603	2,392	0,894	0,002	0,087	0,759	0,001	1,467	0,975	3,110	3,888	0,778
Interceptor Vertimiento Colector 1 y 2	3,823	4,497	4,947	2,249	0,163	0,003	0,009	2,689	0,243	0,675	1,574	11,243	11,243	2,249

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.67 Cargas Contaminantes a verter en el cauce principal de la Quebrada La Llave. Escenario Factible 2018.

USUARIOS	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTAL CARGA 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	Carga SS (Kg/dia)	Carga DBO (kg/dia)	Carga GYA (kg/dia)
Vertimiento Acopio de Leche	2,981	0,607	3,603	2,392	0,894	0,002	0,087	0,759	0,001	1,467	0,975	3,110	3,888	0,778
Interceptor Vertimiento Colector 1 y 2	3,977	4,679	5,146	2,339	0,169	0,003	0,009	2,798	0,253	0,702	1,637	11,696	11,696	2,339

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.68 Cargas Contaminantes a verter en el cauce principal de la Quebrada La Llave. Escenario Factible 2021.

USUARIOS	ACIDEZ CARGA Kg/dia	ALCALINIDAD TOTAL CARGA 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	Carga SS (Kg/dia)	Carga DBO (kg/dia)	Carga GYA (kg/dia)
Vertimiento Acopio de Leche	3,130	0,637	3,783	2,512	0,939	0,002	0,091	0,797	0,001	1,540	1,023	3,266	4,082	0,816
Interceptor Vertimiento Colector 1 y 2	4,406	5,184	5,702	2,592	0,188	0,004	0,010	3,100	0,280	0,778	1,814	12,960	12,960	2,592

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

8.4 Reglamentación de Caudales

Tomando como referencia el parágrafo 1 del artículo 8 del Decreto 3930 de 2010 y el artículo 107 del Decreto 1541 de 1978, el Plan de Ordenamiento del cauce principal de la Quebrada La Llave, consideró necesario implementar la Reglamentación de Caudales, debido a la gran demanda de agua que actualmente se presenta en la parte media y baja de la fuente hídrica.

Las razones por las cuales se ve necesaria la Reglamentación del cauce se justifican así:

1. Escasez de agua en épocas secas, presentando gran problemática a la comunidad.
2. Incremento de demanda del recurso por parte del sector agrícola.
3. Pérdida del caudal ambiental.

Por lo anterior se realizó el primer borrador del acto administrativo que ordena priorizar la reglamentación de caudales de esta área, a fin de propender por un uso equitativo y sostenible del recurso hídrico, garantizando las condiciones de acceso y uso de la población y para ello, se debe elaborar un estudio técnico de soporte para el desarrollo del proyecto de distribución de caudales. De esta manera, se realizará el control y por ende la conservación del caudal ambiental de la fuente.

8.5 Propuesta de Reglamentación de Vertimientos

La reglamentación de vertimientos, se realizó teniendo en cuenta los escenarios factibles a 3, 5 y 10 años en cuanto a cargas contaminantes y concentraciones para DBO5 de cada una de las entradas identificadas en la Quebrada La Llave.

A continuación se presentan las concentraciones máximas a 3, 5 y 10 años que pueden ser vertidas a los diferentes tramos para los vertimientos identificados:

Cuadro N.69 Reglamentación de Vertimientos Quebrada La Llave.

REGLAMENTACION DE VERTIMIENTOS QUEBRADA LA LLAVE Carga DBO (kg/Año)				
	ACTUAL	**3 AÑOS**	**5 AÑOS**	**10 AÑOS**
Vertimiento Acopio de Leche	9460,8	1419,12	1419,12	1490,08
Unificación Vertimiento Colector 1 y 2	25795,4625	4103,62	4269,186	4730,4

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

El escenario actual modelado en el presente documento evidencia claramente las condiciones de deterioro de la calidad de la quebrada La Llave debido a las descargas de aguas residuales de origen doméstico e industrial.

La reglamentación de vertimientos está dirigida a la reducción de cargas contaminantes por parte de los usuarios actuales identificados en campo, con el fin de recuperar la calidad de la fuente hídrica para la satisfacción de los usos estipulados.

De acuerdo a lo anteriormente mencionado se sustenta el hecho que el cumplimiento de los objetivos de calidad no se logrará únicamente con la reducción de cargas contaminantes por parte de los usuarios existentes, sino también restringiendo o controlando la presencia de nuevas descargas a la fuente.

8.6 Vinculación de Instrumentos de Control y Planificación

Entre los Instrumentos de Control y Planificación existentes que se relacionan con el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH y que pueden aportar e influir para la materialización del Escenario Factible enfocado al mantenimiento y recuperación de la calidad del agua del cauce principal de la Quebrada La Llave así como la satisfacción de los usos definidos, se resaltan el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del municipio de Iles y el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua.

- Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos; tiene contemplado los siguientes programas:

Cuadro N.70 Programas y Proyectos PSMV - Municipio de Iles.

PROGRAMA	PROYECTO	JUSTIFICACIÓN
Descontaminación y recuperación de la calidad del recurso hídrico	Implementación de Sistema de Tratamiento de Agua Residual para el alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles.	Alcanzar los objetivos de reducción de contaminación en los cuerpos receptores de aguas residuales.
Educación Ambiental	Educación Ambiental	Sensibilizar a la comunidad sobre el consumo del agua.

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

- Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua; tiene contemplado el siguiente programa:

Cuadro N.71 Programas y Proyectos PUEAA - Municipio de Iles.

PROGRAMA	PROYECTO	JUSTIFICACIÓN
Educación Ambiental	Capacitación y Educación Ambiental.	Identificar y crear multiplicadores de la cultura del agua con criterios y conceptos para realizar acciones de protección y buena utilización del recurso hídrico.

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

8.7 Metas de Descontaminación

Con el fin de minimizar el impacto ambiental causado por los vertimientos realizados sobre la fuente hídrica de la Quebrada La Llave de la jurisdicción del municipio de Iles del departamento de Nariño de carácter industrial y doméstico, de incentivar la construcción u 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 del Decreto 3100 de 2003, 3440 de 2004 y la Resolución 1433 de 2004.

De conformidad con lo establecido en el artículo 8 del Decreto 3100 de 2003, en cuanto al establecimiento de metas individuales de reducción de carga contaminante en DBO y SST, para entidades prestadoras de servicio de alcantarillado y usuarios sujetos al pago de la tasa, a continuación se presenta los cuadros resumen de las entradas de aguas residuales domesticas e industriales para los quinquenios.

Nota: A continuación se presentan los cuadros y graficas de metas de descontaminación para vertimientos domésticos para los cuales los valores de DBO y SST son iguales.

Cuadro N.72 Metas de reducción de Carga Contaminante de DBO – 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 2013	Carga Contaminante Proyectada 2015	Carga Meta a Verter	REMOCION (%)	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2016	Carga Meta a Verter	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2017	Carga Meta a Verter	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2018	Carga Meta a Verter	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2019	Carga Meta a Verter	Propuesta de Reduccion
COLECTOR 1	23824,46	24544,56	0	85%	24544,56	26973,76	4103,00	22870,76	27378,36	4164,545	23213,82	27789,04	4227,013	23562,03	28205,87	4290,418	23915,46
COLECTOR 2	1971	2030,573	0	85%	2030,57												

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

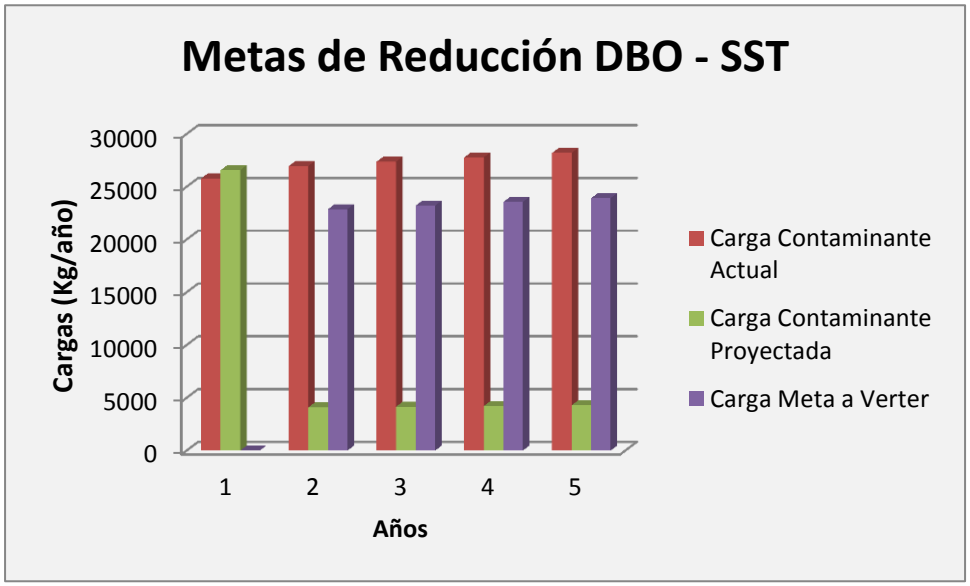
Cuadro N.73 Metas de reducción de Carga Contaminante de DBO – Segundo Quinquenio 2020-2024.

METAS DE REDUCCION DE CARGA CONTAMINANTE - SEGUNDO QUINQUENIO 2020 - 2024														
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	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2021	Carga Meta a Verter	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2022	Carga Meta a Verter	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2023	Carga Meta a Verter	Propuesta de Reduccion	Carga Contaminante Proyectada 2024	Carga Meta a Verter	Propuesta de Reduccion
28628,96	4354,77465	24274,19	29058,4	4420,096	24638,3	29494,27	4486,398	25007,88	29936,69	4553,694	25382,99	30385,74	4621,999	25763,74

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

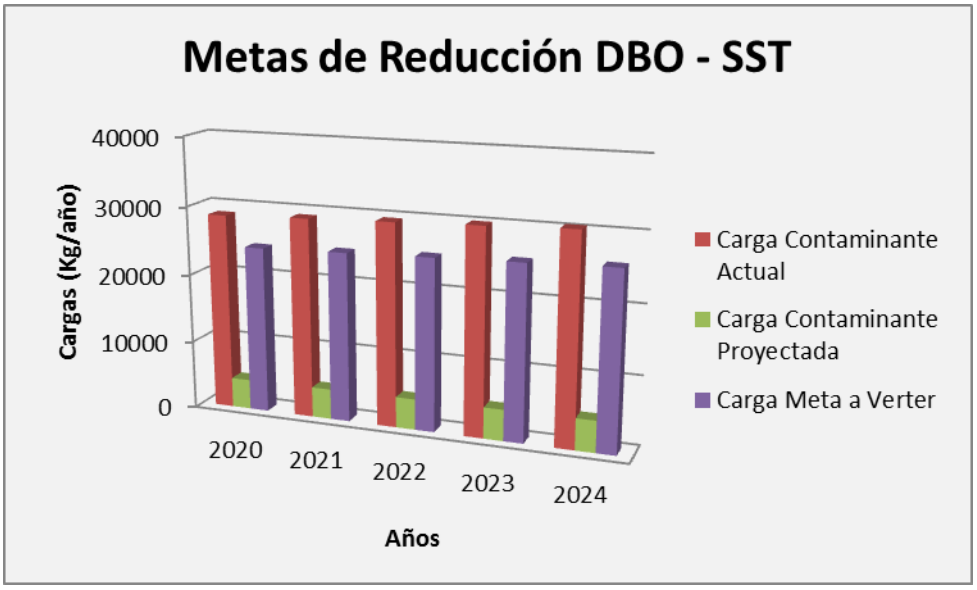
En las siguientes graficas se observa la relación de las metas de reducción de carga contaminante de DBO y SST en los dos quinquenios de los usuarios de la Quebrada La Llave.

Grafica N.65 Metas de reducción de Carga Contaminante de DBO – SST – Primer Quinquenio 2015-2019.



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Grafica N.66 Metas de reducción de Carga Contaminante de DBO – SST – Segundo Quinquenio 2020-2024.



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

A continuación se presentan las metas de reducción en cuanto a carga contaminante de DBO y SST para el acopio de leche.

Cuadro N.74 Metas de reducción de Carga Contaminante de DBO –SST, Acopio de Leche. Primer y Segundo Quinquenio 2015-2019 y 2020-2024.

METAS DE REDUCCION DE CARGA CONTAMINANTE 2015 - 2024											
DEPARTAMENTO DE NARIÑO – QUEBRADA LA LLAVE											
MUNICIPIO DE ILES											
		DBO_5 (kg/año)					SST(Kg/año)				
AÑO	NOMBRE DE PROYECTO	REMOCION (%)	DBO_5 (Kg/año)	REDUCCION	CARGA ACTUAL	META	REMOCION (%)	SST(Kg/año)	CARGA ACTUAL	REDUCCION	META
PRIMER QUINQUENIO											
2015	ACOPIO	0	9746,75	0	9746,75	9746,75	0	7797,4	7797,4	0	7797,4
2016		85	9892,95	8452,55	1440,4	1483,94	85	7914,36	1152,33	6762,03	1187,15
2017		85	10041,35	8579,34	1462,01	1506,20	85	8033,08	1169,61	6863,46	1204,96
2018		85	10191,97	8708,03	1483,94	1528,80	85	8153,57	1187,16	6966,42	1223,04
2019		85	10344,85	8838,65	1506,20	1551,73	85	8275,88	1204,97	7070,91	1241,38
SEGUNDO QUINQUENIO											
2020	ACOPIO	85	10500,02	8971,23	1528,80	1575,00	85	8400,02	1223,04	7176,98	1260,00
2021		85	10657,52	9105,79	1551,73	1598,63	85	8526,02	1241,39	7284,63	1278,90
2022		85	10817,38	9242,38	1575,00	1622,61	85	8653,91	1260,01	7393,90	1298,09
2023		85	10979,64	9381,02	1598,63	1646,95	85	8783,72	1278,91	7504,81	1317,56
2024		85	11144,34	9521,73	1622,61	1671,65	85	8915,47	1298,09	7617,38	1337,32

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

8.8 Tasa Retributiva

La Tasa Retributiva es el precio que cobra el Estado por permitir la utilización de los cuerpos de agua como receptor de vertimientos puntuales, además es un instrumento económico que promueve la Producción Más Limpia como alternativa más productiva y menos costosa para reducir los vertimientos, está reglamentado por los Decretos 901 de 1997, 3100 de 2003 y 3440 de 2004.

El objetivo del cobro de Tasa Retributiva es principalmente Incentivar al usuario a la implementación de producción más limpia y la Construcción y/o optimización de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Además de los beneficios que obtiene la quebrada por la disminución de contaminantes, el usuario presenta beneficios económicos por la disminución en el valor del pago por tasa retributiva, a continuación se presentan los cálculos para los vertimientos domésticos e industriales, teniendo en cuenta las remociones en carga propuestas en el presente documento.

Cuadro N.75. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019. Escenario con cobro de Tarifa Mínima.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA LA LLAVE															
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	
VERT. CASCO URBANO COLECTOR 1	36362,31	36362,31	$ 6.402.972,4	36907,74	36907,74	$ 6.693.987,54	37461,36	37461,36	$ 6.998.229,27	38023,28	38023,28	$ 7.316.298,79	38593,627	38593,63	$ 7.648.824,57
VERT. CASCO URBANO COLECTOR 2	3008,26	3008,26	$ 529.718,5	3053,38	3053,38	$ 553.794,21	3099,18	3099,18	$ 578.964,16	3145,67	3145,67	$ 605.278,08	3192,854	3192,85	$ 632.787,97
TOTAL	39370,56	39370,56		39961,12	39961,12		40560,54	40560,54		41168,95	41168,95		41786,481	41786,48	
			$ 6.932.690,9			$ 7.247.781,75			$ 7.577.193,43			$ 7.921.576,87			$ 8.281.612,54

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.76. Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024. Escenario con cobro de Tarifa Mínima.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA LA LLAVE															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MINIMA															
USUARIO	2020			2021			2022			2023			2024		
	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	
VERT. CASCO URBANO COLECTOR 1	39172,53	39172,53	$ 7.996.463,65	39760,12	39760,12	$ 8.359.902,92	40356,52	40356,52	$ 8.739.860,51	40961,87	40961,87	9137087,17	41576,30	41576,30	$ 9.552.367,78
VERT. CASCO URBANO COLECTOR 2	3240,75	3240,75	$ 661.548,18	3289,36	3289,36	$ 691.615,55	3338,70	3338,70	$ 723.049,47	3388,78	3388,78	755912,07	3439,61	3439,61	$ 790.268,28
TOTAL	42413,28	42413,28		43049,48	43049,48		43695,22	43695,22		44350,65	44350,65		45015,91	45015,91	
			$ 8.658.011,83			$ 9.051.518,47			$ 9.462.909,99			$ 9.892.999,24			$ 10.342.636,06

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.77. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019. Escenario con Cumplimiento de Metas.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA LA LLAVE															
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	
VERT. CASCO URBANO COLECTOR 1	36362,31	36362,31	$ 6.402.972,4	6082,73	6082,73	$ 1.103.228,87	6173,97	6173,97	$ 1.153.370,62	6266,58	6266,58	$ 1.205.791,31	6360,57	6360,57	$ 1.260.594,53
VERT. CASCO URBANO COLECTOR 2	3008,26	3008,26	$ 529.718,5												
TOTAL	39370,56	39370,56		6082,73	6082,73		6173,97	6173,97		6266,58	6266,58		6360,574	6360,57	
			$ 6.932.690,9			$ 1.103.228,87			$ 1.153.370,62			$ 1.205.791,31			$ 1.260.594,53

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.78. Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024. Escenario con Cumplimiento de Metas.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA LA LLAVE															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2020			2021			2022			2023			2024		
	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA
	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA
VERT. CASCO URBANO COLECTOR 1 Y 2	6455,98	6455,98	$ 1.317.888,55	6552,82	6552,82	$ 1.377.786,58	6651,11	6651,11	$ 1.440.406,98	6750,88	6750,88	1505873,48	6852,14	6852,14	$ 1.574.315,43
TOTAL	6455,98	6455,98		6552,82	6552,82		6651,11	6651,11		6750,88	6750,88		6852,14	6852,14	
			$ 1.317.888,55			$ 1.377.786,58			$ 1.440.406,98			$ 1.505.873,48			$ 1.574.315,43

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.79. Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019. Escenario sin Cumplimiento de Metas.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA LA LLAVE															
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 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	
VERT. CASCO URBANO COLECTOR 1	36362,31	36362,31	$ 6.402.972,4	36907,74	36907,74	$ 15.717.440,80	37461,36	37461,36	$ 16.431.798,49	38023,28	38023,28	$ 17.178.623,73	38593,627	38593,63	$ 17.959.392,18
VERT. CASCO URBANO COLECTOR 2	3008,26	3008,26	$ 529.718,5	3053,38	3053,38	$ 1.300.305,34	3099,18	3099,18	$ 1.359.404,22	3145,67	3145,67	$ 1.421.189,14	3192,854	3192,85	$ 1.485.782,19
TOTAL															
			$ 6.932.690,9			$ 17.017.746,14			$ 17.791.202,70			$ 18.599.812,87			$ 19.445.174,36

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.80. Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024. Escenario sin Cumplimiento de Metas.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA LA LLAVE															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO 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
VERT. CASCO URBANO COLECTOR 1	39172,53	39172,53	$ 18.775.646,55	39760,12	39760,12	$ 19.628.999,69	40356,52	40356,52	$ 20.521.137,72	40961,87	40961,87	21453823,43	41576,30	41576,30	$ 22.428.899,71
VERT. CASCO URBANO COLECTOR 2	3240,75	3240,75	$ 1.553.310,99	3289,36	3289,36	$ 1.623.908,97	3338,70	3338,70	$ 1.697.715,63	3388,78	3388,78	1774876,81	3439,61	3439,61	$ 1.801.499,96
TOTAL															
			$ 20.328.957,54			$ 21.252.908,66			$ 22.218.853,35			$ 23.228.700,24			$ 24.230.399,67

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

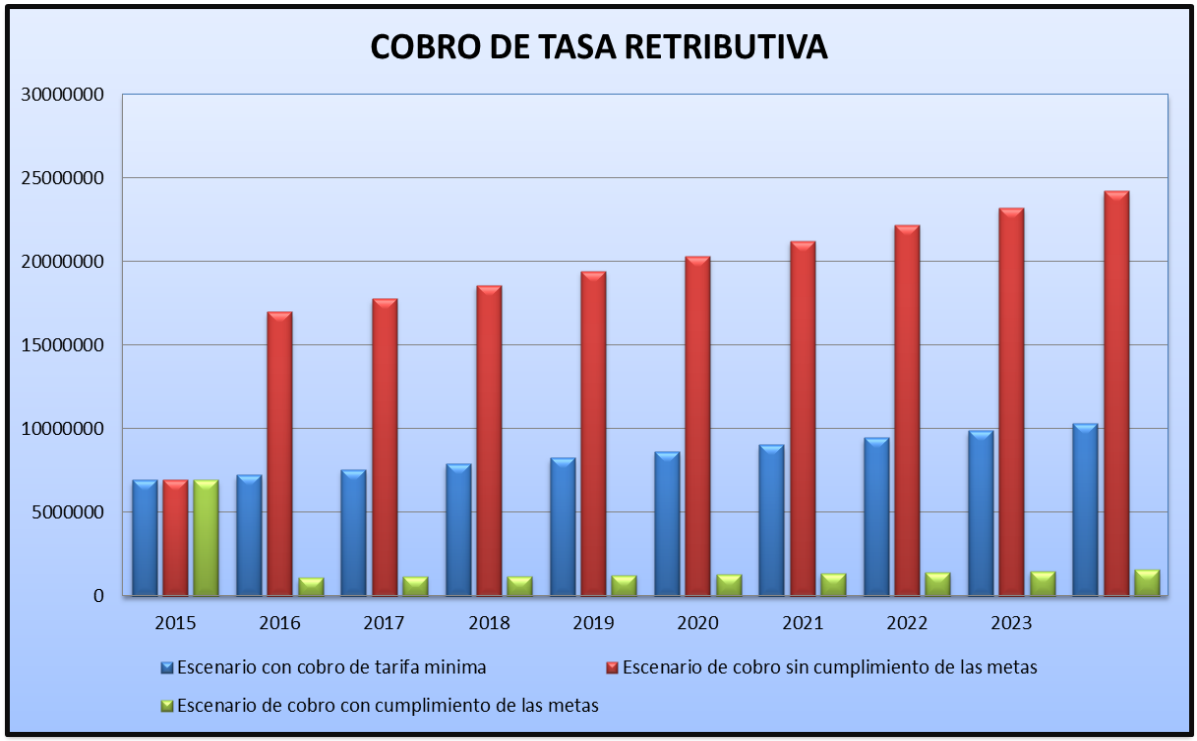
Los Cuadros 75 y 76, muestran la proyección del cobro de la Tasa Retributiva con tarifa mínima en los dos quinquenios 2015 – 2019 y 2020 – 2024 respectivamente, los cuales indican que en el segundo quinquenio se realizará un aumento de $10.342.636,06 m/cte.

En los Cuadros 77 y 78 se muestra la proyección del cobro de Tasa Retributiva pero con cumplimiento de metas de reducción de carga contaminante, e indican que los valores en los dos quinquenios disminuyen considerablemente, frente a los valores de Tasa calculados con Tarifa Mínima y los valores calculados sin Metas de Descontaminación.

Así mismo, los Cuadros 79 y 80 muestran la proyección del cobro de Tasa Retributiva, pero sin cumplimiento de metas de reducción y señalan que los valores de los quinquenios 2015 – 2019 y 2020 – 2024 aumentan significativamente, éste aumento se debe a que ningún usuario ha implementado una Planta de Tratamiento que realice la remoción pertinente sobre todo de los parámetros de DBO y SST objeto de cobro de Tasa Retributiva.

A continuación se presenta la gráfica de los valores totales de Tasa Retributiva para los años 2015-2014.

Grafica N.67 Comparativo Escenarios de Cobro de la Tasa Retributiva – Valores Totales.



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

A continuación se presenta la proyección de tasa retributiva para el vertimiento directo que realiza el Acopio de Leche "Cooperativa Nuevo Amanecer" a la Quebrada La Llave.

Cuadro N.81 Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019. Escenario con cobro de Tarifa Mínima. Acopio de Leche.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA LA LLAVE															
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	
VERT. ACOPIO DE LECHE	9746,75	7797,40	$ 1.613.463,7	9892,95397	7914,36318	$ 1.686.795,65	10041,3483	8033,07862	$ 1.763.460,51	10191,97	8153,57	$ 1.843.609,79	10344,848	8275,88	$ 1.927.401,85
TOTAL			$ 1.613.463,7			$ 1.686.795,65			$ 1.763.460,51			$ 1.843.609,79			$ 1.927.401,85

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.82 Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024. Escenario con cobro de Tarifa Mínima. Acopio de Leche.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA LA LLAVE															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO CON COBRO DE TARIFA MINIMA															
USUARIO	2020			2021			2022			2023			2024		
	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	
VERT. ACOPIO DE LECHE	10500,02	8400,02	$ 2.015.002,27	10657,52	8526,02	$ 2.106.584,12	10817,38	8653,91	$ 2.202.328,37	10979,64	8783,72	2302424,19	11144,34	8915,47	$ 2.407.069,37
TOTAL			$ 2.015.002,27			$ 2.106.584,12			$ 2.202.328,37			$ 2.302.424,19			$ 2.407.069,37

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.83 Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019. Escenario con Cumplimiento de Metas. Acopio de Leche.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA LA LLAVE															
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	
VERT. ACOPIO DE LECHE	9746,75	7797,40	$ 1.613.463,7	1440,4068	1152,3295	$ 245.596,42	1462,0129	1169,61444	$ 256.758,78	1483,94	1187,16	$ 268.428,47	1506,202	1204,97	$ 280.628,54
TOTAL			$ 1.613.463,7			$ 245.596,42			$ 256.758,78			$ 268.428,47			$ 280.628,54

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.84 Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024. Escenario con Cumplimiento de Metas. Acopio de Leche.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA LA LLAVE															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO QUINQUENIO - ESCENARIO DE COBRO CON CUMPLIMIENTO DE LAS METAS															
USUARIO	2020			2021			2022			2023			2024		
	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA	CARGA kg/año		VALOR TASA
	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA	DBO5	SST	RETRIBUTIVA
VERT. ACOPIO DE LECHE	1528,80	1223,04	$ 293.383,11	1551,73	1241,39	$ 306.717,37	1575,00	1260,01	$ 320.657,67	1598,63	1278,91	335231,56	1622,61	1298,09	$ 350.467,84
TOTAL			$ 293.383,11			$ 306.717,37			$ 320.657,67			$ 335.231,56			$ 350.467,84

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.85 Proyección de la TR Primer Quinquenio 2015 – 2019. Escenario sin Cumplimiento de Metas. Acopio de Leche.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA LA LLAVE															
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 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	
VERT. ACOPIO DE LECHE	9746,75268	7797,40214	$ 1.613.463,7	9892,95397	7914,36318	$ 3.621.752,49	10041,3483	8033,07862	$ 3.786.361,14	10191,97	8153,57	$ 3.958.451,25	10344,848	8275,88	$ 4.138.362,86
TOTAL			$ 1.613.463,7			$ 3.621.752,49			$ 3.786.361,14			$ 3.958.451,25			$ 4.138.362,86

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.86 Proyección de la TR Segundo Quinquenio 2020 – 2024. Escenario sin Cumplimiento de Metas. Acopio de Leche.

PLAN DE ORDENACION DEL RECURSO HÍDRICO - QUEBRADA LA LLAVE															
PROYECCION DE LA TASA RETRIBUTIVA SEGUNDO 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
VERT. ACOPIO DE LECHE	10500,02	8400,02	$ 4.326.451,46	10657,52	8526,02	$ 4.523.088,67	10817,38	8653,91	$ 4.728.663,05	10979,64	8783,72	4943580,79	11144,34	8915,47	$ 5.168.266,54
TOTAL			$ 4.326.451,46			$ 4.523.088,67			$ 4.728.663,05			$ 4.943.580,79			$ 5.168.266,54

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

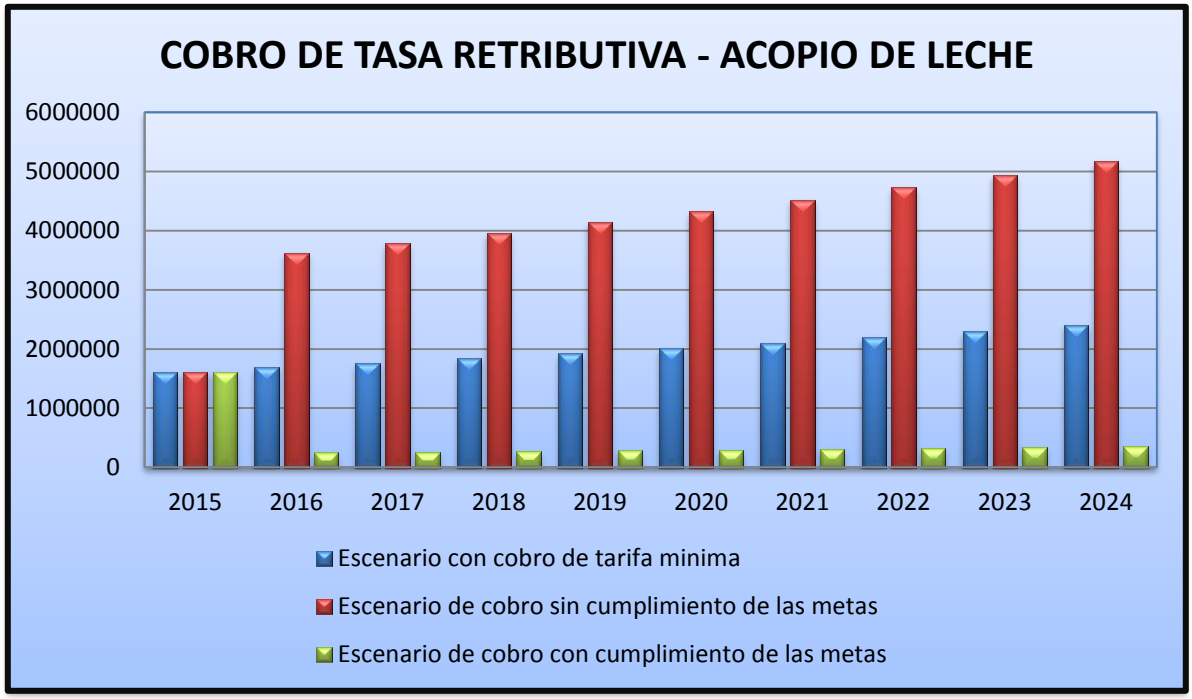
Los Cuadros 81 y 82, muestran la proyección del cobro de la Tasa Retributiva para el acopio de leche con tarifa mínima en los dos quinquenios 2015 – 2019 y 2020 – 2024 respectivamente, los cuales indican que en el segundo quinquenio se realizará un aumento de $2.407.069,37 m/cte.

En los Cuadros 83 y 84 se muestra la proyección del cobro de Tasa Retributiva pero con cumplimiento de metas de reducción de carga contaminante, e indican que los valores en los dos quinquenios disminuyen considerablemente, frente a los valores de Tasa calculados con Tarifa Mínima y los valores calculados sin Metas de Descontaminación.

Así mismo, los Cuadros 85 y 86 muestran la proyección del cobro de Tasa Retributiva, pero sin cumplimiento de metas de reducción y señalan que los valores de los quinquenios 2015 – 2019 y 2020 – 2024 aumentan significativamente, éste aumento se debe a que el acopio de leche no ha implementado la optimización del Sistema de Tratamiento que realice la remoción pertinente sobre todo de los parámetros de DBO y SST objeto de cobro de Tasa Retributiva.

A continuación se presenta la gráfica de los valores totales de Tasa Retributiva para los años 2015-2014.

Grafica N.68 Comparativo Escenarios de Cobro de la Tasa Retributiva – Valores Totales. Acopio de Leche.



Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

8.9 Líneas de acción para la Formulación de 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 La Llave.

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 La Llave: agrupa proyectos encaminados a la optimización de sistemas de tratamiento, construcción de Plantas de Tratamiento, y eliminación de puntos de vertimiento lo que permitirá recuperar la calidad fisicoquímica y bacteriológica de la quebrada, además del cumplimiento de los Objetivos de Calidad trazados para la satisfacción de los usos definidos.

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

Fortalecimiento institucional: Se encamina a alcanzar la sostenibilidad técnica, financiera y operativa de la empresa de servicios públicos, que permita la participación de la misma como actor importante en la ejecución del PORH de la Quebrada La Llave.

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 La Llave: agrupa las acciones de control y monitoreo que deben efectuarse por parte de los actores involucrados para verificar el cumplimiento de los compromisos de descontaminación y de reducción de cargas contaminantes.

Como principales responsables de la ejecución de los proyectos, se tiene a la Alcaldía municipal de Iles, la empresas de servicios públicos EMCOILES y las industrias privadas identificadas que realizan descargas directas a la Quebrada La Llave, para los primeros en los siguientes numerales se identificaron las fuentes de financiación y las fichas de proyectos; mientras que para las empresas privadas en este caso el acopio de leche, a continuación se identifican las acciones a seguir con el fin de dar cumplimiento a las metas de descontaminación establecidas, cabe aclarar que los costos de la optimización del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para el acopio serán asumidos por la empresa.

Cuadro N.87 Acciones a seguir por parte de la empresa privada - Acopio de Leche "Cooperativa Nuevo Amanecer".

Empresa	Acciones a Seguir	Actividades	Tiempo de Ejecución
Centro de Acopio de Leche "Cooperativa Nuevo Amanecer"	Optimización del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales al 85% de remoción.	Caracterización previa del STAR - Mantenimiento de Unidades - Uso eficiente y ahorro del agua - Implementación de Unidades para el manejo de lodos - Caracteriación posterior del STAR	Antes del año 2016

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

8.10 Fuentes de Financiación

Para la formulación e implementación de los proyectos es necesario tener en cuenta las fuentes de financiación del PORH, las cuales son del orden local, regional y nacional y dependiendo del programa se describe la fuente que tenga relación, cabe aclarar que los dineros aportados por Corponariño por concepto de tasa retributiva serán invertidos ÚNICAMENTE en proyectos de descontaminación del recurso hídrico.

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

- Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO: los recursos a destinar provendrán del recaudo de la Tasa Retributiva de los usuarios de vertimientos de la fuente hídrica.

- Alcaldía Municipal de Iles - MUNICIPIO: 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.

Otra fuente de financiación contemplada es el Plan Departamental de Aguas. Aunque aún no tiene contemplado proyectos destinados al tratamiento de aguas residuales, se podría proponer un redireccionamiento de los recursos considerando la importancia del PORH para la comunidad y el medio ambiente.

- NACIÓN: los recursos a portar por parte del estado pueden provenir principalmente del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- EMCOILES E.S.P.: como prestador del servicio público de acueducto y alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles, la Empresa destinara los recursos necesarios para efectuar las obras y compromisos adquiridos principalmente en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV aprobado por CORPONARIÑO.

8.11 Descontaminación y Recuperación de la Calidad del Recurso Hídrico

Este programa contempla la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y la unificación para los vertimientos del alcantarillado del casco municipal de Iles.

8.11.1 Proyecto – Construcción Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Alcantarillado Casco Urbano, municipio de Iles.

Teniendo en cuenta que en el análisis de calidad de la Quebrada La Llave, el mayor pico de contaminación es generado por el vertimiento del alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles, es necesaria la implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que remueva en 3 años el 85% de carga contaminante, por esto a continuación se presenta las actividades a llevarse a cabo durante el periodo 2014 - 2016, el costo total del proyecto, las fuentes de financiación y los tiempos de ejecución.

Cuadro N.88 Fuentes de Financiación. PTAR alcantarillado del casco urbano municipio de Iles.

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	2016	Construcción de la Planta de Tratamientos de Aguas Residuales para el casco urbano del municipio de Iles.	$645.712.000,00	CORPONARIÑO	2	$12.914.240,00
				SGP	16	$103.313.920,00
				GOBERNACION	20	$129.142.400,00
				NACION	62	$400.341.440,00
				TOTAL	100	$645.712.000,00

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.89 Ficha de Proyecto Construcción PTAR.

PROGRAMA: DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO
NUMERO DEL PROYECTO: 1
NOMBRE DEL PROYECTO: Construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Alcantarillado Casco Urbano, municipio de Iles.
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: Recuperación de la calidad del Recurso Hidrico.
DIAGNÓSTICO: La descarga de aguas residuales provenientes de dos vertimientos directos sin ninguna clase de tratamiento ha ocasionado graves problemas ambientales y el deterioro de la calidad del agua de la Quebrada La Llave, por cuento se considera fundamental su tratamiento antes de su vertimiento.
ALCANCE: El municipio de Iles contara con una PTAR ubicada en la zona de los vertimientos en la margen izquiera de la quebrada, que permita entregar en 3 años las aguas residuales con una remoción en carga contaminante del 85%, cumpliendo así con los objetivos de calidad y las metas de descontaminación para la Quebrada La Llave.
JUSTIFICACIÓN: Cumplir con los objetivos de calidad y las metas de descontaminación establecidos por la autoridad ambiental, así como lograr la mitigación del riesgo por contaminación.
OBJETIVO DEL PROYECTO: Diseño y construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas para el casco urbano del municipio de Iles.
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: Se diseñara y construirá una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas para los vertimientos directos generados en la Quebrada La Llave.
LUGAR: Municipio de Iles
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: - Estudios técnicos y económicos del centro poblado. - Diseño. - Compra de predios. - Ejecución de las obras de construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas del casco urbano del municipio de Iles. - Monitoreo de la calidad del recurso.
TIEMPO DE EJECUCIÓN: 3 años.
RECURSOS NECESARIOS
ECONÓMICOS: $ 645.712.000
HUMANOS: Mano de Obra Calificada
RESPONSABLES: EMCOILES, Alcaldia de Iles.
FUENTES DE FINANCIACIÓN: Alcaldia de Iles, Corponariño, Gobernación y Nación.
BENEFICIOS: Recuperación de la calidad de agua de la Quebrada La Llave, cumpliendo con los objetivos de calidad y las metas de descontaminación establecidas en el PORH.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: Porcentaje de remoción de carga contaminante.

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

8.11.2 Proyecto – Unificación de vertimientos de Colectores 1 y 2.

Con el fin de generar un solo punto de vertimiento y eliminar los focos de contaminación en el sector del casco urbano del municipio de Iles en el margen izquierdo de la quebrada, es necesaria la unificación de los dos colectores que conduzcan las aguas residuales domesticas hasta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Cuadro N.90 Fuentes de Financiación. Unificación de vertimientos de Colectores 1 y 2.

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	2016	Unificación de dos colectores de aguas residuales domésticas del casco urbano de el municipio de Iles.	$100.000.000,00	CORPONARIÑO	1	$1.000.000,00
				SGP	10	$10.000.000,00
				GOBERNACION	12	$12.000.000,00
				NACION	77	$77.000.000,00
				TOTAL	100	$100.000.000,00

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.91 Ficha de Proyecto. Unificación de vertimientos de Colectores 1 y 2.

PROGRAMA: DESCONTAMINACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO
NUMERO DEL PROYECTO: 2
NOMBRE DEL PROYECTO: Unificación de dos colectores de aguas residuales domésticas del Casco Urbano, municipio de Iles.
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: Recuperación de la calidad del Recurso Hidrico.
DIAGNÓSTICO: La descarga de aguas residuales provenientes de dos vertimientos directos sin ninguna clase de tratamiento ha ocasionado graves problemas ambientales y el deterioro de la calidad del agua de la Quebrada La Llave, por cuento se considera fundamental su tratamiento antes de su vertimiento.
ALCANCE: El municipio de Iles contará con la unificación o unión de dos vertimientos de los colectores de las aguas residuales domesticas provenientes del alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles, ubicado en el margen izquierdo de la Quebrada, que permita entregar las aguas residuales a la Planta de Tratamiento, cumpliendo así con los objetivos de calidad y las metas de descontaminación para la Quebrada La Llave.
JUSTIFICACIÓN: Cumplir con los objetivos de calidad y las metas de descontaminación establecidos por la autoridad ambiental, así como lograr la mitigación del riesgo por contaminación.
OBJETIVO DEL PROYECTO: Diseño y construcción de la unificación de dos colectores del alcantarillado de casco urbano del municipio de Iles.
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: Se diseñara y construirá una unificación de dos colectores de aguas residuales domesticas provenietes de los vertimientos directos generados en la Quebrada La Llave.
LUGAR: Municipio de Iles
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: - Estudios técnicos. - Diseño. - Ejecución de las obras de construcción. - Monitoreo de cada actividad.
TIEMPO DE EJECUCIÓN: 3 años.
RECURSOS NECESARIOS
ECONÓMICOS: $ 100.000.000
HUMANOS: Mano de Obra Calificada
RESPONSABLES: EMCOILES, Alcaldia
FUENTES DE FINANCIACIÓN: EMCOILES, Departamento, Alcaldia
BENEFICIOS: Recuperación de la calidad de agua de la Quebrada La Llave, cumpliendo con los objetivos de calidad y las metas de descontaminación establecidas en el PORH.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: Puntos de vertimientos eliminados.

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

8.12 Protección y conservación de la calidad de la Quebrada La Llave.

Este programa contempla la recuperación de la ronda hídrica de la Quebrada La Llave, en el cual se proyecta realizar reforestaciones con el fin de lograr la conservación del recurso, para tal fin se pretende realizar concertaciones con la comunidad de la zona, para la adquisición de los terrenos a reforestar, con la ventaja que las especies sean de aprovechamiento forestal.

8.12.1 Proyecto - Recuperación de la Ronda Hídrica Quebrada La Llave.

Cuadro N.92 Fuentes de Financiación. Recuperación de la Ronda Hídrica.

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 LA LLAVE	2023	Recuperación de la ronda hídrica de la Quebrada La Llave.	$80.000.000,00	CORPONARIÑO	10	$8.000.000,00
				GOBERNACION DE NARI	20	$16.000.000,00
				SGP	70	$56.000.000,00
				TOTAL	100	$80.000.000,00

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.93 Ficha de Proyecto. Recuperación de la Ronda Hídrica.

PROGRAMA: PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA LA LLAVE
NUMERO DEL PROYECTO: 3
NOMBRE DEL PROYECTO: Recuperación de la ronda hídrica de la Quebrada La Llave.
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: Recuperación calidad y cantidad del recurso hídrico.
DIAGNÓSTICO: La invasión de la ronda hídrica por cultivos, ha generado la pérdida de cobertura vegetal, deteriorando la calidad del recurso y generando riesgo al entorno.
ALCANCE: Se proyecta una recuperación de la ronda hídrica en varias zonas.
JUSTIFICACIÓN: Se ve la necesidad de recuperar la ronda hídrica por el deterioro de la capa vegetal además del riesgo de inundación y por ende perdida de cultivos.
OBJETIVO DEL PROYECTO: Protección y conservación de la calidad de la Quebrada La Llave.
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: Implementación de jornadas de capacitación, talleres participativos con el fin de sensibilizar a la comunidad en cuanto a el PORH.
LUGAR: Municipio de Iles
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: identificación de la comunidad beneficiada, selección y priorización de los temas a tratar en las jornadas de capacitación, metodología y materiales a utilizar, evaluación y seguimiento.
TIEMPO DE EJECUCIÓN: 10 años.
RECURSOS NECESARIOS
ECONÓMICOS: $ 80.000.000
HUMANOS: Mano de Obra Calificada
RESPONSABLES: EMCOILES, Alcaldia, CORPONARIÑO, comunidad beneficiada.
FUENTES DE FINANCIACIÓN: EMCOILES, Alcaldia, CORPONARIÑO, comunidad beneficiada.
BENEFICIOS: comunidad sensibilizada en el tema relacionado con el PORH.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: Kms de ronda hidrica protegidos.

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.94 Fuentes de Financiación. Educación Ambiental.

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 LA LLAVE	**2023**	**Educación Ambiental.**	$70.000.000,00	CORPONARIÑO	10	$7.000.000,00
				GOBERNACION DE NARI	20	$14.000.000,00
				SGP	70	$49.000.000,00
				TOTAL	100	$70.000.000,00

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.95 Ficha de Proyecto. Educación Ambiental.

PROGRAMA: PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA LA LLAVE
NUMERO DEL PROYECTO: 4
NOMBRE DEL PROYECTO: Educación Ambiental encaminada al cumplimiento de las metas establecidas en el PORH.
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: Sensibilización ambiental a la comunidad involucrada.
DIAGNÓSTICO: La comunidad del municipio de Iles no tiene cultura ambiental, en pro de la conservación y protección del recurso hídrico.
ALCANCE: Habitantes municipio de Iles.
JUSTIFICACIÓN: Debido al deterioro en la calidad del recurso hídrico, es necesario, realizar el acompañamiento a la comunidad en programas de capacitación, que generen una sensibilización ante el recurso.
OBJETIVO DEL PROYECTO: Sensibilización y capacitación a los habitantes del municipio de Iles.
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: Implementación de jornadas de capacitación, talleres participativos con el fin de sensibilizar a la comunidad en cuanto a el PORH.
LUGAR: Municipio de Iles
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: identificación de la comunidad beneficiada, selección y priorización de los temas a tratar en las jornadas de capacitación, metodología y materiales a utilizar, evaluación y seguimiento.
TIEMPO DE EJECUCIÓN: 10 años.
RECURSOS NECESARIOS
ECONÓMICOS: $ 70.000.000
HUMANOS: Mano de Obra Calificada
RESPONSABLES: EMCOILES, Alcaldia, CORPONARIÑO, comunidad beneficiada.
FUENTES DE FINANCIACIÓN: EMCOILES, Alcaldia, CORPONARIÑO, comunidad beneficiada.
BENEFICIOS: comunidad sensibilizada en el tema relacionado con el PORH.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: Programa de educación ambiental implementado.

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

8.13 Fortalecimiento Institucional

Este programa contempla la sostenibilidad operativa, técnica, financiera y administrativa, encaminada a la ejecución de los proyectos contemplados en el PORH de la Quebrada La Llave.

8.13.1 Proyecto – Fortalecimiento Institucional de la Empresa de Servicios Públicos.

Cuadro N.96 Fuentes de Financiación. Fortalecimiento Institucional.

FUENTES DE FINANCIACION						
PROGRAMA	AÑO DE EJECUCION	PROYECTO	COSTO TOTAL (Pesos)	FUENTES DE FINANCIACION	% DE PARTICIPACION	COSTO DE PARTICIPACION (Pesos)
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	2016	Fortalecimiento institucional de la empresa de servicios públicos EMCOILES.	$100.000.000,00	SGP	100	$100.000.000,00
				TOTAL	100	$100.000.000,00

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.97 Ficha de Proyecto. Fortalecimiento Institucional.

PROGRAMA: FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL
NUMERO DEL PROYECTO: 5
NOMBRE DEL PROYECTO: Fortalecimiento Institucional de la Empresa de servicios públicos EMCOILES.
COMPONENTE AL CUAL VA DIRIGIDO: Control y seguimiento a la ejecución del PORH.
DIAGNÓSTICO: La empresa de servicios públicos de Iles es una empresa consolidada que presta los servicios de acueducto y alcantarillado, sin embargo se requiere se revise su estructura tarifaria encaminada a cumplir costos relacionados con la ejecución del plan.
ALCANCE: Empresa con capacidad técnica, financiera, operativa y administrativa para cubrir los compromisos de inversión relacionados con la ejecución del PORH de la Quebrada La Llave.
JUSTIFICACIÓN: Teniendo en cuenta el protagonismo que ejerce la empresas de servicios públicos en la formulación y ejecución del PORH de la Quebrada La Llave, es necesario consolidar aspectos técnicos, financieros, operativos y administrativos que permitan la gestión eficiente de la empresa a fin de garantizar la actividades y proyectos del plan.
OBJETIVO DEL PROYECTO: Empresa prestadora de servicios públicos de alcantarillado con capacidad técnica, financiera, operativa y administrativa para la ejecución de las obras, proyectos y actividades contempladas en el PORH.
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: Con el acompañamiento la participación de la administración de la empresa prestadora del servicio de alcantarillado se consolidara una estructura técnica, financiera, operativa y administrativa que permita la ejecución de los proyectos establecidas en el PORH.
LUGAR: Municipio de Iles
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Revisión y propuesta de estructura tarifaria, consolidación de una estructura técnica, financiera, operativa y administrativa en la empresa, esquema financiero con capacidad de recursos que permitan la ejecución de los proyectos del PORH de la Quebrada La Llave.
TIEMPO DE EJECUCIÓN: 3 años.
RECURSOS NECESARIOS
ECONÓMICOS: $ 100.000.000
HUMANOS: Mano de Obra Calificada
RESPONSABLES: EMCOILES, Alcaldia, CORPONARIÑO, comunidad beneficiada.
FUENTES DE FINANCIACIÓN: EMCOILES, Alcaldia.
BENEFICIOS: Empresa fortalecida técnica, financiera, operativa y administrativamente.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: Resolución de aprobación de tarifas emitido por la CRA, cumplimiento de requisitos y directrices emitidos por la Súper intendencia de Servicios públicos Domiciliarios, esquema financiero con capacidad de recursos que permitan ejecutar los proyectos establecidos en el PORH de la Quebrada La Llave.

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

8.14 Gestión del Riesgo

Cuadro N.98 Fuentes 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	2018	Mitigación del Riesgo asociado al cauce principal de la Quebrada La Llave.	$20.000.000,00	SGP	100	$20.000.000,00
				TOTAL	100	$20.000.000,00

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Cuadro N.99 Ficha de Proyecto. Gestión del Riesgo.

PROGRAMA: GESTIÓN DEL RIESGO
NUMERO DEL PROYECTO: 6
NOMBRE DEL PROYECTO: Mitigación del Riesgo asociado al cauce principal de la Quebrada La Llave.
DIAGNÓSTICO: La alteración de la calidad fisicoquímica y bacteriológica natural del agua de la Quebrada La Llave por los vertimientos y el uso indiscriminado de fungicidas y agroquímicos.
JUSTIFICACIÓN: Los vertimientos generados, arrastres de suelos con agroquímicos y fungicidas y la disposición inadecuada de residuos sólidos de los mismos aumentan la vulnerabilidad del recurso.
LUGAR: Municipio de Iles
OBRAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR: Llevar a cabo campañas educativas ambientales abarcando temas concernientes a la conservación y protección del recurso hídrico con el control en la aplicación de fungicidas y agroquímicos, campañas de descontaminación de la fuente hídrica por medio de la recolección de embaces de agroquímicos y prácticas de actividades agroecológicas sostenibles.
TIEMPO DE EJECUCIÓN: 3 años.
RECURSOS NECESARIOS
ECONÓMICOS: $ 20.000.000
HUMANOS: Mano de Obra Calificada
RESPONSABLES: EMCOILES, Alcaldia.
FUENTES DE FINANCIACIÓN: EMCOILES, Alcaldia.
BENEFICIOS: Recuperación ronda hídrica, Protección de viviendas asentadas a la orilla de cauce principal, Protección de zonas con bosques primarios - secundarios.
INDICADOR DE SEGUIMIENTO: Capacitaciones ejecutadas

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

8.15 Evaluación y seguimiento a programas y proyectos Plan de Ordenamiento de la Quebrada La Llave.

A continuación se presenta un cuadro resumen, en donde se expresan las acciones de seguimiento a llevarse a cabo para las actividades correspondientes a los proyectos de descontaminación de la Quebrada La Llave.

Cuadro N.100 Evaluación y seguimiento a programas y proyectos Plan de Ordenamiento de la Quebrada La Llave.

PROGRAMA	PROYECTO	ACTIVIDAD	ACCIÓN DE SEGUIMIENTO	RESPONSABLE SEGUIMIENTO	TIEMPO
DESCONTAMINACION Y RECUPERACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	Construcción PTAR Alcantarillado Casco Urbano , municipio de Iles.	Estudios y predios	Revisión y aprobación de estudios y diseños	Corponariño	4 meses después de entregada la información
		Compra de predios	Verificación de documentos		
		Inicio Fase I. Tratamiento Preeliminar	Avance en Obra		2 veces en el año
		Inicio Fase II. Tratamiento Primario	Avance en Obra		2 veces en el año
		Inicio Fase III. Tratamiento Secundario	Monitoreo entrada y salida PTAR	EMCOILES	2 veces en el año
		Monitoreo Calidad del Recurso	Monitoreo corriente hídrica	Alcaldía de Iles	1 vez en el año
	Unificación de dos colectores de alcantarillado casco urbano, municipio de Iles.	Estudios y diseños	Revisión y aprobación de estudios y diseños	Corponariño	4 meses después de entregada la información
		Construcción I. Fase tramo I.	Avance en Obra		2 veces en el año
		Construcción II. Fase tramo II.	Avance en Obra		2 veces en el año
PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE LA QUEBRADA LA LLAVE	Recuperación de la ronda hídrica.	Siembra	Verificación de la actividad de siembra	Corponariño	2 veces en el año
		Mantenimiento	Verificación de árboles sembrados		1 vez en el año
		Monitoreo Calidad del Recurso	Verificar el estado de la siembra		1 vez en el año
	Educación Ambiental	Capacitaciones y talleres	Evaluación y seguimiento de fichas metodologicas	Corponariño	1 vez en el año

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

Para hacer el seguimiento a los programas propuestos en este documento, se han elaborado unas fichas en las cuales se observa la descripción del programa, el objetivo a cumplir y la fórmula que permite calcular el porcentaje de ejecución de los proyectos del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada La Llave en jurisdicción del municipio de Iles. Estas fichas se muestran a continuación.

Cuadro N.101 Indicadores de Seguimiento de los proyectos del PORH Quebrada La Llave.

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICIÓN DE INDICADORES	
NOMBRE DEL INDICADOR	Cumplimiento de las metas para los vertimientos municipales en la Quebrada La Llave
TIPO DE INDICADOR	Gestión - Eficiencia
FÓRMULA PARA EL CÁLCULO	(Carga Proyectada - Carga Vertida)/ Carga Proyectada)
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje %
META	Porcentaje de cumplimiento de meta a verter en el quinquenio
PERIODO DE MEDICIÓN	Quinquenal
CÁLCULO DEL INDICADOR	50%
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje de cumplimiento de metas de reducción de vertimientos encontrados en el municipio de Iles, teniendo en cuenta que en la fase de Formulación se establecieron algunos proyectos que permiten realizar la reducción de cargas contaminantes vertidas a la fuente final denominada Quebrada La Llave.	

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICIÓN DE INDICADORES	
NOMBRE DEL INDICADOR	Eliminación de puntos de vertimientos en la Quebrada La Llave.
TIPO DE INDICADOR	Gestión - Efectividad
FÓRMULA PARA EL CÁLCULO	Cuerpos de agua o tramos que cumplan la meta a verter por SST/Total numero de cuerpos de agua o tramos a los cuales se los determinó meta en SST.
	Cuerpos de agua o tramos que cumplan la meta a verter por DBO/Total numero de cuerpos de agua o tramos a los cuales se los determinó meta en DBO.
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje %
META	Porcentaje de cumplimiento de meta a verter en el quinquenio
PERIODO DE MEDICIÓN	Quinquenal
CÁLCULO DEL INDICADOR	100%
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	
Con respecto a la eliminación de puntos de vertimientos en la Quebrada La Llave, donde se establecen metas para este indicador hasta el año 2016 con sus respectivos proyectos, se pretende eliminar un punto de vertimiento por lo tanto el porcentaje de ejecución se obtiene de acuerdo al numero de puntos de vertimientos eliminados.	

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICIÓN DE INDICADORES	
NOMBRE DEL INDICADOR	Porcentaje de Ronda Hídrica recuperada en el cauce de la Quebrada La Llave.
TIPO DE INDICADOR	Gestión - Efectividad
FÓRMULA PARA EL CÁLCULO	(Km Ronda Hídrica Recuperda/Km Ronda Hídrica Total)*100
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje %
META	Porcentaje total de área recuperada para conservación de Ronda Hídrica de la Quebrada La Llave
PERIODO DE MEDICIÓN	Anual
CÁLCULO DEL INDICADOR	100%
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje de kilómetros de área recuperada anualmente, logrando de esta manera el aumento de la cobertura vegetal y la protección de la calidad del recurso evitando inundaciones y pérdidas de cultivos y viviendas a lo largo de la Quebrada La Llave.	

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICIÓN DE INDICADORES	
NOMBRE DEL INDICADOR	Educación y Sensibilización en torno al Recurso Hídrico
TIPO DE INDICADOR	Gestión - Efectividad
FÓRMULA PARA EL CÁLCULO	(Actividades ejecuatdas 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 Educación Ambiental
PERIODO DE MEDICIÓN	Anual
CÁLCULO DEL INDICADOR	100%
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje total de actividades ejecutadas en un periodo comprendido entre 0 - 10 años en los programas ambientales programados anualmente y definidos según la necesidad de la comunidad del Municipio de Iles relacionada al deterioro en la calidad de la Quebrada La Llave.	

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICIÓN DE INDICADORES	
NOMBRE DEL INDICADOR	Porcentaje de Fortalecimiento Institucional
TIPO DE INDICADOR	Gestión - Efectividad
FÓRMULA PARA EL CÁLCULO	(Actividades realixadas 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 MEDICIÓN	Anual
CÁLCULO DEL INDICADOR	100%
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje total de actividades ejecutadaspara consolidar aspectos técnicos, financieros, recreativos y administrativos de la empresa de servicios públicos.	

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO	
REPORTE DE MEDICIÓN DE INDICADORES	
NOMBRE DEL INDICADOR	Gestión del Riesgo
TIPO DE INDICADOR	Gestión - Efectividad
FÓRMULA PARA EL CÁLCULO	(Numero capacitaciones ejectuadas/ Numero capacitaciones convocadas)*100
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje %
META	Porcentaje de capacitaciones ejecutadas del Programa de Educación Ambiental en mitigación del Riesgo.
PERIODO DE MEDICIÓN	Anual
CÁLCULO DEL INDICADOR	100%
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	
El indicador representa el porcentaje total de capacitaciones ejecutadas en un periodo comprendido de 0 - 10 años en programas ambientales programados anualmente en la mitigación del riesgo y definidos según la necesidad de la comunidad del municipio de Iles relacionada al deteriori de la calidad de la Quebrada La LLave por la utilización de agroquímicos y plaguisidas.	

Fuente. Este estudio. Corponariño 2013.

CONCLUSIONES

La mayor afectación y deterioro de la calidad fisicoquímica y microbiológica del cauce principal de la Quebrada La Llave se presenta a partir de las descargas de aguas residuales del alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles.

Los colectores finales del sistema de alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles, son los mayores aportantes de cargas contaminantes, considerando que el vertimiento de las aguas residuales se efectúa actualmente sin ningún tipo de tratamiento previo.

El vertimiento industrial del Centro de Acopio de Leche, a pesar de tener un sistema de tratamiento de aguas residuales, no se encuentra en condiciones óptimas que permita generar efluentes con porcentajes de remoción suficientes para la descontaminación de la Quebrada La Llave.

Uno de los principales problemas que se generan en la fuente hídrica es la disminución de caudal debido a las captaciones que se realizan en la parte media y baja de la fuente para distritos de riego. Esto ha conllevado a la pérdida de caudal ambiental del recurso.

Las cargas contaminantes aportadas al cauce principal de la Quebrada La Llave son principalmente de tipo orgánico o biodegradable ya que predominan los vertimientos de origen doméstico.

La modelación y determinación del escenario actual del cauce principal de la Quebrada La Llave se efectuó teniendo en cuenta las condiciones más críticas de calidad evidenciadas en la segunda jornada de muestreo llevada a cabo el día 10 de septiembre del año 2013 correspondiente a una temporada climática de transición de verano a invierno.

De no implementarse y aplicarse el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada La Llave, las condiciones de calidad y cantidad de la corriente superficial continuaran deteriorándose hasta niveles de afectación que abarcaran la totalidad de su cauce determinando que no es apta para la satisfacción de los usos potenciales demandados.

Los Objetivos de Calidad se propusieron teniendo en cuenta las necesidades y condiciones de tipo social, económico, técnico, ambiental y normativo evidenciadas en el diagnóstico de la Quebrada La Llave.

La implementación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada La Llave permitirá el mantenimiento, preservación, descontaminación y recuperación en términos de calidad y cantidad de la corriente superficial para la satisfacción de los usos

potenciales definidos. Además desde el aspecto económico, su beneficio se verá reflejado en la disminución gradual del valor de la Tasa Retributiva a medida que se vayan materializando los escenarios factibles proyectados a corto, mediano y largo plazo.

Con el Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada La Llave, se solucionarían los conflictos que se están presentando en este momento en la comunidad, además de aumentar su progreso con base a las condiciones ambientales favorables para el uso sostenible del recurso.

RECOMENDACIONES

Es de vital importancia implementar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas para la descarga del sistema de alcantarillado del casco urbano del municipio de Iles, el cual garantice una remoción del 85% en cargas contaminantes, dando cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente y contribuyendo a mejorar la calidad de agua de la fuente.

En cuanto al sector privado, el Centro de Acopio de Leche debe optimizar el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales garantizando una remoción del 85% en carga contaminante cumpliendo con la normatividad ambiental.

Se considera necesario implementar la Reglamentación de Caudales, debido a la gran demanda de agua que actualmente se presenta en la parte media y baja de la fuente hídrica. Las razones por las cuales se ve necesaria la Reglamentación del cauce se justifican en la escasez de agua en épocas secas, presentando gran problemática a la comunidad, el incremento de demanda del recurso por parte del sector agrícola y la pérdida del caudal ambiental.

Dar cumplimiento al borrador del acto administrativo que ordena priorizar la reglamentación de caudales para la Quebrada La Llave, a fin de propender por un uso equitativo y sostenible del recurso hídrico, garantizando las condiciones de acceso y uso de la población.

Dentro de la etapa de ejecución y puesta en marcha de los proyectos, se deben realizar las actividades de control y monitoreo pertinentes, con el fin de verificar que se cumplan las metas de descontaminación y lo propuesto para cada proyecto.

La empresa de servicios públicos de Iles, deberá incluir dentro de su presupuesto la ejecución de los planes para el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico.

Corponariño Deberá incluir dentro de su presupuesto la ejecución de los programas y proyectos propuestos en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.
Para el Programa de Educación Ambiental se hace necesaria la articulación de todas las entidades involucradas en la recuperación del recurso hídrico.

Es necesario realizar la socialización de los resultados obtenidos en el presente estudio, tanto a la comunidad directamente involucrada, como también a las administraciones municipales, empresa prestadora de servicios públicos y empresas generadoras de

vertimientos, con el fin de que se conviertan en actores activos y permanentes para el cumplimiento del Plan de Ordenamiento de la Quebrada La Llave.