

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA (SEGÚN USOS) EN LA  
QUEBRADA LA LAJA DEL MUNICIPIO DE SAN GIL**

**YANETH LILIANA DUQUE MENESES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE QUÍMICA  
BUCARAMANGA  
2007**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA (SEGÚN USOS) EN LA  
QUEBRADA LA LAJA DEL MUNICIPIO DE SAN GIL**

**YANETH LILIANA DUQUE MENESES**

**Trabajo de grado para optar el título de  
Especialización en Química Ambiental**

**Director**

**Profesor: JAIRO PUENTE BRUGES**

**Coordinador Especialización en Química Ambiental**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE QUÍMICA**

**BUCARAMANGA**

**2007**

*A DIOS, por ser el motor que impulsa todas las cosas en mi vida.*

*A MIS PADRES Y HERMANOS porque con su trabajo, amor y  
dedicación he podido alcanzar todo lo que me propongo.*

*A mí esposo por ser ese apoyo y compañía en ese camino que día a  
día debo recorrer.*

*LILIANA*

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

Al profesor JAIRO PUENTE BRUGES. Director del trabajo de grado por su gran colaboración y orientación durante el desarrollo de este proyecto.

A la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de San Gil "ACUASAN", por su ayuda en los análisis de laboratorio.

A la Universidad Industrial de Santander.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	22
1. MARCO TEÓRICO	24
1.1 LEGISLACIÓN SOBRE EL RECURSO AGUA	24
1.2 FUENTES Y EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA	26
1.3 NORMAS PARA EL USO DEL AGUA EN COLOMBIA	28
1.3.1 Concesiones de aguas	29
1.3.2 Tipos de concesiones	30
1.3.2. Tasas por Uso	31
1.3.3 Permiso de vertimientos	31
1.3.4. Tasas retributivas	33
1.3.5 Normas de calidad del agua potable.	36
2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	37
2.1 ZONA DE ESTUDIO	37
2.2 SITUACIÓN ENCONTRADA	40
3. METODOLOGÍA	42
3.1 VISITA AL ÁREA DE ESTUDIO	43
3.2 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS	43
3.3 MEDICIÓN DE CAUDAL	43
3.4. PERIODO DE MUESTREO	44
3.5 PUNTOS DE MUESTREO	44
3.6 TÉCNICA DE MUESTREO UTILIZADA	45
3.7 ANÁLISIS DE LABORATORIO	45
3.7.1 Toma, almacenamiento y transporte de muestras de agua	45
3.8 TRANSPORTE DE MUESTRAS	46
3.9 GARANTÍA DE CALIDAD DE LOS RESULTADOS	46

4.1 CAUDAL	47
4.2 PARÁMETROS BÁSICOS	49
5. DISCUSIÓN	55
5.2 PARÁMETROS BÁSICOS	56
5.2.1 Primer Muestreo	56
5.2.2 Segundo Muestreo	58
5.3 COMPARACIÓN PRIMER Y SEGUNDO MUESTREO	59
5.4 CONSUMO HUMANO	59
6.1 GENERALIDADES	61
6.2. SISTEMA DE TRATAMIENTO CONVENCIONAL	61
6.2.1. Captación y conducción	61
6.2.2 Aireación	62
6.2.3 Aforo y coagulación	62
6.2.4 Floculación	62
6.2.5 Sedimentación	62
5.2.6 Filtración	62
5.2.7 Desinfección	63
6.2.8 Dosificación	63
6.3 OTRAS ALTERNATIVAS	63
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	68

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Legislación Sobre el Recurso Agua	24
Tabla 2. Fuentes de deterioro del recurso hídrico.	27
Tabla 3. Tipos de concesiones	30
Tabla 4. Normas de vertimiento para descargas a cuerpos de agua, articulo 72	32
Tabla 5. Normas de vertimiento para descargas al alcantarillado, articulo 73	33
Tabla 6. Análisis fisicoquímicos	42
Tabla 7. Análisis microbiológicos.	43
Tabla 8. Caudales de los cinco puntos monitoreados a lo largo de la Quebrada La Laja época seca	47
Tabla 9. Caudales de los cinco puntos monitoreados a lo largo de la Quebrada La Laja época húmeda	48
Tabla 10. Resultados análisis fisicoquímicos (época seca)	50
Tabla 11. Resultados análisis fisicoquímicos (época húmeda)	52
Tabla 12. Resultados análisis microbiológicos	54

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág</b>
Figura 1. Mapa Hidrográfico de los municipios de San Gil y Curití	40
Figura 2. Mapa Hidrográfico de los municipios de San Gil y Curití	44
Figura 3. Resultados análisis fisicoquímicos (época seca)	51

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Mapa Hidrográfico de los municipios de San Gil y Curití	86
Anexo B. Microcuenca Quebrada La Laja	87
Anexo C. Tabla de resultados análisis fisicoquímicos (verano)	89
Anexo D. Tabla de resultados análisis fisicoquímicos (invierno)	91
Anexo E. Tabla de resultados análisis microbiológicos	94

## **GLOSARIO**

**AGUA CRUDA:** es aquella que no ha sido sometida a un proceso de tratamiento.

**AGUAS DE USO PUBLICO:** se consideran las siguientes: los ríos y todas las aguas que corran por cauces naturales de modo permanente o no, las aguas que corran por cauces artificiales que han sido derivadas de un cauce natural, los lagos, lagunas, ciénagas y pantanos, las aguas que están en la atmósfera y las aguas lluvias, las aguas privadas que no sean usadas por tres (3) años consecutivos, a partir de la vigencia del Decreto 2811 de 1974 y las demás aguas, en todos sus estados.

**AGUA PARA CONSUMO HUMANO:** es aquella que se utiliza en bebida directa y preparación de alimentos para consumo.

**AGUA POTABLE:** es aquella que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, establecidos en el Decreto 475/98, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud.

**AGUAS PRIVADAS:** son aquellas que brotan naturalmente y que desaparecen por infiltración o evaporación dentro de un mismo predio.

**AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS:** desechos líquidos provenientes de residencias, edificios e instituciones.

**AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES:** desechos líquidos provenientes de la actividad industrial.

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA:** son aquellas pruebas de laboratorio

que se efectúan a una muestra para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

**ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL AGUA:** se refiere a olor, sabor y percepción visual de sustancias y materiales flotantes y/o suspendidos en el agua.

**ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS DEL AGUA:** son aquellas pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.

**AUTORIDAD AMBIENTAL:** es la encargada de la vigilancia, recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso, aprovechamiento y control de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.

**AUTORIDAD SANITARIA:** es la entidad competente del sistema general de seguridad social, que ejerce funciones de vigilancia de los sistemas de suministro de agua.

**BIOENSAYO ACUÁTICO:** procedimiento por el cual las respuestas de los organismos acuáticos se usan para detectar o medir la presencia y efectos de una o más sustancias, elementos, compuestos, desechos o factores ambientales solos o en combinación.

**CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES:** determinación de la cantidad y de las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales.

**CARGA:** es el producto de la concentración promedio por el caudal promedio determinados en el mismo sitio, se expresa en kilogramos por día. (kg/día).

**CARGA CONTAMINANTE DIARIA (Cc):** es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de la sustancia contaminante, por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medido en horas.

**CAUDAL PROMEDIO (Q):** corresponde al volumen de vertimientos por unidad del tiempo durante el periodo de muestreo. Se expresa en litros por segundo (l/seg).

**CONCENTRACIÓN (C):** es el peso de un elemento, sustancia o compuesto, por unidad de volumen del líquido que lo contiene. Se expresa en miligramos por litro (mg/l).

**CONCENTRACIÓN LETAL CL 96/50:** es la concentración de una sustancia, elemento o compuesto, solos o en combinación, que produce la muerte al cincuenta por ciento (50%) de los organismos sometidos a bioensayos en un periodo de noventa y seis (96) horas.

**CONCESIÓN DE AGUAS DE USO PÚBLICO:** es un requerimiento que deben tramitar ante la Autoridad Ambiental respectiva, las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que deseen aprovechar aguas para diferentes usos.

**CONSECUENCIA NOCIVA:** es el resultado de incorporar al recurso hídrico una o varias sustancias contaminantes, cuya concentración y caudal sean potencialmente capaces de degradar el recurso.

**CONTAMINACIÓN:** es la alteración del medio ambiente por sustancias o formas de energía puestas allí por la actividad humana o de la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del medio ambiente o afectar los recursos de la nación o de particulares.

**CONTAMINACIÓN DE AGUA:** es la alteración de sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, como resultado de las actividades humanas o procesos naturales, que producen o pueden producir rechazo, enfermedad o muerte al consumidor.

**CONTAMINANTE:** es todo elemento, o formas de energía que actual o potencialmente pueda producir alguna o algunas de las alteraciones ambientales capaces de interferir con el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del medio ambiente o afectar los recursos de la nación o de particulares.

**CUENCA HIDROGRÁFICA:** es un área físico geográfica debidamente delimitada, en donde las aguas superficiales y subterráneas vierten a una red natural mediante uno o varios cauces de caudal continuo o intermitente que confluyen a su vez en un curso mayor que desemboca o puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas o directamente en el mar.

**DBO (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO):** cantidad de Oxígeno requerido por las bacterias en el proceso de estabilización de la materia orgánica degradable bajo condiciones aeróbicas.

**DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO):** cantidad de Oxígeno, equivalente a la cantidad de materia orgánica que puede ser oxidada por un agente químico oxidante en un medio ácido.

**ESCHERICHIA COLI (E-Coli):** bacilo aerobio gram negativo que no produce esporas, perteneciente a la familia de las enterobacterias.

**FACTOR REGIONAL (Fr):** es un factor que incide en la determinación de la tasa retributiva y está compuesto por un coeficiente de incremento de la tarifa mínima

que involucra los costos sociales y ambientales de los daños causados por los vertimientos al valor de la tarifa de la tasa.

**GRUPO COLIFORME:** es el que comprende todas las bacterias gram negativas en forma bacilar.

**LD 50:** dosis letal para el 50% de los organismos sometidos a un proceso de bioinvestigación.

**LIMITES PERMISIBLES DE VERTIMIENTO:** en los vertimientos, es el contenido permisible de un elemento, sustancia, compuesto o factor ambiental, solos o en combinación, o sus productos de metabolismo.

**LODO:** suspensión de un sólido en líquido proveniente de tratamiento de aguas, residuos líquidos u otros similares.

**MUESTRA PUNTUAL:** el muestra tomada en un lugar representativo, en un determinado momento.

**NORMA DE CALIDAD DE CALIDAD DE AGUA POTABLE:** son los valores de referencia admisibles para algunas características presentes en el agua potable, que proporcionan una base para estimar su calidad.

**ORDENAMIENTO DE UNA CUENCA:** es la planificación del uso y manejo de sus recursos y la orientación y regulación de las actividades de los usuarios, de manera que se consigna mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la preservación de la estructura físico biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos.

**PLAN DE CUMPLIMIENTO.** Actividades propuestas por el usuario y aprobadas

por la Autoridad Ambiental, conducentes a cumplir con los requisitos mínimos de calidad en un vertimiento.

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE:** es el conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable. (Decreto 475/98).

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.** Instalaciones a las cuales llegan las aguas residuales y que son utilizadas para remover la contaminación presente en las mismas. (EEPPM).

**PERIODO DE DESCARGA MENSUAL (T):** corresponde al número de días durante el mes en el cual se realizan vertimientos.

**PUNTO DE CAPTACIÓN:** es el lugar en el cual el usuario toma e recurso hídrico para cualquier uso.

**PUNTO DE DESCARGA:** sitio o lugar donde se realiza un vertimiento, en el cual se deben llevar a cabo los muestreos y se encuentra ubicado antes de su incorporación a un cuerpo de agua, a un canal, al suelo o al subsuelo.

**RECURSO HÍDRICO:** se entiende como recurso todas las aguas superficiales, subterráneas, marinas y estuarinas.

**SÓLIDOS SUSPENDIDOS:** fracción de los Sólidos Totales que son retenidos después de realizar una filtración en un filtro con poros de tamaño máximo de una micra de un determinado volumen de muestra.

**SÓLIDOS SEDIMENTABLES:** volumen de sólidos del desecho, que sedimentan después de una hora en un cono Imhoff, los resultados se expresan en ml/l.

**SUSTANCIAS DE INTERÉS SANITARIO:** son las establecidas en el artículo 20 del Decreto 1594/84 y que por sus características pueden afectar adversamente las corrientes o los sistemas de alcantarillado.

**TARIFA DE LA TASA RETRIBUTIVA:** es el valor que se cobra por cada kilogramo de sustancia contaminante vertida al recurso.

**TASA RETRIBUTIVA POR VERTIMIENTOS PUNTUALES:** es aquella que cobrara la Autoridad Ambiental competente a las personas naturales o jurídicas, de derecho publico o privado, por la utilización directa o indirecta del recurso como receptor de vertimientos puntuales y sus consecuencias nocivas, originados en actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, actividades económicas o de servicios, sean o no lucrativas.

**TOXICIDAD:** es la propiedad que tiene una sustancia, elemento o compuesto, de causar daños en la salud humana o la muerte de un organismo vivo.

**TOXICIDAD AGUDA:** es la propiedad de una sustancia, elemento, compuesto, desecho, o factor ambiental, de causar efecto letal u otro efecto nocivo en cuatro (4) días o menos a los organismos utilizados para el bioensayo acuático.

**TOXICIDAD CRÓNICA:** es la propiedad de una sustancia, elemento, compuesto, desecho o factor ambiental, de causar cambios en el apetito, crecimiento, metabolismo, reproducción, movilidad o la muerte o producir mutaciones después de cuatro (4) días a los organismos utilizados por el bioensayo acuático.

**TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE:** es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla potable.

**TRATAMIENTO CONVENCIONAL:** termino utilizado en potabilización de aguas y comprende los siguientes procesos y operaciones, coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

**USO DOMESTICO DEL AGUA:** se entiende como su empleo en actividades tales como: Fabricación o procesamiento de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución, bebida directa y preparación de alimentos para consumo inmediato, satisfacción de necesidades domesticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios y fabricación o procesamiento de drogas, medicamentos, cosméticos , aditivos y productos similares.

**USO INDUSTRIAL DEL AGUA:** es el empleo de aguas en procesos manufactureros o de trasformación y en sus complementarios.

**USUARIOS:** es usuario toda persona natural o jurídica, de derecho publico o privado, cuya actividad produzca vertimientos. (Decreto 1594/84).

**USUARIO EXISTENTE:** aquel cuya actividad ha venido realizándose con anterioridad a la fecha de entrada en vigencia del Decreto 1594/84.

**USUARIO INDUSTRIAL:** aquel que genera aguas residuales provenientes de actividades industriales.

**USUARIO RESIDENCIAL.** Aquel que genera aguas residuales provenientes de actividades domesticas.

**USUARIO NUEVO:** aquel cuya actividad se inicie después de la fecha de entrada en vigencia del Decreto 1594/84.

**VERTIMIENTO:** es cualquier descarga final de un elemento, sustancia o compuesto que este contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios, aguas negras, o servidas, a un cuerpo de agua, a una canal, al suelo o subsuelo.

**VERTIMIENTO PUNTUAL:** es aquel vertimiento realizado en un punto fijo.

**VERTIMIENTO LÍQUIDO:** cualquier descarga líquida hecha a un cuerpo de agua o a un alcantarillado.

**VERTIMIENTO NO PUNTUAL:** aquel en el cual no se puede precisar el punto exacto de descarga al recurso, tal es el caso de vertimientos provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares.

## RESUMEN

**Título:** EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA (SEGÚN USOS) EN LA QUEBRADA LA LAJA DEL MUNICIPIO DE SAN GIL.\*

**Autor:** YANETH LILIANA DUQUE MENESES \*\*

**Palabras claves:** Quebrada La Laja, caracterización, físico químico, microbiológico, organoléptico.

## DESCRIPCIÓN

Se tomaron cinco muestras a lo largo de la Quebrada La Laja del municipio de San Gil, tanto en época seca como en época húmeda, buscando establecer el comportamiento de las características físico químico, microbiológico y organoléptico de la corriente, para proponer alternativas de tratamiento y uso.

Los cinco puntos se seleccionaron teniendo en cuenta los afluentes que convergen a dicha corriente. Estos puntos se ubicaron en el mapa hidrográfico de los municipios de San Gil y Curití, en cada uno de los puntos seleccionados se realizó medición de caudal, pruebas in situ y se realizó toma de muestras puntuales para análisis de laboratorio.

Los resultados de los parámetros físico químicos y microbiológicos se compararon con el Decreto 475/1988, el cual determina de acuerdo a los resultados físico químicos y microbiológicos si el agua es o no apta para consumo humano; pues la población asentada en esta microcuenca la utiliza principalmente para este fin. Además se tuvo en cuenta el Decreto 1594/1984 con el fin de establecer el uso que se le puede dar a este recurso hídrico.

Los resultados de las características físico químicas comparadas con el Decreto 475/1998 presentan valores normales para agua cruda en uso agrícola y pecuario, además el agua de la Quebrada la Laja presenta valores de color, turbiedad, hierro, parámetros organolépticos y microbiológicos, fuera de los estándares establecidos en el Decreto 475/1998 para agua potable, siendo necesario realizarle tratamiento convencional para su uso.

De acuerdo con el Decreto 1594/1984 el agua la Quebrada la Laja puede ser destinada únicamente con fines agrícolas y debe evitarse el consumo humano directo, de lo contrario podría causar problemas de salubridad

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Escuela de Química. Especialización en Química Ambiental. Jairo Puente Bruges

## ABSTRACT

**Title:** EVALUATION OF THE QUALITY OF THE WATER (ACCORDING TO USES) IN THE GULCH OF THE MUNICIPALITY OF SAN GIL\*

**Author:** Yaneth Liliana Duque Meneses\*\*

**Keywords:** Quebrada la Laja, characterization, physical-chemical, microbiologic, organoleptic.

### SUMMARY

They took five samples along the Quebrada la Laja of the municipality of San Gil, as much in dry time as in the humid time, looking for to establish the behavior of the physical-chemical characteristics, microbiologic and organoleptic of the current, to propose alternative of treatment and use.

The five points were selected keeping in mind the tributaries that converge to this current. These points were located in the hydrographic map of the municipalities of San Gil and Curití, in each one of the selected points one carries out flow measurement, tests in situ and one carries out taking of punctual samples for laboratory analysis.

The results of the physical-chemical parameters and microbiologic were compared with the Ordinance 475/1988, which determines according to the physical-chemical results and microbiologic if the water is or not capable for human consumption; because the population seated in this microcuenca uses it mainly for this end. One also kept in mind the Ordinance 1594/1984 with the purpose of the use that can be given to this resource hydric settling down.

The results of the physical-chemical characteristics compared with the Ordinance 475/1998 present normal values for raw water in agricultural and cattle use, also the water of the Quebrada la Laja presents securities of color, turbidity, iron, organoleptic parameters and microbiologic, outside of the standards settled down in the Ordinance 475/1998 for drinking water, being necessary to carry out him conventional treatment for its use.

In accordance with the Ordinance 1594/1984 the water the Quebrada la Laja can only be dedicated with agricultural ends and the direct human consumption should be avoided, otherwise it could cause health problems.

---

\* Final studies work report

\*\* Chemical School. Environmental Chemistry Specialization. Jairo Puente Bruges

## INTRODUCCIÓN

Los espejos de agua que circundan nuestro país, brindan placer, distracción, agua y alimento para el hombre; el problema está en que no se saben aprovechar respetuosamente estos beneficios devolviéndole a la naturaleza lo que con desinterés ha regalado, la prueba está en que hay mucha agua disponible, pero muy poca de ella es realmente limpia.

Con la revolución agrícola, el aumento de la población y el crecimiento urbano, se ha amenazado la pureza de las aguas y por ende la supervivencia del hombre.

Es por esto que las instalaciones industriales deben aportar su granito de arena eliminando contaminantes y reduciendo el consumo de agua en sus ciclos de producción. El verter el agua usada y contaminada al lugar de extracción es una práctica que conlleva a que el cuerpo de agua absorba los venenos degradándola, acabando con toda forma biológica. Es necesario entonces, concertar con la autoridad ambiental acerca de la capacidad de autorregulación y recuperación del cuerpo de agua y de acuerdo a ella establecer metas de reducción de las cargas contaminantes con el fin de preservar su calidad.

En Colombia, la Presidencia de la República mediante el Decreto 475 del 10 de Marzo de 1998, expidió las Normas Técnicas de Calidad de Agua Potable. De acuerdo a estas Normas, se establecen las disposiciones para la prestación del servicio público de suministro del recurso hídrico para consumo humano, que se deben cumplir, independientemente de las características del agua cruda y su procedencia.

Este documento describe el monitoreo de la calidad del agua en cinco puntos de la Quebrada la Laja del Municipio de San Gil. El objetivo es establecer el

comportamiento de las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de esta corriente.

Para el trabajo de monitoreo, desde la toma de muestras hasta la presentación del informe, se aplicaron estrictamente las normas para el Aseguramiento de la Calidad de los resultados. Estos se han analizado estadísticamente de tal forma que se garantice su confiabilidad.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos realizados, se reportan en las unidades que indica el Sistema Internacional de Unidades y se presenta en forma independiente, un cuadro por punto de muestreo.

Se reportan los resultados obtenidos, correlacionados con los parámetros de calidad para agua cruda, que cumpla con criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, requiriendo tratamiento convencional, establecidos en el Decreto 1594/1984. A sí mismo, con los parámetros de calidad para agua potable establecidos en el Decreto 475 del 10 de marzo de 1998.

Se presentan las recomendaciones y sugerencias para el mejoramiento de las condiciones de la calidad del agua para consumo humano. Además de los usos que los habitantes deben dar al recurso hídrico.

## 1. MARCO TEÓRICO

La microcuenca de la quebrada la Laja nace en la vereda La Laja del municipio de San Gil, sus aguas discurren de norte a sur, hasta desembocar en el río Fonce, por las veredas la Laja, la Flora, Guarígua Bajo, Guarígua Alto, Egidos y Pericos; de ella se surten los acueductos de la vereda La Flora, Egidos, Pericos y Guarígua Bajo.

La presente evaluación se realiza con el propósito de contribuir a la aplicación de la legislación ambiental que se presenta a continuación.

### 1.1 LEGISLACIÓN SOBRE EL RECURSO AGUA

En la tabla No. 1 se presenta el resumen de la normatividad ambiental sobre el recurso agua, donde se describe la entidad que expide la norma y el contenido general de la misma.

Tabla 1. Legislación Sobre el Recurso Agua

NORMA	EXPEDIDA POR	CONTENIDO
Ley 23/73	Congreso Nacional	Por la cual se conceden facultades al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 2811/74	Presidencia de la República	Por el cual se dicta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 1541/78	Presidencia de la República	Reglamenta las normas relacionadas con el recurso agua en todos sus estados, el dominio de las aguas y el modo de adquirir derecho al uso de las mismas. (Concesiones de Aguas de Uso Público)
Ley 09/79	Congreso Nacional	Por la cual se dictan medidas sanitarias. Se conoce con el nombre de Código Sanitario Nacional.

Decreto 2857/81	Ministerio de Agricultura	Reglamenta la administración y ordenación de las cuencas hidrográficas
Decreto 1594/84	Ministerio de Salud	Usos del agua y Residuos Líquidos. Establece normas de vertimiento y criterios de calidad del agua, como base para la toma de decisiones en materia de ordenamiento y asignación del recurso hídrico.
Ley 373/97	Congreso Nacional	Establece el Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Decreto 475/98	Ministerio de Salud	Reglamenta las normas de calidad del agua potable.
Decreto 901/97 (Derogado)	Ministerio del Medio Ambiente	Reglamenta las Tasas Retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales
Resolución 273/97	Ministerio del Medio Ambiente	Establece las tarifas mínimas y las sustancias contaminantes objeto del cobro de las tasas retributivas.
Decreto 3102/97	Ministerio de Desarrollo Económico	Reglamenta lo relacionado con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
Resolución 372/98	Ministerio del Medio Ambiente	Actualiza las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos.
Decreto 1729/2002	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas.
Decreto 3100/2003	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.	Tasa Retributiva
Decreto 1433/04	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.	Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.
Ley 142/94	Presidencia de la República	Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios.
Ley 373/97	Presidencia de la República	Uso eficiente y Ahorro del Agua
Resolución 1096/2000	Ministerio de Desarrollo Económico	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS/2000.
Ley 388/97	Presidencia de la República	Ordenamiento Territorial

Fuente: [www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co).

## **1.2 FUENTES Y EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

El agua es un recurso natural renovable en la medida en que el hombre lo utilice en forma racional. El proceso de contaminación de las aguas se ha acelerado en el presente siglo debido al crecimiento industrial y urbano, y a la expansión de las áreas agrícolas.

La depuración de las aguas contaminadas no es tarea fácil, aunque en algunos países industrializados se han realizado significativos adelantos en este campo. En Colombia, debido al crecimiento desordenado de las ciudades, del parque industrial y a los problemas ocasionados por la erosión, se ha creado una situación realmente preocupante que algunos investigadores no vacilan en calificar de catástrofe socioeconómica y ecológica.

La contaminación de las aguas se produce al descargar en las corrientes, aguas residuales que contienen cargas orgánicas e inorgánicas, microorganismos patógenos o sustancias tóxicas que alteran los procesos naturales que se dan en las corrientes de agua. El agua en su estado natural recibe siempre sustancias extrañas que son diluidas o filtradas por los procesos naturales; sin embargo, cuando se presenta una entrada demasiado grande de estas sustancias, que no pueden ser eliminadas en forma natural, se presenta la contaminación del recurso.

El código Nacional de los recursos Naturales, define la contaminación como “La alteración del ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él por actividad humana o de la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir en el bienestar o la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del ambiente o de los recursos de la nación o de los particulares”.

El IDEAM señala en el Estudio Nacional del Agua “Entre las fuentes principales de contaminación de las aguas superficiales se destacan: las aguas residuales domésticas e industriales, el escurrimiento de agua en zonas de producción agrícola y ganadera, el arrastre de compuestos presentes en la atmósfera por las aguas lluvias y las aguas procedentes de los procesos de extracción minera”.

En la tabla No. 2 se muestran las fuentes de deterioro del recurso hídrico en el área de estudio.

Tabla 2. Fuentes de deterioro del recurso hídrico.

<b>CONTAMINANTE</b>	<b>PROCEDENCIA</b>
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	Sólidos arrastrados por aguas de escorrentía y procesos erosivos.
COLOR	Detritos y procesos erosivos.
COMPUESTOS INORGÁNICOS	Residuos de agroquímicos arrastrados por escorrentía.
NUTRIENTES	Excesos de nutrientes aplicados al suelo, arrastrados por escorrentía.
RESIDUOS QUE DEMANDAN OXIGENO	Aguas residuales domésticas de viviendas rurales, vertidos de aguas con material orgánica de origen agropecuario y arrastre de excretas animales por escorrentía.
MICROORGANISMOS	Aguas residuales domésticas de viviendas rurales, vertidos de aguas con material orgánica de origen agropecuario y arrastre de excretas animales por escorrentía.
MATERIA ORGÁNICA	Vertido de residuos sólidos y material vegetal.

Fuente: PUENTES BRUGES, Jairo. Factores asociados al deterioro de los recursos naturales

### **1.3 NORMAS PARA EL USO DEL AGUA EN COLOMBIA**

La Normatividad Ambiental Colombiana data de la década de los setenta donde se expidieron las primeras normas como el Decreto ley 2811 de 1974 o Código de los Recursos Naturales Renovables y la Ley 9 de 1979 conocido como el Código Sanitario Nacional, y sus decretos reglamentarios como el Decreto 1541 de 1979 que habla del derecho de uso de las aguas o concesiones de aguas y el Decreto 1594 de 1984 que habla de los usos de las aguas y los permisos de vertimientos.

Estas primeras normas y las demás que se expidieron hasta la constitución de 1991, que dio vida al Sistema Nacional Ambiental – SINA, en cabeza del hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, corresponden a los instrumentos regulatorios de tipo mando y control.

Con la Ley 99 de 1993, por la cuál se ordeno el Sistema Nacional Ambiental y se creó el Ministerio del Medio Ambiente, surgieron nuevos instrumentos regulatorios como la autogestión y los instrumentos económicos.

Los instrumentos económicos hoy vigentes, fueron reglamentados por los Decretos 901 de 1997 derogado por el Decreto 3100 de 2003 sobre las tasas retributivas por vertimientos y el Decreto 155 de 2004 sobre las tasas por uso del agua.

Para acceder entonces al uso del agua, se debe contar con la autorización de la Autoridad Ambiental respectiva, a través de la concesión de aguas; igualmente para verter residuos líquidos a una corriente o cuerpo de agua se debe contar con la autorización correspondiente como es el Permiso de Vertimientos. Estas dos autorizaciones tienen asociadas cada una tasa ambiental, la primera la tasa por uso y la segunda la tasa retributiva.

A continuación se presentan los aspectos más relevantes de la concesión de aguas y la tasa por uso, y el permiso de vertimientos y la tasa retributiva.

**1.3.1 Concesiones de aguas.** Están reglamentadas por el Decreto 1541 de 1978, que habla de las aguas de uso público; es decir, el agua en la normatividad colombiana figura como un bien de uso público y para su aprovechamiento, uno de los mecanismos a seguir es la concesión de aguas.

Las aguas de uso público son:

- a) Los ríos y todas las aguas que corran por cauces naturales de modo permanente o no.
- b) Las aguas que corran por cauces artificiales que hayan sido derivadas de un cauce natural.
- c) Los lagos, lagunas, ciénagas y pantanos.
- d) Las aguas que están en la atmósfera.

La concesión de aguas, es entonces, la autorización que otorga la autoridad ambiental, para que cualquier persona tenga derecho al agua y pueda aprovecharla adecuadamente. Esta concesión obliga al usuario o concesionario a devolver el agua de tal manera que no cause deterioro de la fuente receptora, el suelo, la flora, la fauna o la salud humana; por lo tanto esta prohibido verter sin tratamiento, residuos sólidos, líquidos o gaseosos que puedan contaminar, descomponer o alterar el estado natural de las aguas.

Toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene derecho a aprovechar el agua en virtud de una concesión de aguas, siguiendo un orden de prioridades, donde el primer renglón esta el abastecimiento humano.

Para el tramite de la concesión de aguas, mediante la Resolución No. 2202 del 29 de Diciembre de 2005, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial,

adoptó los formularios únicos Nacionales de Solicitudes de Trámites Ambientales, entre los que se encuentra el formulario de solicitud de concesión de aguas superficiales; el cual debe ser presentado a la Corporación Autónoma de Santander – CAS, que es la Autoridad Ambiental con jurisdicción en el municipio de San Gil. En el anexo se encuentra el formulario único nacional para concesiones de agua.

Igual trámite debe surtir si el agua será destinada a abastecimiento doméstico, riego, abastecimiento de abrevaderos o industria.

En el siguiente cuadro se describen las concesiones que se deben tramitar de acuerdo a las principales actividades desarrolladas en la microcuenca donde se realizó el estudio.

### 1.3.2 Tipos de concesiones.

Tabla 3. Tipos de concesiones

CONCESIÓN	DESCRIPCIÓN
Para uso doméstico	Para obtener este tipo de concesión basta con cumplir los requisitos de la corporación correspondiente en el formulario de solicitud, y con algunas condiciones fijadas por otras instituciones, tendientes a mejorar sistemas de tratamiento, distribución, instalaciones domiciliarias, ensanches, reparaciones y mejoras tanto de los acueductos existentes como en los que se vayan a establecer.
Para uso Agropecuario	Esta concesión tiene por objeto distribuir el agua para abrevaderos, riego de cultivos y cría de peces. Los beneficiarios con esta concesión deben construir sistemas de drenaje y desagües adecuados, para prevenir la erosión, deslizamiento y salinización de los suelos.

Las concesiones se otorgan por un término no mayor de diez (10) años, periodo después del cual deben solicitar su renovación.

**1.3.2. Tasas por Uso.** La utilización de aguas por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, en virtud de una concesión de aguas, da lugar al cobro de la tasa por uso, definida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, mediante el decreto 155 de 2004.

La tasa por uso es cobrada por la Autoridad Ambiental y se calcula de acuerdo con la fórmula establecida en el decreto 155 de 2004 y que involucra entre otros factores, una tarifa mínima fijada por el Ministerio y un factor regional que depende de las condiciones regionales evaluadas a través de cuatro indicadores como son el coeficiente de condiciones socioeconómicas, el coeficiente de escasez, el coeficiente de calidad y el coeficiente de inversión.

Corresponde a cada Autoridad Ambiental establecer estos coeficientes para definir el factor y regional y proceder al cobro de la tasa por uso, que para el caso de la CAS se encuentra en proceso de implementación.

La tasa por uso se calcula multiplicando la tarifa mínima por el factor regional establecido por cada autoridad ambiental, la tarifa mínima establecida por el MAVDT es de 0.56 \$/ m<sup>3</sup>.

En consecuencia toda concesión de aguas implica una tasa por uso que será cobrada por la autoridad ambiental competente anualmente, y dependerá del volumen de agua aprovechada medida mediante un equipo de medición o en su ausencia de acuerdo con el caudal otorgado en la respectiva concesión.

**1.3.3 Permiso de vertimientos.** El permiso de vertimientos es la autorización que otorga la Autoridad Ambiental a todos los usuarios que generen vertimientos líquidos, para descargarlos a una corriente de agua o al sistema de alcantarillado, previo al cumplimiento de unos requisitos.

El permiso de vertimientos esta reglamentado por el decreto 1594 de 1984, donde se establecen los requerimientos de calidad exigibles a los establecimientos que generen vertimientos líquidos, establece las limitaciones de los usuarios del servicio de alcantarillado para descargar sus aguas residuales en la red pública, prohíbe la utilización de aguas de recurso, del acueducto público o privado y las de almacenamiento de aguas lluvias, con el propósito de diluir los vertimientos, con anterioridad a la entrega del sistema de alcantarillado; entre otros aspectos.

De manera similar a las concesiones de agua, para el trámite del permiso de vertimientos, se debe diligenciar el formulario único nacional que se encuentra como anexo. El permiso de vertimientos se otorga en virtud del cumplimiento de las normas de vertimiento definidas en los artículos 72 y 73, como se señala a continuación:

Tabla 4. Normas de vertimiento para descargas a cuerpos de agua, artículo 72.

REFERENCIA	VALOR	
	USUARIO EXISTENTE	USUARIO NUEVO
pH	5 a 9 unidades	5 a 9 unidades
Temperatura	<40°C	<40°C
Material Flotante	Ausente	Ausente
Grasas y Aceites	Remoción > 80% en carga	Remoción > 80% en carga
Sólidos Suspendidos	Remoción > 50% en carga	Remoción > 80% en carga
DBO <sub>5</sub> desechos domésticos	Remoción > 30% en carga	Remoción > 80% en carga
DBO <sub>5</sub> desechos industriales	Remoción > 20% en carga	Remoción > 80% en carga

Tabla 5. Normas de vertimiento para descargas al alcantarillado, artículo 73.

REFERENCIA	VALOR	
	USUARIO EXISTENTE	USUARIO NUEVO
pH	5 a 9 unidades	5 a 9 unidades
Temperatura	< 40°C	< 40°C
Material Flotante, soluciones acidas o básicas, sustancias explosivas o inflamables.	Ausente	Ausente
Grasas y Aceites	< 100 mg/L	< 100 mg/L
Sólidos Sedimentables	< 100 mL/L-h	< 100 mL/L-h
Sólidos Suspendidos desechos domésticos e industriales	Remoción > 50% en carga	Remoción > 80% en carga
DBO <sub>5</sub> desechos domésticos	Remoción > 30% en carga	Remoción > 80% en carga
DBO <sub>5</sub> desechos industriales	Remoción > 20% en carga	Remoción > 80% en carga

Esto implica que para acceder al permiso de vertimientos se debe contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas o industriales según el caso, que de cumplimiento a las normas antes descritas, se excluyen del trámite de permiso las aguas residuales domésticas conectadas al sistema de alcantarillado municipal.

De esta manera, el vertimiento de aguas residuales domésticas de las viviendas rurales en el área de estudio, así como de las explotaciones agropecuarias existentes debe contar con el permiso de vertimientos expedido por la CAS.

**1.3.4. Tasas retributivas.** De manera similar, como esta la tasa por uso del agua, esta la tasa retributiva por vertimientos puntuales, aunque esta última está reglamentada desde el año 1997 a través del decreto 901 y por lo tanto ya fue implementada por la Corporación Autónoma de Santander – CAS.

La tasa retributiva, es aquella que cobrará la autoridad ambiental competente a las personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado, por la utilización directa o indirecta del recurso como receptor de vertimientos.

A diferencia de la tasa por uso, esta tasa por ser una tasa cuyo hecho generador es el vertimiento de aguas a un cuerpo de agua (no al alcantarillado), para lo cual debe tener el permiso de vertimientos respectivo, además de establecer una tarifa mínima y un factor regional, se establecieron las sustancias objeto de cobro; es decir que se cobrará la tasa retributiva con base en dos parámetros determinados la DBO que mide la materia orgánica que se aporta con el vertimiento y los sólidos suspendidos. Estos dos parámetros o sustancias objeto de cobro, aplican para todos los vertimientos, así estos sean de origen industrial.

Estas dos sustancias, la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días (DBO<sub>5</sub>) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST), fueron establecidos mediante la resolución 273 de 1997.

De la misma manera, las tarifas mínimas para cada sustancia se establecieron mediante la Resolución 273 d 1997 fijando la tarifa en 39.5 \$/Kg para DBO<sub>5</sub> y 16.90 \$/Kg para SST. Posteriormente, mediante la Resolución 372 de 1998 se aumentaron a 46.5 \$/Kg. para DBO<sub>5</sub> y 19.90 \$/Kg. para SST y se se estableció que las tarifas se incrementarán anualmente de acuerdo al IPC, Índice de Precios al Consumidor, del año inmediatamente anterior.

El decreto 901 de 1997 fue derogado por el decreto 3100 de 2003, modificando la metodología para el cobro de la tasa retributiva, este nuevo decreto esta siendo implementado por la CAS, estando en este momento en un proceso de transición. La tasa retributiva, se calcula multiplicando la carga vertida por el usuario (DBO y SST) por la tarifa mínima actualizada y el factor regional. Para el 2006, las tarifas mínimas están en 87.44 \$/Kg de DBO y 37.99 \$/Kg de SST.

Para calcular el monto a cobrar el usuario presenta anualmente una declaración sustentada con una caracterización representativa de sus vertimientos o Autodeclaración, con base en la cual la autoridad ambiental realizará el cálculo respectivo. Si no se presenta esta Autodeclaración la autoridad ambiental está facultada para realizar cálculos presuntivos.

Dentro de los aspectos más relevantes en la nueva metodología, se encuentra que el factor regional, que es un valor numérico que va de uno a cinco, empezará en uno y se calculará anualmente, de acuerdo al cumplimiento de la meta de descontaminación para la corriente o tramo de corriente donde está asociado el vertimiento.

La tasa retributiva busca reducir la carga contaminante vertida a las corrientes de agua y para su implementación cada autoridad ambiental definirá una meta de descontaminación asociada a los objetivos de calidad definidos en los Planes de Ordenamiento del recurso Hídrico de que habla el decreto 1594 de 1984; en este sentido el decreto 3100 estableció que para el caso de las empresas de servicios público de alcantarillado, presentarán un Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.

Considerando que en la zona de estudio no hay descargas provenientes de sistemas de alcantarillado, la meta de reducción estará asociada a los vertimientos de origen doméstico y agroindustrial.

La CAS está implementando la metodología del Decreto 3100 y subsecuentes y no han definido meta de reducción.

Como observación final se tiene que el pago de la tasa retributiva no exige al usuario del trámite del permiso de vertimientos y viceversa, estos dos instrumentos son independientes.

**1.3.5 Normas de calidad del agua potable.** El capítulo IV de decreto 1594 de 1984, establece los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso hídrico, los cuales dependen de la destinación final del mismo, bien sea para consumo humano, uso recreativo, agrícola y pecuario o preservación de flora y fauna.

Igualmente, el reglamento del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000, establece algunos criterios para destinar el agua a consumo humano, especialmente en cuanto a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Por otra parte, el Decreto 475 de 1998 en su capítulo III, establece los estándares de calidad para el agua potable, en cuanto a los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1 ZONA DE ESTUDIO

La Microcuenca de la quebrada la Laja está comprendida entre los municipios de San Gil y Villanueva. Las principales fuentes hídricas son La Laja y la Flora.

La quebrada la Laja tiene sus nacimientos en la vereda Chapala en los 1700 msnm. El área de nacimiento se encuentra en café con sombrío de árboles como el guamo, balso y cucharo y cultivos de frijol, maíz y yuca. En su margen protectora, hasta donde recibe las aguas de la quebrada Cantarana en la vereda Los Pozos, se encuentra con café, al terminar en la desembocadura en el Río Fonce se aprecian Vegetación Xerofítica compuestos por especies como moral, tibigaro, gallinero etc., la formación vegetal de estos sitios corresponde al BOSQUE SECO PREMONTANO de Holdridge (bs-PM) o BOSQUE SECO SUBANDINO<sup>1</sup>

La quebrada Cantarana vierte sus aguas por la margen izquierda de la quebrada La Laja; en la vereda los pozos, nace en la vereda las joyas a 1750 msnm, su parte alta (nacimiento) se encuentra con cultivos semipermanentes y la parte media en potreros, la desembocadura en la Q. La Laja en la vereda Los Pozos se encuentra su margen protector sombrío de café.

---

<sup>1</sup> Hernández J.

Esta área de drenaje también la conforma la quebrada Hoja Ancha, la cual nace en la vereda de las Joyas y va a terminar en el municipio de Villanueva, en la represa del Común. Se halla en la zona de vida de BOSQUE SECO PREMONTANO de Holdridge (bs-PM) o BOSQUE SECO SUBANDINO de J Hernández. En su nacimiento se encuentra protegida por bosques de sombrío similares a los de la quebrada La Laja, el resto de áreas se encuentran en cultivos de fríjol, maíz y yuca principalmente.

Para el municipio de Villanueva es un área de manejo especial teniendo en cuenta este drenaje alimenta la Represa del Común.

Antes de desembocar en el río Fonce la quebrada La Laja discurre por una zona de arbustos bajos dispersos (vegetación xerofítica) en las veredas de La Flora, Guarigua Bajo, Ojo de Agua, Ejidos y Pericos, correspondiente a la zona de vida, según L.R. Holdridge de BOSQUE SECO PREMONTANO (bs-PM), equivalente al BOSQUE SECO SUBANDINO de Hernández.

De la corriente la Laja se benefician en la actualidad diferentes acueductos veredales como La Flora, Guarigua Bajo, Ojo de Agua, Ejidos y Pericos

Los acueductos veredales antes mencionados, no cuentan con sistemas de tratamiento, solamente existen sistemas de almacenamiento y transporte, lo que implica que no hay suficiente ordenamiento para el buen uso de este recurso hídrico. Los usos que generalmente los beneficiarios dan a esta fuente son: consumo humano y doméstico, recreativo, agrícola, avícola y abrevadero de ganado.

**Área:**

La Microcuenca La Laja cuenta con 2.971 Ha.

**Corriente principal:**

Quebrada La Laja

**Corrientes secundarias:**

Vertiente izquierda: Quebradas La Flora y Cantarrana

Vertiente derecha: Quebradas el Guasimo, Guayabo y Las Joyas.

Cota msnm: Máxima: 1700

Mínima 1020

Pendiente Media: 8.4%

De acuerdo a los parámetros morfométricos se observa que según los índices de factor del área de drenaje de la Microcuenca no existen probabilidades a crecidas ante eventos fuertes de precipitación.

Factor- Forma: Oval-Oblonga

Patrón de Drenaje: dendrítico

Perímetro: 32.44 Km.

Longitud Axial. 6.18 Km

Ancho promedio: 3.73 Km.



Un caso particular son los residuos de cosechas, especialmente las plantaciones de café; el beneficio del café produce residuos orgánicos de dos tipos: sólidos (pulpa) y líquidos (aguas mieles), éstos generalmente son arrojados a los cuerpos de agua sin tratamiento.

En la zona la deforestación, el inadecuado manejo de los suelos entre otros factores, han incrementado sensiblemente los procesos de erosión y el consiguiente arrastre de sedimentos, nutrientes y materia orgánica a los cuerpos de agua.

La disposición de los residuos sólidos orgánicos a los cuerpos de agua constituye un factor importante de degradación de los mismos. En la zona el problema esta asociado a la ausencia de sistemas de recolección y disposición final de basuras, inexistencia de hábitos de manejo sanitario de residuos.

La ausencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales (saneamiento básico) en las viviendas rurales, es el factor más importante de deterioro de la calidad del agua de las corrientes hídricas, como se refleja en los resultados de laboratorio.

### 3. METODOLOGÍA

El monitoreo de la calidad de agua en cinco puntos de la Quebrada la Laja del Municipio de San Gil, busca establecer el comportamiento de las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de la corriente, para proponer alternativas de tratamiento y uso.

A continuación se indican los parámetros que se aplicaron como indicadores de la calidad de las aguas de la Quebrada La Laja del Municipio de San Gil.

Tabla 6. Parámetros indicadores de la calidad de las aguas con su método de medida (Análisis Laboratorio Empresa de Acueducto y Alcantarillado y Aseo de San Gil - ACUASAN).

Tabla 6. Análisis fisicoquímicos

INDICADOR	UNIDAD	MÉTODO
Turbiedad	UNT	Nefelométrico
Color	UPC	Fotométrico
Alcalinidad total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	Ind. Mixto
Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	Vol. EDTA
Dureza carbonacea	mg/l CaCO <sub>3</sub>	Vol. EDTA
Dureza magnesica	mg/l CaCO <sub>3</sub>	Vol. EDTA
pH	Unidades	Electromét.
Conductividad	Micrmh/cm	Electromét.
Hierro	mg/l Fe	O-Fenatrolí
Cloruros	mg/l Cl	Vol. AgNO <sub>3</sub>
Calcio	mg/l Ca	Volumétrico
Magnesio	mg/l Mg	Volumétrico
Sólidos totales	mg/l	Gravimétrico

Fuente: Análisis de Laboratorio Acuasan

Tabla 7. Análisis microbiológicos.

<b>INDICADOR</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>
Coliformes totales	UFC/100 ml	Filtración por membrana
Coliformes fecales	UFC/100 ml	Filtración por membrana
Mesófilos	UFC/1 ml	Filtración por membrana

### **3.1 VISITA AL ÁREA DE ESTUDIO**

Antes de iniciar la toma de muestras se hizo un recorrido a lo largo de la quebrada La Laja, a fin de hacer un reconocimiento de la zona de estudio, lo que se pretendía era identificar los puntos más representativos para la realización del monitoreo, el cual se adelantaría en una visita posterior.

### **3.2 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS**

Se seleccionaron cinco puntos ubicados a lo largo de la Quebrada la Laja teniendo en cuenta los afluentes que convergen a dicha corriente. Estos puntos se ubicaron en el mapa hidrográfico de los municipios de San Gil y Curití, en cada uno de los puntos seleccionados se realizó medición de caudal, pruebas in situ y se realizó toma de muestras puntuales para análisis de laboratorio. El monitoreo se realizó en época seca como de lluvia.

### **3.3 MEDICIÓN DE CAUDAL**

La Quebrada la Laja tiene un caudal muy pequeño, por esta razón se adoptó su medición por el método volumétrico, para lo cual se canalizó el agua haciendo pequeños canales o zanjas utilizando hojas y barro que permitieran conducir el agua hasta un recipiente con un volumen conocido en un tiempo determinado, medido con un cronómetro; este método se aplicó en todos los puntos.



PUNTO No. 1: 1000 m aguas arriba del punto de referencia.

PUNTO No. 2: 100 m aguas arriba del punto de referencia.

PUNTO No. 3: Punto de referencia.

PUNTO No. 4: 100 m aguas abajo del punto de referencia.

PUNTO No. 5: 1000 m aguas abajo del punto de referencia.

### **3.6 TÉCNICA DE MUESTREO UTILIZADA**

La técnica de muestreo utilizada fue muestreo puntual, para evaluar las características Físicoquímicas y Microbiológicas de la corriente en el área de estudio en un momento determinado. Las muestras tomadas fueron manejadas siguiendo las normas de calidad analítica establecidas por el Standard Methods 20th Ed. 1998, los reglamentos del decreto 475 del 10 de marzo de 1998 y demás disposiciones del Ministerio de Salud.

### **3.7 ANÁLISIS DE LABORATORIO**

El análisis de parámetros físico químicos y microbiológicos de las muestras puntuales de los cinco puntos se realizó en el Laboratorio de la Empresa de Acueducto de San Gil – ACUASAN.

El procedimiento utilizado en la toma, almacenamiento y transporte, caracterización físicoquímica y microbiológica de las muestras de agua se describe a continuación:

**3.7.1 Toma, almacenamiento y transporte de muestras de agua.** La toma de muestras en cada uno de los puntos para el análisis físico químico y microbiológico se realizó en frascos de vidrio de 500 mL. previamente esterilizados.

El procedimiento que se siguió fue el siguiente según Vargas: “se sumergió el frasco

debajo de la superficie del agua hasta una profundidad de 15 a 30 cm, describiendo un semicírculo en la dirección de la corriente con el fin de evitar los desechos flotantes y la contaminación”<sup>2</sup>.

Luego de haberlas tomado, se identificaron y se refrigeraron durante el transporte en un termo a una temperatura aproximada de 4°C por un tiempo de 6 horas (tiempo que transcurrió entre la toma de la primera muestra y el análisis).

### **3.8 TRANSPORTE DE MUESTRAS**

Siguiendo las Normas de Calidad anteriormente establecidas sobre Conservación y Preservación de Muestras, se enviaron las muestras para su análisis a las instalaciones del Laboratorio de la Empresa ACUASAN del municipio de San Gil, utilizando vehículos de la empresa, que garantizarán una entrega en el menor tiempo posible desde la toma de muestras.

Se establecieron las respectivas condiciones para el aseguramiento de la integridad de las muestras, además se almacenaron en abundante hielo y se protegieron del sol y de fuentes de contaminación.

### **3.9 GARANTÍA DE CALIDAD DE LOS RESULTADOS**

El laboratorio de la empresa ACUASAN, utilizado para el análisis de las muestras cuenta con el concepto sanitario favorable de la Secretaria de Salud de Santander para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas y alimentos.

El Laboratorio cuenta con manuales y procedimientos totalmente documentados e implementados, acreditados por la Superintendencia de Industria y Comercio que describen la aplicación y mantenimiento del sistema interno de calidad, el cual cumple con la Norma ISO IEC 17025.

---

<sup>2</sup> VARGAS FIALLO, Yolanda. Modulo de laboratorio de aguas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2003. p.3.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 CAUDAL

Los resultados del aforo en los cinco puntos de monitoreo a lo largo de la Quebrada La Laja, durante las dos jornadas de muestreo, se muestran en las tablas 8 y 9.

Tabla 8. Caudales de los cinco puntos monitoreados a lo largo de la Quebrada La Laja época seca.

PUNTO	MÉTODO	CAUDAL (L/s)
1	Volumétrico	0,15
2	Volumétrico	0,083
3	Volumétrico	0,15
4	Volumétrico	1,78
5	Volumétrico	0,022

Figura 1. Caudales obtenidos en cada uno de los cinco puntos monitoreados a lo largo de la Quebrada La Laja época de verano.

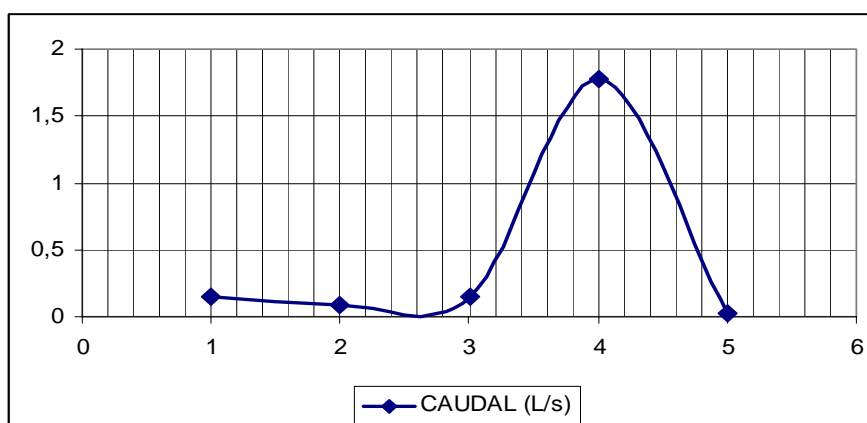
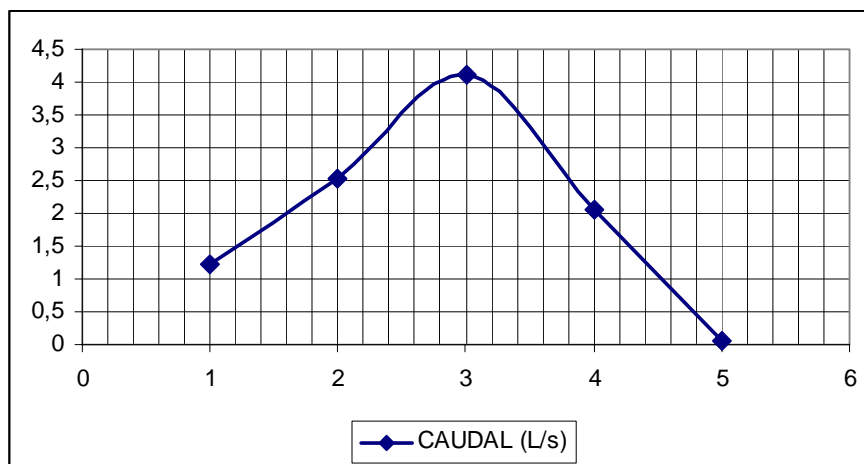


Tabla 9. Caudales de los cinco puntos monitoreados a lo largo de la Quebrada La Laja época húmeda.

PUNTO	MÉTODO	CAUDAL (L/s)
1	Volumétrico	1,23
2	Volumétrico	2,54
3	Volumétrico	4,1
4	Volumétrico	2,05
5	Volumétrico	0,05

Figura 2. Caudales obtenidos en cada uno de los cinco puntos monitoreados a lo largo de la Quebrada La Laja época de húmeda.



## **4.2 PARÁMETROS BÁSICOS**

En el Anexo 2, 3, y 4 se presentan los cuadros de resultados del análisis fisicoquímico y parámetros microbiológicos, para los dos periodos de muestreo (humedo y seco), reportados por el laboratorio de la EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SAN GIL (ACUASAN).

Tabla 10. Resultados análisis fisicoquímicos (época seca)

			Decreto 475/98	PUNTOS DE MUESTREO				
				PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
<b>pH</b>		ASTM 4500 H+B	6,5-9,0	6,8	7	7,2	7,3	7,1
<b>CLORUROS</b>	mg/L	ASTM 4500 (Cl)-B	250	6	7	6	5	7
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	Ms/cm	ASTM 2510 B	50-1000	150	280	390	300	840
<b>TURBIEDAD</b>	NTU	ASTM 2130 B	<5	5	8	7	6	10
<b>COLOR</b>	UPC	ASTM 2120 B	<15	24	26	16	11	10
<b>DUREZA TOTAL</b>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	ASTM 2340 C	160	64	124	198	158	328
<b>DUREZA CÁLCICA</b>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	ASTM 3500 Ca B		50	98	160	114	278
<b>DUREZA MAGNÉSICA</b>	mg/L Mg	ASTM 3500 Mg B		14	26	38	44	50
<b>ALCALINIDAD TOTAL</b>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	ASTM 2230 B		54	98	156	14	266
<b>HIERRO</b>	mg/L Fe	ASTM 3500 Fe B	0,3	0,58	0,39	0,29	0,19	0,06
<b>SÓLIDOS TOTALES</b>	mg/L	ASTM 2540 B	<500	86	78	74	76	72
<b>MAGNESIO</b>	mg/L Mg	ASTM 3500 Mn	36	3,36	6,24	9,12	10,56	12
<b>CALCIO</b>	mg/L Ca	VOLUMÉTRIC O	60	20	39,2	64	45,6	111,2

Figura 3. Resultados análisis fisicoquímicos (época seca)

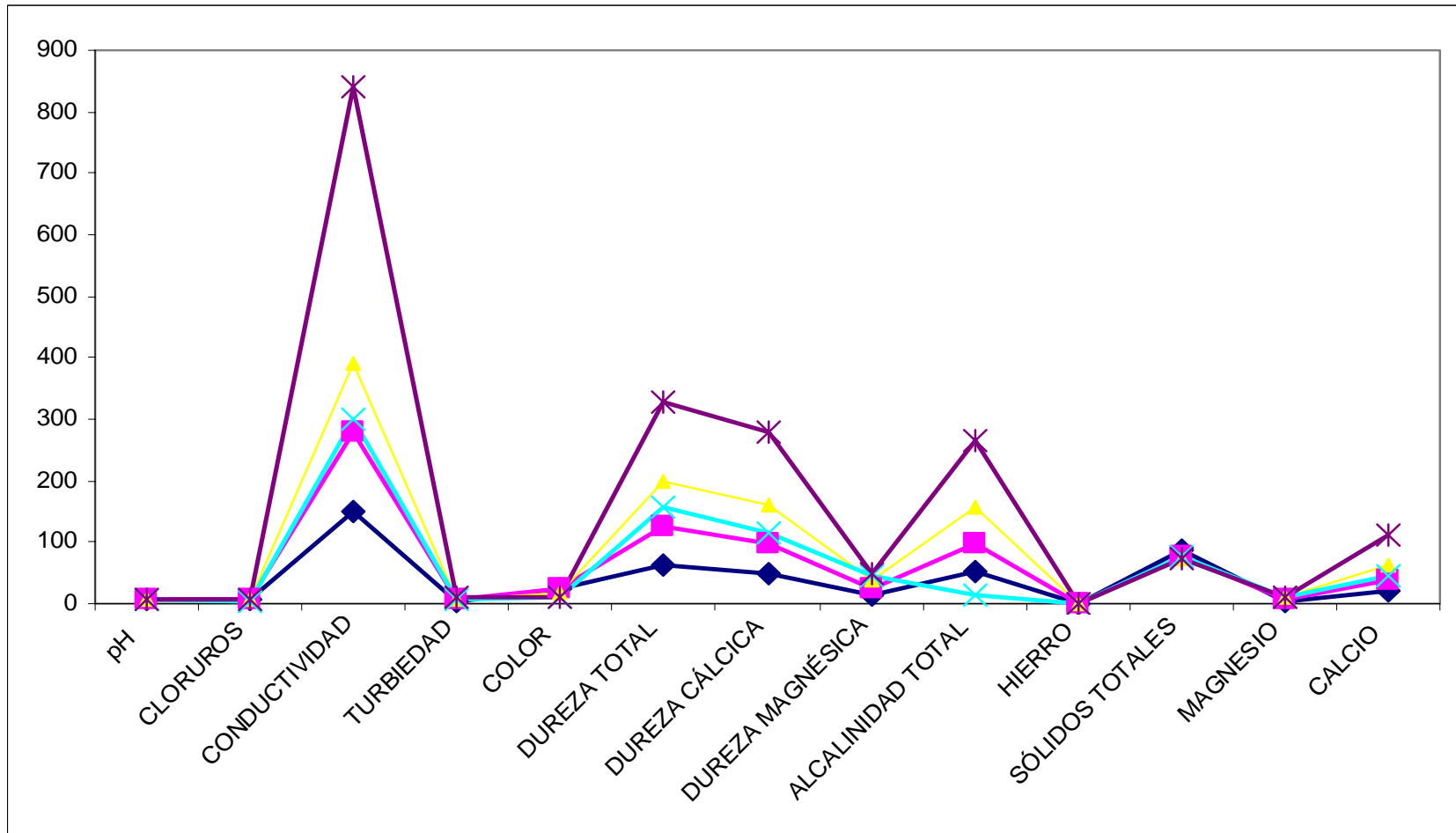


Tabla 11. Resultados análisis fisicoquímicos (época húmeda)

			Decreto 475/98	PUNTOS DE MUESTREO				
				PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
<b>pH</b>		ASTM 4500 H+B	6,5-9,0	6,77	7,23	7,22	7,79	7,69
<b>CLORUROS</b>	mg/L	ASTM 4500 (Cl)-B	250	18	22	29	23	21
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	Ms/cm	ASTM 2510 B	50-1000					
<b>TURBIEDAD</b>	NTU	ASTM 2130 B	<5					
<b>COLOR</b>	UPC	ASTM 2120 B	<15	19	54	47	21	14
<b>DUREZA TOTAL</b>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	ASTM 2340 C	160	46	70	126	150	276
<b>DUREZA CÁLCICA</b>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	ASTM 3500 Ca B		40	60	108	126	188
<b>DUREZA MAGNÉSICA</b>	mg/L Mg	ASTM 3500 Mg B		6	10	18	24	88
<b>ALCALINIDAD TOTAL</b>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	ASTM 2230 B		42	64	100	126	126
<b>HIERRO</b>	mg/L Fe	ASTM 3500 Fe B	0,3	0,25	0,82	0,74	0,22	0,05
<b>SÓLIDOS TOTALES</b>	mg/L	ASTM 2540 B	<500	196	80	116	156	284
<b>MAGNESIO</b>	mg/L Mn	ASTM 3500 Mn	36	1,44	2,4	4,32	5,76	21,12
<b>CALCIO</b>	mg/L Ca	VOLUMÉTRICO	60	16	24	43,2	50,4	75,2

Figura 4. Resultados análisis fisicoquímicos (época húmeda)

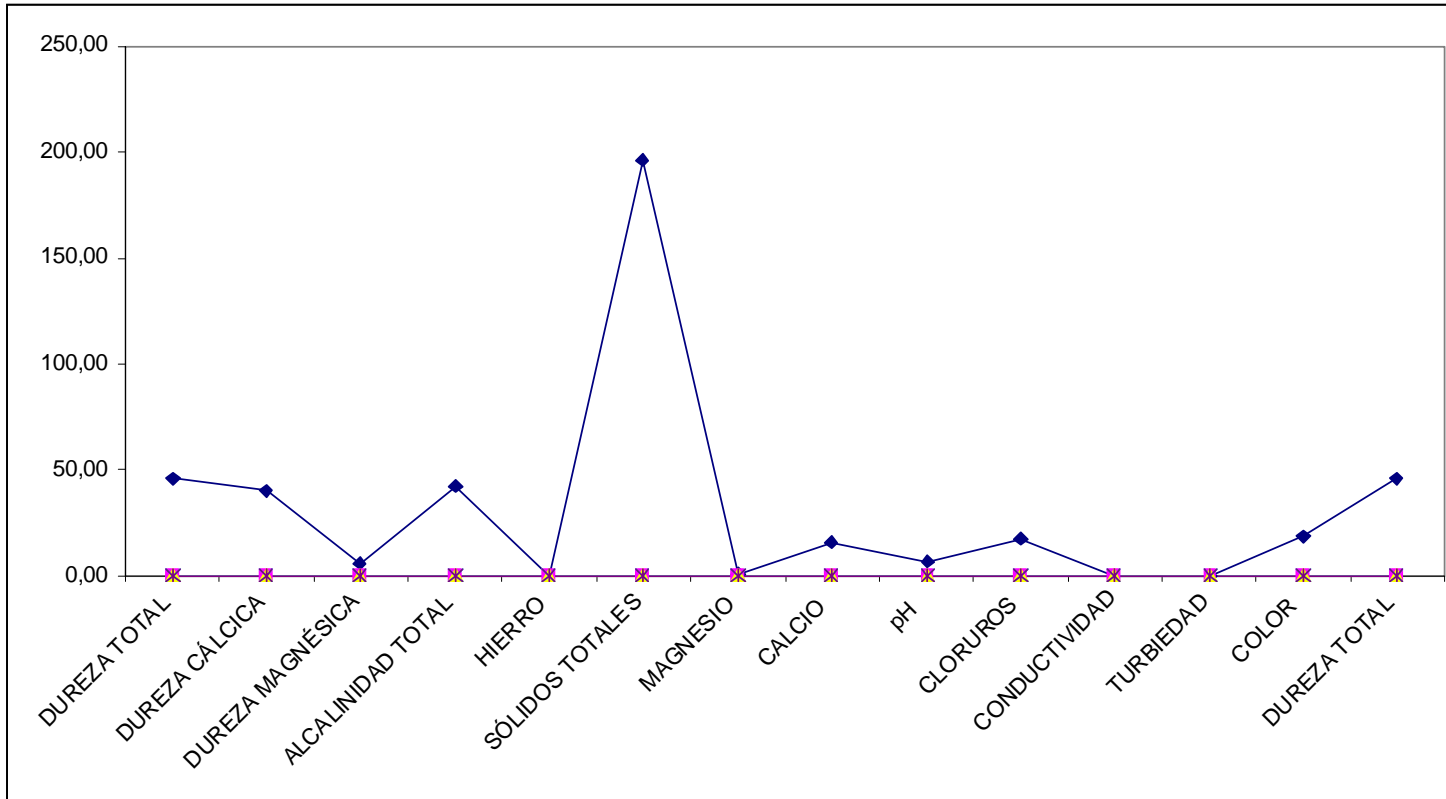


Tabla 12. Resultados análisis microbiológicos

		PARÁMETROS			
		COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	MESÓFILOS	
Epoca Seca	<b>UNIDADES</b>	NMP/100mL	NMP/100mL	UFC/100mL	
	<b>TÉCNICA</b>	ASTM 9221 B	ASTM 9221 D	ASTM 9215 D	
	<b>LIMITE PERMITIDO</b>	20000	20000	100	
		<b>PUNTO 1</b>	8920	920	369
		<b>PUNTO 2</b>	7180	120	260
		<b>PUNTO 3</b>	14840	970	267
		<b>PUNTO 4</b>	5030	380	247
<b>PUNTO 5</b>		12720	560	119	
Epoca Húmeda	<b>UNIDADES</b>	UFC/100mL	UFC/100mL	UFC/100mL	
	<b>TÉCNICA</b>	FILTRACIÓN	FILTRACIÓN	FILTRACIÓN	
	<b>LIMITE PERMITIDO</b>	<b>20000</b>	20000	100	
		<b>PUNTO 1</b>	2240	100	3200
		<b>PUNTO 2</b>	2560	270	3620
		<b>PUNTO 3</b>	1600	110	4200
		<b>PUNTO 4</b>	1580	170	3900
<b>PUNTO 5</b>		7200	270	5100	

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 CAUDAL

Los resultados obtenidos experimentalmente para los puntos dos tres y cuatro muestran un aumento definido de caudal. Esto corresponde a que las quebradas La Flora y Cantarrana discurren sus aguas por la margen izquierda de la Quebrada La Laja y además porque sobre dichos puntos drenan otras quebradas y arroyos que hacen que se presente un aumento representativo.

Los resultados de caudal obtenidos entre los puntos 1 y 4 muestran un aumento y los resultados entre los puntos 4 y 5 muestran una disminución marcada. Esta puede ser atribuida a que el caudal medido en dichos puntos es captado para surtir los acueductos veredales de La Flora, Guarigua Bajo, Ojo de Agua, Ejidos y Pericos, los cuales utilizan el agua principalmente para consumo humano y doméstico donde sólo existe sistema de almacenamiento y transporte más no de tratamiento.

La disminución presentada en el punto 5 puede ser atribuida a que en esta zona, se presenta una extracción significativa del recurso, por las personas que se encuentran asentadas en el lugar quienes no conocen una forma racional para el aprovechamiento de este.

Así mismo se puede decir que la cantidad de agua disponible disminuye día a día, debido a problemas de contaminación y deforestación de las cabeceras de los ríos y otros factores de tipo ambiental entre los que podemos citar el calentamiento global.

## **5.2 PARÁMETROS BÁSICOS**

El análisis de los resultados de laboratorio, se basa en la comparación de éstos con los estándares de los decretos 1594 de 1984 y 475 de 1998 este último se usa debido a que las personas asentadas en la microcuenca consumen el agua sin ningún tipo de tratamiento.

En el Anexo 2, 3, y 4 se presentan los resultados de laboratorio del análisis de las muestras para la época seca y húmeda, reportados por el laboratorio de la EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SAN GIL (ACUASAN), donde se indican los valores obtenidos para dichos análisis, así como una correlación con las normas o valores exigidos en los Decretos antes mencionados.

### **5.2.1 Primer Muestreo.**

#### **pH**

El valor de pH en todos los puntos se encuentra dentro de los valores normales para agua cruda y potable, teniendo una tendencia neutra.

#### **Conductividad**

La conductividad aumenta durante el recorrido de la Quebrada, posiblemente por dilución de iones, sin embargo se encuentra por debajo del valor de la norma siendo apta para uso humano y demás usos.

#### **Temperatura**

La temperatura es menor de 30°C, presentando valores sin riesgo para el consumo humano.

### **Turbiedad y color**

Los valores de turbiedad y color se presentan fuera de norma para aguas de consumo humano, requiriendo tratamiento convencional para su potabilización.

El color superior a 15 Unidades de Platino-Cobalto y la turbiedad superior a 5 NTU (ambos por encima de la norma para consumo humano – agua potable), provienen de materiales disueltos por arrastre.

### **Iones**

La concentración de los iones calcio y magnesio, y la dureza presentan valores relativamente altos, sin embargo pueden ser corregidos por tratamiento convencional. Estos valores no afectan la calidad del agua para otros usos como flora, fauna, pecuario etc.

### **Sólidos**

Los sólidos se encuentran dentro de los parámetros normales para aguas crudas, sin embargo para destinarla a consumo humano se requiere tratamiento convencional.

### **Nitrógeno**

Las formas de nitrógeno como nitrógeno amoniacal, nitratos y nitritos, registran valores bajos o no detectables, siendo normal para este tipo de aguas. Factor muy importante pues parámetros como el de nitritos afectan la salud infantil. No se requiere tratamiento para destinarla a consumo humano.

### **Aniones**

La concentración de cloruros y sulfatos, es muy baja y no representa problemas para la salud si el agua se destina para consumo humano.

## **Metales**

La concentración de hierro disminuye durante el recorrido de la quebrada, sin embargo presenta valores mayores del nivel aconsejable de 0,3 mg/L, cuando el agua se destine a consumo humano. Este valor, se puede relacionar con el color; por lo anterior, se podría deducir que al disminuir la concentración de este parámetro, se reduciría consecuentemente el nivel de color del agua tratada.

Para garantizar bajas concentraciones de hierro en el agua antes de destinarla a consumo humano, se recomienda un proceso de aireación ya sea natural o mecánica.

El manganeso no fue detectado en los análisis realizados, indicando condiciones apropiadas del agua.

Estos parámetros no inciden en la calidad del agua para los demás usos.

## **Microorganismos**

Las muestras analizadas presentan contaminación microbiana, hallándose estos parámetros fuera de norma para consumo humano, pero siendo normal para los demás usos. Para destinar el agua a consumo humano es indispensable un proceso de desinfección.

## **Olor**

Las muestras analizadas presentan olor, aspecto y sabor no característico de agua potable, hallándose en estos parámetros un aspecto poco agradable; indicando posiblemente contaminación de origen domésticos por las viviendas ubicadas cerca de la quebrada.

**5.2.2 Segundo Muestreo.** Las características fisicoquímicas y microbiológicas de la quebrada en la época húmeda no varían significativamente comparada con la

época de verano y el comportamiento es muy similar; por lo que el análisis se centrará en la comparación de los resultados de los dos muestreos.

### **5.3 COMPARACIÓN PRIMER Y SEGUNDO MUESTREO**

Comparando los resultados de laboratorio en la época de invierno y verano, se observa un ligero incremento en las concentraciones de los parámetros analizados en la época de invierno, especialmente el hierro y el color, por el arrastre de materiales causado por el incremento de las lluvias y por consecuente del caudal de la quebrada.

También se observa que la dureza total es mayor en época seca que de lluvia, generada por la presencia de iones calcio y magnesio, que en el verano por tener un caudal menor la dilución de estos iones es baja.

En el invierno se observó un leve incremento en los niveles de pH, el cual puede ser originado por disociación de iones y estar asociado al incremento en los niveles de cloruros.

### **5.4 CONSUMO HUMANO**

Considerando que el principal uso del agua de la quebrada La Laja en la zona de estudio es para consumo humano, se tiene que de acuerdo con los resultados de laboratorio esta agua, no es apta para consumo humano, y para su uso requiere de tratamiento convencional, especialmente por la presencia de microorganismos patógenos.

Dado que el análisis de laboratorio no considero la DBO ni la DQO, no es posible inferir el origen de la contaminación; no obstante, según lo observado en el recorrido por la quebrada y los resultados de los parámetros fisicoquímicos y

microbiológicos, puede inferirse que la contaminación es de origen doméstico, como consecuencia de vertimientos directos o indirectos de aguas residuales domésticas de las viviendas del sector o vertimientos de origen agropecuario por la tenencia de animales.

## **6. PROPUESTA TÉCNICA PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA**

### **6.1 GENERALIDADES**

Como se estableció anteriormente, los resultados de laboratorio de las muestras de agua analizadas, indican que el agua no es apta para consumo humano directamente y que para destinarla a consumo requiere de tratamiento convencional. Sin embargo, puede considerarse como un agua de buena calidad para potabilización, ya que no presenta contaminación visible de origen orgánico y no hay presencia de metales, que puedan restringir su destinación a consumo humano. A continuación se presenta una propuesta técnica para la potabilización del agua de la quebrada La Laja, esta propuesta se ajusta a los requerimientos del RAS.

### **6.2. SISTEMA DE TRATAMIENTO CONVENCIONAL**

De acuerdo con las características de la población asentada en la zona y la ausencia de un prestador del servicio público de agua potable; se recomienda la implementación de un sistema de potabilización de bajo costo y bajo consumo de energía, pero que cumpla con lo establecido en el decreto 475 de 1998.

El tren de tratamiento sugerido es el siguiente:

**6.2.1. Captación y conducción.** El agua debe captarse a través de una captación en concreto, ubicada en el cauce de la quebrada, mediante rejillas que impidan el paso de sólidos gruesos como hojas, palos y piedras.

Después de la captación debe construirse un desarenador, que permita retener la

mayor cantidad de arenas, previo al tratamiento convencional; después del desarenador el agua es conducida al sistema de tratamiento.

**6.2.2 Aireación.** Por la presencia de hierro y olores molestos en el agua, se recomienda una aireación artificial del agua cruda, antes de ingresar a proceso, mediante una torre de aireación con bandejas de acero inoxidable perforadas.

**6.2.3 Aforo y coagulación.** Por las características del sistema y el caudal a tratar, se recomienda aprovechar la estructura de aforo, que puede ser una canaleta Parshall, para aplicar el coagulante y generar la mezcla rápida. De esta manera la mezcla rápida requerida para disolver el coagulante en el agua cruda, se realizaría hidráulicamente.

**6.2.4 Floculación.** Para la floculación del agua se recomienda una floculación hidráulica de flujo horizontal, que se ajusta a las características del sistema.

**6.2.5 Sedimentación.** El tanque de sedimentación, será un sedimentador de placas planas paralelas, que ocupa menor área y es más eficiente que el sedimentador convencional.

**5.2.6 Filtración.** Para este sistema se recomienda una filtración de doble capa, un filtro de arena y antracita, que permite turbiedades en el afluente menores a 5 UNT., dependiendo de la disponibilidad de recursos se construirá un filtro por gravedad de flujo descendente; aunque se sugiere un filtro a presión que requiere menos mantenimiento.

Igualmente, cuando las características del agua, así lo permitan, se pasará directamente a filtración, requiriendo retrolavados más continuos, pero ahorrando coagulante y con una carrera de tratamiento más rápida.

**5.2.7 Desinfección.** Finalmente, y lo más importante, según los resultados de laboratorio, esta la desinfección, para eliminar los microorganismo presentes, que afectan la salud de la comunidad.

Se recomienda el uso de cloro como desinfectante en la presentación que más se ajuste a las necesidades de la planta, puede ser en canecas en forma de hipoclorito granulado para facilitar su aplicación, de requerirse tanque de almacenamiento, el cloro se aplicará antes del ingreso al tanque, de lo contrario, debe construirse un tanque para la aplicación del cloro antes de distribuir el agua a las viviendas.

**6.2.8 Dosificación.** Para la dosificación de insumos como el coagulante, en concentraciones definidas por la prueba de jarras y que para este sistema puede ser alumbre, se recomienda un dosificador mecánico.

Si la planta solo trabajará unas horas, el cloro se puede aplicar manualmente, de lo contrario, será necesario instalar un dosificador de cloro.

### **6.3 OTRAS ALTERNATIVAS**

Dependiendo de la disponibilidad de recursos y las necesidades de la población a beneficiar, puede sugerirse el uso de una planta de potabilización tipo compacta, con bajo consumo de energía; en caso contrario el uso de filtros lentos de arena también garantizaría la calidad del agua para consumo humano, a unos costos mínimos.

## CONCLUSIONES

- La caracterización del agua de la quebrada La Laja del municipio de San Gil, permitió determinar la calidad fisicoquímica, microbiológica y organoléptica del recurso destinado para consumo humano.
- La presencia de coliformes en el agua y las condiciones organolépticas de la corriente, permiten inferir contaminación de origen doméstico y pecuario aguas arriba de los puntos de monitoreo.
- Realizado el monitoreo en la microcuenca, se pudo establecer que recibe vertimientos de tipo doméstico y agrícola, tales como: aguas residuales sin tratamiento previo, pesticidas, fertilizantes, residuos de cosechas, sedimentos producto de la erosión y residuos sólidos.
- En la campaña de monitoreo y análisis de las muestras se emplearon las técnicas y métodos adecuados, para garantizar la veracidad y confiabilidad de los resultados obtenidos.
- Los parámetros fisicoquímicos analizados presentan valores normales para agua cruda en uso agrícola y pecuario.
- El agua de la quebrada La Laja en el municipio de San Gil, presenta valores de color, turbiedad, hierro, parámetros organolépticos y microbiológicos, fuera de los estándares establecidos en el Decreto 475 de 1998 para agua potable, siendo necesario realizarle tratamiento convencional para su uso.
- La variación en las características fisicoquímicas del agua en la quebrada La Laja, en la época seca frente a la época de lluvias, no es muy significativa y

solo se afectan los parámetros asociados a la presencia de sólidos y iones en el agua; producto del mayor arrastre por la precipitación y la mayor dilución por el aumento de caudal.

## RECOMENDACIONES

- En primer lugar se recomienda construir un sistema de potabilización para el agua de consumo de los habitantes del sector de la quebrada La Laja, ya que sus niveles de contaminantes se encuentran fuera de los parámetros establecidos por la norma tal como se describió en el presenta trabajo.
- De acuerdo con el decreto 1594 de 1984, el agua la quebrada la Laja puede ser destinada únicamente con fines agrícolas y debe evitarse el consumo humano directo, de lo contrario podría causar problemas de salubridad.
- Se recomienda que mientras que se construyen plantas de potabilización, se establezcan programas de educación ambiental, donde se enseñe a la comunidad prácticas de manejo y tratamiento del recurso.
- Como una medida de contingencia, se recomienda a la población hervir el agua que se toma de la quebrada La Laja, cuando esta se destine para actividades domésticas de consumo.
- Debe realizarse un diagnóstico de Saneamiento Básico en la vereda Las Lajas, con el fin de determinar el origen de la contaminación de la quebrada y establecer acciones concretas para eliminar los vertimientos domésticos a la quebrada.
- Se recomienda proceder a la reglamentación de la quebrada La Laja, que permita una distribución adecuada del recurso otorgando a cada usuario el caudal que requiera.

- Se recomienda que en trabajos posteriores, .se adelante un estudio de macro y microinvertebrados, en cada uno de los cinco puntos monitoreados en la quebrada la laja, ya que estos son indicadores de la calidad del agua.
- Se recomienda que en trabajos posteriores, .se adelante un estudio de macro y microinvertebrados, en la Quebrada La Laja, ya que estos son indicadores de la calidad de las aguas.
- Es importante realizar una caracterización de la quebrada, a fin de establecer que tipo de pesticidas y fertilizantes químicos, se encuentran presentes en sus aguas.

## BIBLIOGRAFÍA

APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19 ed. Washington: American Public Standard Association, 1995. 2-1 – 2-3, 2-25 – 2-28, 2-36 – 2-38, 2-53 – 2-54, 4-50 – 4-51 p.

ARBOLEDA V., J.. 2000. Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. Tomo I. Tercera Edición. McGraw Hill-ACODAL.

AWWA, APHA. 1999. Water and Wastewater Standard Methods. 20<sup>TH</sup> Edition. Ingeniería de Aguas Residuales METCALF & EDDY Volumen 2 Mc Graw Hill). Ministerio del Medio Ambiente. Lineamientos de Política para el Manejo Integral del Agua. Santa fe de Bogota, 1996. 46 p.

----- Decreto 1541 de 1978. Presidencia de la Republica. Santa fe de Bogota, Julio 26 de 1976.

----- Decreto 1594 de 1984. Ministerio de Salud. Santa fe de Bogota, Junio 26 de 1984.

----- Decreto 1729 de 2002. Ministerio del Medio Ambiente.

----- Decreto 1729/2002

----- Decreto 2811 de 1974. Congreso Nacional. Santa fe de Bogota, diciembre 18 de 1974.

----- Decreto 2811/74 Código de los Recursos Naturales Renovables

----- Decreto 2857 de 1981. Ministerio de Agricultura. Santa fe de Bogota, Junio 26 de 1984.

----- Decreto 2857/81).

----- Decreto 3100 de 2003. Ministerio del Medio Ambiente.

----- Decreto 3102 de 1997. Ministerio de Desarrollo Económico. Santa fe de Bogota, diciembre 30 de 1997.

----- Decreto 475 de 1998. Ministerio de Salud. Santa fe de Bogota, Marzo de 1998.

----- Decreto 901 de 1997. Ministerio del Medio Ambiente. Santa fe de Bogota, abril 1 de 1997.

----- Ley 213/73

----- Ley 23 de 1973. Congreso Nacional. Santa fe de Bogota, diciembre 12 de 1973.

----- Ley 373 de 1997. Congreso Nacional. Santa fe de Bogota, Junio 6 de 1997.

----- Modulo de Toxicología Ambiental, Especialización en Química Ambiental, Jesús Oliveros)

Ministerio del Medio Ambiente. El que contamina paga: Aguas Limpias para Colombia, Implementación de las Tasas retributivas por contaminación hídrica Santa fe de Bogota, 1997. 24 p.

Normas RAS 2000. Resolución 1096 del 17 de noviembre de 2000 Ministerio de Desarrollo Económico.

PUENTES BRUGES, Jairo. Factores asociados al deterioro de los recursos naturales, Especialización en Química Ambiental, Bucaramanga 2002

Resolución 1433 de 2004. Ministerio del Medio Ambiente.

Resolución 273 de 1997. Ministerio del Medio Ambiente. Santa fe de Bogota, abril 1 de 1997.

Resolución 372 de 1998. Ministerio del Medio Ambiente. Santa fe de Bogota, mayo 6 de 1998.

ROMERO ROJAS Jairo A., Acuípurificación. Primera Edición. Escuela Colombiana de Ingeniería.

ROMERO ROJAS Ley 09 de 1979. Congreso Nacional. Santa fe de Bogota, enero 24 de 1979.

[www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co).