

**DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN POR AGUAS  
RESIDUALES DOMÉSTICAS, CUENCA BAJA DE LA  
QUEBRADA LA MACANA, SAN ANTONIO DE PRADO.  
MUNICIPIO DE MEDELLÍN**



**MARITZA HIDALGO SANTANA  
ELIZABETH MEJÍA ALVAREZ**

**Monografía de Investigación Aplicada  
Para optar el título de  
ESPECIALISTAS EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Asesor: Rubén Darío Molina Santamaría**

**Medellín  
Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
2010**

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la afectación del recurso hídrico por el vertimiento de las aguas residuales domésticas provenientes de descargas directas o de los sistemas de tratamiento integrado en la cuenca baja de la quebrada La Macana, en el corregimiento de San Antonio de Prado, municipio de Medellín, durante el año 2009 se realizó un trabajo de investigación aplicada que incluyó la evaluación de la calidad del agua y la caracterización de los usuarios.

Se muestrearon 7 puntos para parámetros indicadores de la calidad (DBO<sub>5</sub>, DQO, coliformes totales, *E. Coli*, grasas y aceites y sólidos suspendidos) y se realizaron entrevistas dirigidas donde se encontró que el 62% de la carga total proviene de las viviendas con tanque séptico y el restante 38% de las que realizan el vertido directo. La relación DBO/DQO muestra que en el tramo estudiado (300 m), la quebrada ha degradado el 80% de la carga contaminante debido a la alta capacidad de autodepuración de la corriente. El problema principal identificado de contaminación por aguas residuales domésticas es por coliformes totales.

Un análisis comparativo de los parámetros medidos en anteriores estudios realizados en la zona (años 2001, 2005 y 2007), mostró que la calidad del agua de la fuente receptora ha mejorado, evidenciada en la disminución de los valores observados especialmente en coliformes totales.

Se plantean como alternativas de solución la implementación de: Tratamiento de aguas residuales no convencionales para las viviendas que aún realizan vertido directo, la política de manejo integral del recurso hídrico a través de las empresas comunales que actualmente manejan los acueductos veredales convirtiéndose en pequeñas empresas prestadoras de servicios públicos locales de acueducto y saneamiento quienes operarían y mantendrían el sistema en adecuado funcionamiento.

**PALABRAS CLAVE:** Contaminación, aguas residuales domésticas, tanques sépticos, quebrada La Macana.

## ABSTRACT

In order to evaluate the allocation of water resources by the discharge of domestic wastewater from direct discharges or integrated treatment systems implemented in the bottom of the ravine La Macana, in the village of San Antonio de Prado Medellin municipality, during the year 2009, an investigation job had place and included the evaluation of the quality of water and the users' characterization.

7 points were sampled for indicator parameters of quality (  $DBO_5$ , DQO, coliform totals, And. E. Coli, fats and oils and suspended solids ) and guided interviews came true where it was found that 62 % of total the load comes from the houses with septic tank and the remainder 38 % of the ones that sell off the direct discharges. The relation  $DBO/DQO$  shows than at the studied stretch ( 300 m ), the ravine has degraded 80 % of contaminating the load due to the high capacity of auto-depuration of the current. The main problem identified of contamination by domestic sewage is for coliform totals.

A comparative analysis of the parameters measured in previous studies accomplished at the zone ( years 2001, 2005 and 2007 ), it showed that the quality of the water of the receiving source has gotten better, evidenced in the decrease of the values observed especially in coliform totals.

As alternatives of solution we suggested the implementation of: Solutions wastewater treatment unconventional even for houses that make direct discharges, the politics of comprehensive handling of the hydric resource through the communal village companies that at present in becoming small-size enterprises drive the aqueducts lending of local public services of aqueduct and sanitation who would operate and would maintain the system in adequate functioning.

**KEYWORDS:** Contamination, domestic sewage, septic tanks, ravine La Macana.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Introducción .....</b>	<b>9</b>
<b>1    Objetivos.....</b>	<b>11</b>
1.1    Objetivo General .....	11
1.2    Objetivo Especificos.....	11
<b>2.    Marco teórico y estado del arte .....</b>	<b>12</b>
2.1    Localización .....	12
2.2    Características generales de la cuenca .....	12
2.3    Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas .....	14
<b>3.    Desarrollo .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1    Metodología .....</b>	<b>36</b>
3.1.1    Recolección y análisis de información secundaria .....	36
3.1.2    Trabajo de campo .....	36
3.1.3    Análisis de la información .....	37
3.1.4    Elaboración y edición del documento.....	38
3.2    Inventario de usuarios y de vertimientos.....	38
3.3    Muestreos .....	38
<b>4.    Resultados y Discusión.....</b>	<b>43</b>
4.1    Cálculo de la carga per capita por aguas residuales domésticas .....	43
4.2    Análisis comparativo de la calidad del agua con otros reportes.....	44
<b>5.    Planteamientos de alternativas de solución.....</b>	<b>47</b>
<b>6.    Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>49</b>
<b>7.    Bibliografía .....</b>	<b>51</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

**Anexo 1.** Inventario de usuarios

**Anexo 2.** Resultados de Laboratorio

**Anexo 3.** Glosario

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Criterios de calidad según Decreto 1594 de 1984. ....	17
<b>Tabla 2.</b> Aportes per cápita para aguas residuales domésticas, según RAS 2000. ....	22
<b>Tabla 3.</b> Eficiencias típicas de remoción, para los sistemas de tratamiento (%), RAS 2000. ....	22
<b>Tabla 4.</b> Calidad de la fuente según Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico; Ministerio de Desarrollo Económico (RAS, 2000). ....	23
<b>Tabla 5.</b> Resultados muestreos realizados laboratorio de CORANTIOQUIA ..	39
<b>Tabla 6.</b> Resultados comparativos de los muestreos de laboratorio en el tramo de estudio (2001, 2005, 2007, 2009) .....	44
<b>Tabla 7.</b> Inventario de usuarios del sistema zona de estudio .....	55

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización del tramo en estudio. Sin Escala. Imágenes Plancha IGAC y estudio PRO –ROMERAL 2007.....	13
<b>Figura 2.</b> Esquema Tanque séptico.....	24
<b>Figura 3.</b> Esquema sistemas de infiltración .....	25
<b>Figura 4.</b> Esquema sistemas de infiltración .....	26
<b>Figura 5.</b> Esquema sistemas de infiltración .....	26
<b>Figura 6.</b> Tanque séptico implementado por SANEAR. Fuente cartilla Municipio Medellin SANEAR, 2007.....	29
<b>Figura 7.</b> Esquema y detalle del sistema.....	31
<b>Figura 8.</b> Localización de sitios de muestreo y usuarios .....	39
<b>Figura 9.</b> Gráficos resultados de laboratorio tramo en estudio, 2009 .....	40
<b>Figura 10.</b> Gráficos resultados comparativos de laboratorio en el tramo de estudio (2001, 2005, 2007, 2009) .....	45

## LISTA DE FOTOS

<b>Foto 1.</b> Panorámica de la cuenca baja de la quebrada La Macana.	14
<b>Foto 2.</b> Zona destinada para el tanque séptico y con desarrollo de cultivos, la vara indica la posición del tanque.	28
<b>Foto 3.</b> Panorámica de usuarios y uno de los tanques del sistema colectivo.	30
<b>Foto 4.</b> Detalle de la purga de los tanques.	32
<b>Foto 5.</b> Detalle de la purga de los tanques.	33
<b>Foto 6.</b> Manejo inadecuado de los lodos.	34
<b>Foto 7.</b> Muestreo quebrada La Macana.	41



## INTRODUCCION

La Constitución Política en los artículos 8, 79 y 80 señala que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, de conservar las áreas de especial importancia ecológica, fomentar la educación para el logro de estos fines, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución (Constitución Política, 1991).

Que así mismo, en el artículo 8 y el numeral 8 del artículo 95 de la Constitución Política dispone que sea obligación de los particulares proteger los recursos naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano (Constitución Política, 1991).

Enmarcado dentro de este mandato de ley las entidades siempre buscan garantizar una calidad ambiental óptima, por lo que el saneamiento básico es uno de los objetivos del gobierno para este fin.

Dentro del programa “Manejo integral del agua para consumo humano” que desarrolla el Municipio de Medellín, se busca que las aguas residuales domésticas reciban un tratamiento con sistemas económicos, de fácil manejo y mantenimiento con el fin de no contaminar las quebradas cercanas, cuidando las fuentes de agua y cuidando y reforestando la cuenca. Enmarcado en el programa anterior el Municipio de Medellín desarrolló programas de saneamiento básico que buscaban contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades rurales y al cuidado del medio ambiente, uno de ellos, fue realizado en el corregimiento de San Antonio de Prado ejecutado por convenio interadministrativo entre EPM y el municipio de Medellín y adelantado mediante contratación comunitaria en los años 2006-2007.

Con la instalación de los tanques sépticos se pretendió disminuir uno de los factores contaminantes más agresivos al medio ya que con la instalación de sistemas de tratamiento se controlaban las descargas directas de las viviendas en el suelo o en el agua.

En la cuenca de la quebrada La Macana, vereda Montañita, en el tramo comprendido entre la vía que de San Antonio de Prado conduce a Angelópolis y hasta llegar a la desembocadura de ésta a la quebrada Doña María se presenta lo

siguiente: Descargas directa de los tanques sépticos a la quebrada, dinámica fluvial marcada por procesos de socavación, incisión, inestabilidad de laderas, prácticas de cultivo inadecuado con eras a favor de la pendiente, alteración de la calidad del aire por la presencia de malos olores, abundante presencia de insectos, lo cual configura una afectación negativa de la cuenca, marcada en la alteración de los componentes agua, suelo, aire y social.

En este tramo, definido como la zona de estudio, la quebrada La Macana presenta un proceso de alteración de su calidad, marcado en el cambio de color, presencia de olores ofensivos, entre otros.

Entre los factores que podrían estar generando este deterioro ambiental se tienen las descargas de las aguas residuales de las viviendas, ya sea por el vertido directo o por la descarga de los sistemas de tratamientos implementados dentro de los programas de saneamiento de la vereda.

Han pasado dos años de la instalación de los tanques y algunos habitantes manifiestan un malestar porque han recibido algunas afectaciones relacionadas con el sistema de tratamiento.

Con esta monografía se plantea estudiar lo concerniente a la afectación del recurso hídrico debido a la contaminación por el vertimiento de las aguas residuales domésticas, en la cuenca baja de la quebrada La Macana.

En desarrollo de los programas que buscan contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades y el cuidado del medio ambiente es fundamental realizar un seguimiento a los mismos con miras a determinar si el fin buscado se logró y de no ser así poder implementar los correctivos necesarios para que el propósito permanezca y la comunidad sea efectivamente la beneficiada y por ende el medio ambiente.

De acuerdo a lo planteado este estudio es un aporte en el al seguimiento de la efectividad de los programas de saneamiento básico que se vienen desarrollando en las comunidades rurales y sirve como punto de partida para establecer dentro de estos programas una línea de monitoreo al buen funcionamiento de los mismos, a fin de que sean realmente efectivos y que respondan a las necesidades reales de la población y de su medio ambiente. Es por esto que se realizan los respectivos análisis a los parámetros DBO<sub>5</sub>, DQO, grasas y acetites, coliformes totales, *E. coli* y sólidos suspendidos como parámetros que determinan la calidad del agua por contaminación de aguas residuales.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el deterioro de la cuenca baja de la quebrada La Macana por el vertimiento de aguas residuales domésticas y el planteamiento de alternativas de solución a dicha problemática.

### **1.2 OBJETIVO ESPECIFICOS**

- Evaluar el impacto que sobre la calidad del agua que en la cuenca baja de la quebrada la Macana generan los vertimientos de aguas residuales domésticas provenientes de los sistemas de tratamiento.
- Plantear soluciones a la problemática que generan los vertimientos de aguas residuales domésticas.

## **2. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE**

### **2.1 LOCALIZACION**

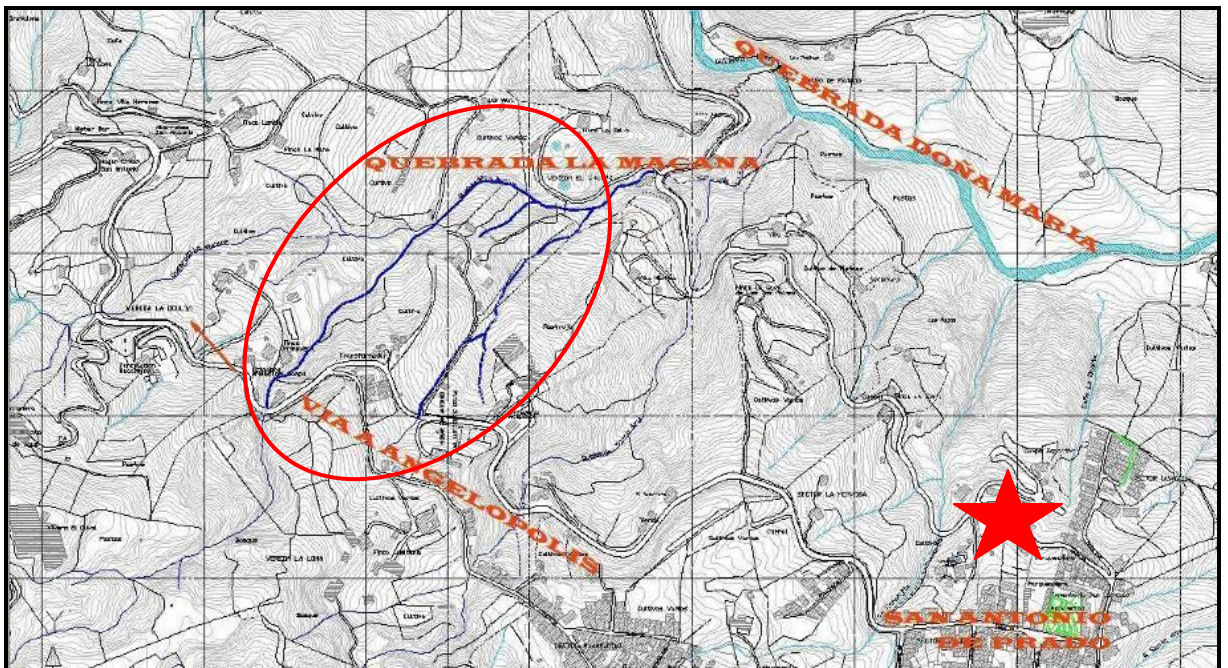
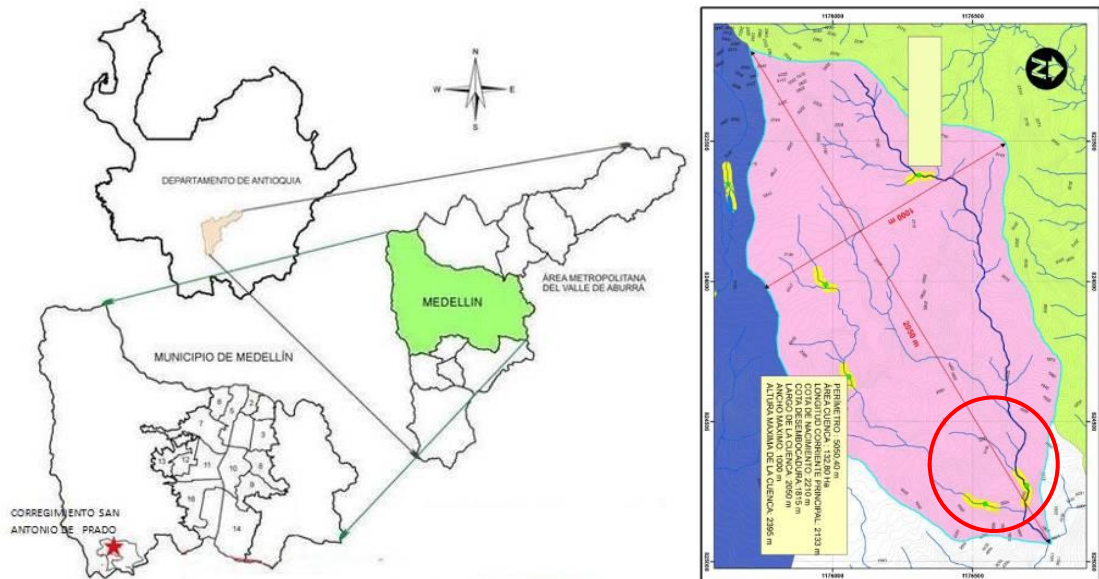
La zona de estudio se localiza en el corregimiento de San Antonio de Prado, vereda Montañita cuenca La Macana entre la vía a Angelópolis y la vía a la vereda Playas. Al sitio se accede por cualquiera de estas dos vía (POT Municipio de Medellín, 2006), (Figura 1).

El corregimiento de San Antonio de Prado se encuentra localizado en la zona suroccidental del municipio de Medellín, limita al oriente con el corregimiento de Altavista, al norte con los corregimientos de San Sebastián de Palmitas y San Cristóbal, al sur con los municipios de Itagüí y La Estrella, y al occidente con los municipios de Heliconia y Angelópolis. Este corregimiento posee un área total de 6061,1 ha, divididas en 8 veredas, El Astillero, El Salado, La Florida, La Verde, La Montañita, Potreritos, San José, Yarumalito y San Antonio parte central (POT Municipio de Medellín, 2006).

### **2.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CUENCA**

La quebrada La Macana nace en la vereda Potrerito, en límites con la vereda La Montañita y parte de su recorrido marca la divisoria veredal. Es una cuenca Oval-redonda. Que nace en la cota 2280 msnm, desemboca en la cota 1795 msnm en la quebrada Doña María y que presenta La parte baja deteriorada, sufre invasión por potreros y algunas viviendas, con ciertos tramos en rastrojos bajos, y vertientes largas y empinadas, con drenajes con fuerte encajamiento, suelos limo arcillosos de colores pardo amarillentos a rojizos, taludes inestables con alta susceptibilidad a fenómenos erosivos, con vegetación de cultivos de plátano, tomate, cidra, naranja (Foto 1). Esta quebrada es una de las tantas que en Prado recibe varias descargas de los sistemas de tratamiento.

Según el estudio de PRO-ROMERAL, la calidad del agua en la parte alta de la cuenca en el año 2005 era buena y era usada por la escuela veredal y la I.E. SADEP como “laboratorio vivo”, para la enseñanza y la sensibilización ambiental en el marco del PRAE (Proyecto Ambiental Escolar) (PRO-ROMERAL, 2007).



**Figura 1.** Localización del tramo en estudio. Sin Escala. Imágenes Plancha IGAC y estudio PRO –ROMERAL 2007.





**Foto 1.** Panorámica de la cuenca baja de la quebrada La Macana.

La topografía del terreno se caracteriza por presentar pendientes moderadas y en algunos sectores fallas geológicas que ocasionan deslizamientos continuos, especialmente en las épocas de inviernos, de igual manera en algunas ocasiones las particularidades de la topografía condicionan las posibles alternativas de manejo de las aguas residuales, ya que limitan los posibles sistemas a utilizar.

### **2.3 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**

A nivel mundial en las grandes ciudades se han implementado variados sistemas de tratamiento de aguas residuales con éxito, teniendo en cuenta aspectos como las condiciones topográficas y climáticas de la zona, características de los líquidos a tratar, costos, la cultura y las costumbres de los habitantes de la zona en estudio. Así mismo frente a lo complejo de las grandes ciudades, en países como Estados Unidos, país muy avanzado en el manejo de las aguas residuales el 25% de la población localizada en asentamientos dispersos se siguen construyendo sistemas sencillos de tratamiento de aguas residuales domésticas tales como lagunas de estabilización y oxidación con buenos resultados (EPM, 1988). En 1980 existían en Estados Unidos 11.800 lagunas, de las cuales 6.200 eran domésticas y 5.600 eran industriales (Burbano, 1985).

El origen del tanque séptico moderno se remonta al año 1861, gracias a los primeros trabajos realizados en Francia por Jean-Louis Mourais. El nombre de tanque séptico se le atribuye a Donald Cameron, quien lo llamó así, por las condiciones y acciones sépticas que se desarrollan al interior del tanque. Su uso está muy extendido por todo el mundo y hoy en día se fabrica principalmente con resinas de poliéster reforzado de fibra de vidrio.

En países como Nueva Zelanda, Canadá y USA se realizan muestreos a los efluentes de tanques sépticos domésticos durante 15 días, donde se mide la temperatura, el DBO, la conductividad, la cantidad de N, P, Ca, Mg, Na, K, Zn, Cd, Cr, Pb (Boaventura, 1982). Los resultados han arrojado un buen funcionamiento de los tanques, mostrado en el porcentaje de remoción de los elementos medidos.

En América Latina y el Caribe las primeras lagunas de estabilización fueron diseñadas en Costa Rica en 1957. En 1980 existían 1300 lagunas de estabilización de las cuales 600 eran para uso doméstico y 700 para uso industrial; para esa época ciudades como Buenos Aires vertían sus aguas residuales directamente al Río de La Plata y Caracas al Río Guaire, en Lima se vertían al Océano Pacífico y el Río Rimac, en ciudad de México se utilizaban para irrigación previamente mezcladas con agua de los ríos, en Rio de Janeiro se vertían al mar mediante lanzamiento submarino y en Santiago de Chile se llevaban al Río Mapocho. Sin embargo en las últimas décadas los gobiernos han realizados grandes esfuerzos e inversiones en programas de saneamiento, pero aún existen una brecha de siglos de contaminación difícil de cerrar que a tomar soluciones para trabajar al mismo tiempo en los problemas del subdesarrollo y el control de los impactos que las actividades del desarrollo generan en el ambiente.

A pesar de que América Latina está en condiciones de cumplir con los Objetivos de Desarrollo del Milenio de la ONU en relación a cobertura de agua y saneamiento, la calidad de los servicios es muy deficiente, y la región se encuentra muy atrasada en el tratamiento de las aguas residuales. 85 millones de personas carecen de conexiones de agua en sus hogares y 115 millones no cuentan con servicios de saneamiento. Muchos de aquellos que tienen acceso al agua sólo la reciben por pocas horas al día. (Herrera, 2009).

El tratamiento y reciclaje de aguas residuales domésticas constituyen un reto y a la vez una oportunidad en América Latina. Un reto porque alrededor del 80% de las aguas residuales son dispuestas sin tratamiento en el ambiente o usadas para fines agrícolas, lo que constituye un problema sanitario de envergadura en

muchas localidades. Una oportunidad porque estas aguas representan un recurso valioso desde el punto de vista económico y ecológico (CATHALAC, 2010).

Según informe del International Development Research Centre en Ottawa, Canadá solamente el 5% de las viviendas en Latinoamérica y el Caribe están conectados a sistemas de tratamiento de aguas negras (Reynolds, 2002), La gran mayoría de estos sistemas de tratamiento solamente emplean deposición primaria para eliminar los sólidos suspendidos. Hoy día aunque existen muchos métodos para el tratamiento de las aguas residuales, desafortunadamente muchos son desconocidos o mal operados. Cuando un sistema séptico no funciona adecuadamente puede causar efectos adversos en el medioambiente y a la salud. (González, 1990).

En Colombia de acuerdo a estudios realizados se considera que el volumen de aguas residuales generadas es aproximadamente un 70-80% del volumen consumido como agua potable, lo que configura el grave problema que se causa por descargas incontroladas de aguas residuales o de aquellas que teniendo sistemas de tratamiento no son funcionales teniendo como causa principal la falta de mantenimiento adecuado de los mismos, siendo así más grave la solución que el problema inicial, si se considera que se han invertido recursos y un gran esfuerzo por parte de los actores involucrados.

Los tanques sépticos convencionales están diseñados para funcionar indefinidamente si se realizan correctamente las actividades de mantenimiento. Sin embargo, debido a que la mayoría de los sistemas domésticos no reciben un mantenimiento adecuado la, la vida útil de operación de los tanques sépticos es generalmente igual o menor a 20 años y un sistema diseñado y mantenido correctamente puede durar más de veinte años. (EPA, 1999)

Los lodos son un subproducto de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y su uso es valioso como fuente de nutrientes y acondicionador de suelos. Sin embargo, no resultan inocuos porque provienen de sistemas de sedimentación y tienen altas concentraciones de microorganismos; por ello los lodos deben ser tratados. (Suematsu, 1995).

En Texas, un tanque séptico de 1.000 galones se usa para una casa de tres recámaras sin aparatos para ahorrar agua. Si en la casa de tres recámaras viven cuatro personas, el tanque debe bombearse cada 2.6 años. Si el mismo sistema funciona para una familia de dos personas en una casa de tres recámaras, el tanque debe bombearse cada 5.9 años (Morales, 2009).



El Decreto 1594 de 1984, que reglamenta los usos del agua y el manejo de los residuos líquidos, en su artículo 4, establece que los criterios de calidad del decreto, son guías para ser utilizados como base de decisión en el ordenamiento, asignación de usos al recurso y determinación de las características del agua para cada uso. El capítulo III, de mismo decreto, trata de la destinación genérica de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas, estuarias y servidas, en su artículo 29, define la destinación de los usos del agua como: Consumo humano y doméstico, Preservación de flora y fauna; Agrícola; Pecuario; Recreativo; Industrial y de Transporte. El Capítulo IV, define los criterios de calidad para destinación del recurso tal como lo presenta la Tabla 1:

**Tabla 1.** Criterios de calidad según Decreto 1594 de 1984.

Norma	Valores		
<p><b>Artículo 38:</b> Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso humano y doméstico son los que se relacionan a continuación, e indican que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional :</p> <p><b>Parágrafo 1:</b> La condición de valor “no detectable” se entenderá que es la establecida por el método aprobado por el Ministerio de Salud.</p> <p><b>Parágrafo 2:</b> No se aceptará película visible de grasas y aceites flotantes, materiales flotantes, radioisótopos y otros no removibles por tratamiento convencional que puedan afectar la salud humana.</p>	Referencia	Expresado como	Valor
	Amoniaco	N	1.0
	Arsénico	As	0.05
	Bario	Ba	1.0
	Cadmio	Cd	0.01
	Cianuro	CN-	0.2
	Cinc	Zn	15.0
	Cloruros	Cl-	250.0
	Cobre	Cu	1.0
	Color	Color real	75 unidades, escala
	Compuestos Fenólicos	Platino - cobalto	0.002
	Cromo	Fenol	0.05
	Difenil Policlorados	Cr + <sup>6</sup>	0.05
	Mercurio	Concentración de agente activo	No detectable
	Nitratos	Hg	0.002
	Nitritos	N	10.0
	pH	N	10.
	Plata	Unidades	5.0 - 9.0 unidades
	Plomo	Ag	0.05
	Selenio	Pb	0.05
Sulfatos	Se	0.01	
Tensoactivos	SO <sub>4</sub>	400.0	
Coliformes totales	Sustancias activas al Azul de metileno	0.5	
Coliformes fecales	NMP	20.000	
		microorganismos/100 ml.	
		2.000	
		microorganismos/100 ml.	

Norma	Valores																																																																								
<p><b>Artículo 39:</b> Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico son los que se relacionan a continuación, e indican que para su potabilización se requiere solo desinfección:</p> <p><b>Parágrafo:</b> No se aceptará película visible de grasas y aceites flotantes, materiales flotantes provenientes de actividad humana, radioisótopos y otros no removibles por desinfección, que puedan afectar la salud humana.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="837 296 1040 321">Referencia</th> <th data-bbox="1045 296 1292 321">Expresado como</th> <th data-bbox="1297 296 1476 321">Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Amoníaco</td><td>N</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>Arsénico</td><td>As</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>Bario</td><td>Ba</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>Cadmio</td><td>Cd</td><td>0.01</td></tr> <tr><td>Cianuro</td><td>CN-</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>Cinc</td><td>Zn</td><td>15.0</td></tr> <tr><td>Cloruros</td><td>Cl-</td><td>250.0</td></tr> <tr><td>Cobre</td><td>Cu</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>Color</td><td>Color real</td><td>20 unidades, escala Platino - cobalto</td></tr> <tr><td>Compuestos Fenólicos</td><td>Fenol</td><td>0.002</td></tr> <tr><td>Cromo</td><td>Cr + <sup>6</sup></td><td>0.05</td></tr> <tr><td>Difenil Policlorados</td><td>Concentración de agente activo</td><td>No detectable</td></tr> <tr><td>Mercurio</td><td>Hg</td><td>0.002</td></tr> <tr><td>Nitratos</td><td>N</td><td>10.0</td></tr> <tr><td>Nitritos</td><td>N</td><td>10.</td></tr> <tr><td>pH</td><td>Unidades</td><td>6.5 - 8.5 unidades</td></tr> <tr><td>Plata</td><td>Ag</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>Plomo</td><td>Pb</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>Selenio</td><td>Se</td><td>0.01</td></tr> <tr><td>Sulfatos</td><td>SO<sub>4</sub></td><td>400.0</td></tr> <tr><td>Tensoactivos</td><td>Sustancias activas al azul de metileno</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>Turbiedad</td><td>UJT</td><td>10 unidades Jackson de turbiedad, UJT.</td></tr> <tr><td>Coliformes totales</td><td>NMP</td><td>1.000 microorganismos/100 ml.</td></tr> </tbody> </table>	Referencia	Expresado como	Valor	Amoníaco	N	1.0	Arsénico	As	0.05	Bario	Ba	1.0	Cadmio	Cd	0.01	Cianuro	CN-	0.2	Cinc	Zn	15.0	Cloruros	Cl-	250.0	Cobre	Cu	1.0	Color	Color real	20 unidades, escala Platino - cobalto	Compuestos Fenólicos	Fenol	0.002	Cromo	Cr + <sup>6</sup>	0.05	Difenil Policlorados	Concentración de agente activo	No detectable	Mercurio	Hg	0.002	Nitratos	N	10.0	Nitritos	N	10.	pH	Unidades	6.5 - 8.5 unidades	Plata	Ag	0.05	Plomo	Pb	0.05	Selenio	Se	0.01	Sulfatos	SO <sub>4</sub>	400.0	Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	0.5	Turbiedad	UJT	10 unidades Jackson de turbiedad, UJT.	Coliformes totales	NMP	1.000 microorganismos/100 ml.
Referencia	Expresado como	Valor																																																																							
Amoníaco	N	1.0																																																																							
Arsénico	As	0.05																																																																							
Bario	Ba	1.0																																																																							
Cadmio	Cd	0.01																																																																							
Cianuro	CN-	0.2																																																																							
Cinc	Zn	15.0																																																																							
Cloruros	Cl-	250.0																																																																							
Cobre	Cu	1.0																																																																							
Color	Color real	20 unidades, escala Platino - cobalto																																																																							
Compuestos Fenólicos	Fenol	0.002																																																																							
Cromo	Cr + <sup>6</sup>	0.05																																																																							
Difenil Policlorados	Concentración de agente activo	No detectable																																																																							
Mercurio	Hg	0.002																																																																							
Nitratos	N	10.0																																																																							
Nitritos	N	10.																																																																							
pH	Unidades	6.5 - 8.5 unidades																																																																							
Plata	Ag	0.05																																																																							
Plomo	Pb	0.05																																																																							
Selenio	Se	0.01																																																																							
Sulfatos	SO <sub>4</sub>	400.0																																																																							
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	0.5																																																																							
Turbiedad	UJT	10 unidades Jackson de turbiedad, UJT.																																																																							
Coliformes totales	NMP	1.000 microorganismos/100 ml.																																																																							
<p><b>Artículo 40:</b> Los criterios admisibles para la destinación del recurso para <b>uso agrícola</b> son los siguientes:</p> <p><b>Parágrafo 1:</b> Además de los criterios establecidos en el presente artículo, se adoptan los siguientes:</p> <p>-El NMP de coliformes totales no deberá exceder de 5.000 cuando se use el recurso para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto.</p> <p>-El NMP de coliformes fecales no deberá exceder 1.000 cuando se use el recurso para el mismo fin del literal anterior</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="837 900 1040 926">Referencia</th> <th data-bbox="1045 900 1292 926">Expresado como</th> <th data-bbox="1297 900 1476 926">Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Aluminio</td><td>Al</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>Arsénico</td><td>As</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>Berilio</td><td>Be</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>Cadmio</td><td>Cd</td><td>0.01</td></tr> <tr><td>Cinc</td><td>Zn</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>Cobalto</td><td>Co</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>Cobre</td><td>Cu</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>Cromo</td><td>Cr + <sup>6</sup></td><td>0.1</td></tr> <tr><td>Fluor</td><td>F</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>Hierro</td><td>Fe</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>Litio</td><td>Li</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>Manganeso</td><td>Mn</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>Molibdeno</td><td>Mo</td><td>0.01</td></tr> <tr><td>Niquel</td><td>Ni</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>pH</td><td>Unidades</td><td>4.5 - 9.0 unidades</td></tr> <tr><td>Plomo</td><td>Pb</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>Selenio</td><td>Se</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>Vanadio</td><td>V</td><td>0.1</td></tr> </tbody> </table>	Referencia	Expresado como	Valor	Aluminio	Al	5.0	Arsénico	As	0.1	Berilio	Be	0.1	Cadmio	Cd	0.01	Cinc	Zn	2.0	Cobalto	Co	0.05	Cobre	Cu	0.2	Cromo	Cr + <sup>6</sup>	0.1	Fluor	F	1.0	Hierro	Fe	5.0	Litio	Li	2.5	Manganeso	Mn	0.2	Molibdeno	Mo	0.01	Niquel	Ni	0.2	pH	Unidades	4.5 - 9.0 unidades	Plomo	Pb	5.0	Selenio	Se	0.02	Vanadio	V	0.1															
Referencia	Expresado como	Valor																																																																							
Aluminio	Al	5.0																																																																							
Arsénico	As	0.1																																																																							
Berilio	Be	0.1																																																																							
Cadmio	Cd	0.01																																																																							
Cinc	Zn	2.0																																																																							
Cobalto	Co	0.05																																																																							
Cobre	Cu	0.2																																																																							
Cromo	Cr + <sup>6</sup>	0.1																																																																							
Fluor	F	1.0																																																																							
Hierro	Fe	5.0																																																																							
Litio	Li	2.5																																																																							
Manganeso	Mn	0.2																																																																							
Molibdeno	Mo	0.01																																																																							
Niquel	Ni	0.2																																																																							
pH	Unidades	4.5 - 9.0 unidades																																																																							
Plomo	Pb	5.0																																																																							
Selenio	Se	0.02																																																																							
Vanadio	V	0.1																																																																							
<p><b>Artículo 41:</b> Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para <b>uso pecuario</b>, son los siguientes:</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="837 1425 1040 1451">Referencia</th> <th data-bbox="1045 1425 1292 1451">Expresado como</th> <th data-bbox="1297 1425 1476 1451">Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Aluminio</td><td>Al</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>Arsénico</td><td>As</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>Boro</td><td>B</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>Cadmio</td><td>Cd</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>Cinc</td><td>Zn</td><td>25.0</td></tr> <tr><td>Cobre</td><td>Cu</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>Cromo</td><td>Cr + <sup>6</sup></td><td>1.0</td></tr> <tr><td>Mercurio</td><td>Hg</td><td>0.01</td></tr> <tr><td>Nitratos + Nitritos</td><td>N</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>Nitrito</td><td>N</td><td>10.0</td></tr> <tr><td>Plomo</td><td>Pb</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>Contenido de sales</td><td>Peso total</td><td>3.000</td></tr> </tbody> </table>	Referencia	Expresado como	Valor	Aluminio	Al	5.0	Arsénico	As	0.2	Boro	B	5.0	Cadmio	Cd	0.05	Cinc	Zn	25.0	Cobre	Cu	0.5	Cromo	Cr + <sup>6</sup>	1.0	Mercurio	Hg	0.01	Nitratos + Nitritos	N	100.0	Nitrito	N	10.0	Plomo	Pb	0.1	Contenido de sales	Peso total	3.000																																	
Referencia	Expresado como	Valor																																																																							
Aluminio	Al	5.0																																																																							
Arsénico	As	0.2																																																																							
Boro	B	5.0																																																																							
Cadmio	Cd	0.05																																																																							
Cinc	Zn	25.0																																																																							
Cobre	Cu	0.5																																																																							
Cromo	Cr + <sup>6</sup>	1.0																																																																							
Mercurio	Hg	0.01																																																																							
Nitratos + Nitritos	N	100.0																																																																							
Nitrito	N	10.0																																																																							
Plomo	Pb	0.1																																																																							
Contenido de sales	Peso total	3.000																																																																							

Norma	Valores																																
<p><b>Parágrafo 2:</b> El nitrógeno y el fósforo deberán estar en proporción que no ocasionen eutroficación.</p>	<p>Referencia</p> <p>Coliformes totales</p> <p>ml.</p> <p>Oxígeno disuelto concentración</p> <p>pH</p> <p>Tensoactivos</p>	<p>Expresado como</p> <p>NMP</p>      <p>Unidades</p> <p>Sustancias activas el Azul de metileno</p>	<p>Valor</p> <p>5.000 microorganismos/100</p> <p>70%</p> <p>de saturación</p> <p>5.0 - 9.0 unidades</p> <p>0.5</p>																														
<p><b>Artículo 44:</b> Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso estético son los siguientes:</p>	<p>1. Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana.</p> <p>b. Ausencia de grasas y aceites que formen película visible.</p> <p>c. Ausencia de sustancias que produzcan olor.</p>																																
<p><b>DE LAS NORMAS DE VERTIMIENTO</b></p> <p>Artículo 72: Todo vertimiento a un cuerpo de agua deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes normas:</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="824 739 1031 772">Referencia</th> <th data-bbox="1031 739 1263 772">Usuario Existente</th> <th data-bbox="1263 739 1484 772">Usuario Nuevo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="824 772 1031 806">pH</td> <td data-bbox="1031 772 1263 806">5 a 9 unidades</td> <td data-bbox="1263 772 1484 806">5 a 9 unidades</td> </tr> <tr> <td data-bbox="824 806 1031 819">Temperatura</td> <td data-bbox="1031 806 1263 819">&lt; 40°C</td> <td data-bbox="1263 806 1484 819">&lt; 40°C</td> </tr> <tr> <td data-bbox="824 819 1031 831">Material flotante</td> <td data-bbox="1031 819 1263 831">Ausente</td> <td data-bbox="1263 819 1484 831">Ausente</td> </tr> <tr> <td data-bbox="824 831 1031 844">Grasas y aceites</td> <td data-bbox="1031 831 1263 844">Remoción &gt; 80% en carga</td> <td data-bbox="1263 831 1484 844">Remoción &gt; 80% en carga</td> </tr> <tr> <td data-bbox="824 844 1031 877">Sólidos suspendidos, domésticos o industriales</td> <td data-bbox="1031 844 1263 877">Remoción &gt; 50% en carga</td> <td data-bbox="1263 844 1484 877">Remoción &gt; 80% en carga</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="824 877 1484 911">Demanda bioquímica de oxígeno:</td> </tr> <tr> <td data-bbox="824 911 1031 924">Para desechos domésticos</td> <td data-bbox="1031 911 1263 924">Remoción &gt; 30% en carga</td> <td data-bbox="1263 911 1484 924">Remoción &gt; 80% en carga</td> </tr> <tr> <td data-bbox="824 924 1031 936">Para desechos industriales</td> <td data-bbox="1031 924 1263 936">Remoción &gt; 20% en carga</td> <td data-bbox="1263 924 1484 936">Remoción &gt; 80% en carga</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="824 936 1484 970">Carga máxima permisible (CMP), de acuerdo con lo establecido en los artículos 74 y 75 del presente Decreto.</td> </tr> </tbody> </table>			Referencia	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, domésticos o industriales	Remoción > 50% en carga	Remoción > 80% en carga	Demanda bioquímica de oxígeno:			Para desechos domésticos	Remoción > 30% en carga	Remoción > 80% en carga	Para desechos industriales	Remoción > 20% en carga	Remoción > 80% en carga	Carga máxima permisible (CMP), de acuerdo con lo establecido en los artículos 74 y 75 del presente Decreto.		
Referencia	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, domésticos o industriales	Remoción > 50% en carga	Remoción > 80% en carga																															
Demanda bioquímica de oxígeno:																																	
Para desechos domésticos	Remoción > 30% en carga	Remoción > 80% en carga																															
Para desechos industriales	Remoción > 20% en carga	Remoción > 80% en carga																															
Carga máxima permisible (CMP), de acuerdo con lo establecido en los artículos 74 y 75 del presente Decreto.																																	

Adicional a lo anterior cualquier sistema de tratamiento de aguas residuales que se vaya a implementar en Colombia debe seguir el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000, donde se fijan los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir los diferentes procesos desde la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado (RAS, 2000).

En desarrollo del presente trabajo, se parte de la premisa de que el programa de saneamiento básico rural (tanques sépticos) ejecutado en el tramo de la quebrada la Macana objeto de estudio fue desarrollado siguiendo los lineamiento establecidos en el RAS. Por lo anterior realizamos una revisión del RAS en los títulos: A “Aspectos generales de los sistemas de agua potable y saneamiento básico” y E “Tratamiento de aguas residuales”.

En el título A, básicamente se establece el procedimiento a seguir para el desarrollo de proyectos de agua potable y saneamiento básico que se ejecuten en el territorio nacional toda vez que estos dan solución a problemas de salud pública, del medio ambiente o de bienestar social. Es fundamental la participación de las entidades relacionadas con la prestación de los servicios públicos para establecer responsabilidades y funciones respectivas. Todo proyecto deberá considerar las leyes, reglamentos y normatividad vigente relacionada con el proyecto, sin perder de vista la inserción del mismo dentro de los planes de ordenamiento territorial, teniendo en cuenta los usos del suelo, la estratificación socioeconómica, el plan vial, las zonas de conservación y recursos naturales e igualmente deberá realizarse el análisis ambiental de los impactos que éste pueda generar acompañado de las obras y acciones de mitigación.

Así mismo todo proyecto deberá tener una evaluación socioeconómica y contar con un plan de construcción, operación y mantenimiento adecuado para asegurar el éxito del mismo.

En el título E, se fijan los criterios básicos y requisitos mínimos a cumplir en la conceptualización (se define el nivel de complejidad del sistema, la justificación y alcance del proyecto, el marco institucional y legal, los aspectos ambientales, la ubicación dentro de los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, el estudio de factibilidad), el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales que se desarrollen en el territorio nacional, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado.

Es importante considerar la caracterización de las aguas residuales y los sistemas de tratamiento en el sitio de origen (tanques sépticos), los aspectos de operación y mantenimiento y las metodologías de diseño recomendadas. Nos centraremos en este título porque allí encontramos los lineamientos a seguir para los tanques sépticos, sistema este implementado en el tramo objeto de estudio.

Resulta fundamental como punto de partida para el diseño de un sistema de tratamiento, la caracterización de las aguas residuales, para lo cual se deben realizar los análisis de laboratorio de muestras tomadas del agua por tratar. Los análisis de laboratorio deben realizarse de acuerdo con la normatividad colombiana vigente o, en su ausencia, de acuerdo con el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de la APHA, AWWA y WEF en su última edición (RAS, 2000). Medición de caudales (estimación de caudal máximo, caudal

en períodos de lluvias, aportes institucional e industrial, caudal de diseño), recolección y preservación de muestras (tipos de muestras, metodologías de aforo, métodos de muestreo, número de muestras, cantidad, preservación de muestras), parámetros mínimos de calidad del agua que deben medirse, estimación de carga unitaria y evaluación general del sistema.

Sabiendo que los sistemas de tratamiento de aguas residuales en el sitio de origen, son aquellos objeto de estudio, ya que son los utilizados en lugares, donde no existen redes de alcantarillado.

Dentro de la información necesaria, para proceder a diseñar el sistema de tratamiento se tiene la siguiente:

1. Cantidad y calidad del agua residual.
2. Tipo de suelo y permeabilidad
3. Temperatura (media mensual y anual)
4. Uso de la tierra
5. Zonificación
6. Prácticas agrícolas
7. Requerimientos de calidad para descargas superficiales y subsuperficiales
8. Nivel freático
9. Información de los cuerpos de agua de la zona

Y como estudios mínimos a realizar antes de proceder a implantar el sistema de tratamiento se tiene los siguientes:

1. Inspección visual
2. Estudio de suelos: humedad, permeabilidad, granulometría, conductividad hidráulica saturada
3. Topográficos: pendiente del terreno
4. Hidrológicos: precipitación (promedio máximo mensual), evapotranspiración y evaporación (promedio mensual)
5. Revisión de estudios previos hechos en la zona.
6. Vulnerabilidad sísmica.
7. Inundaciones.

El RAS, 2000 presenta una metodología de diseño, formulas y parámetros más comunes de acuerdo a la experiencia que se ha tenido con los sistemas de tratamiento. Uno de los parámetros requeridos para el diseño del sistema de tratamiento es la determinación de los aportes per cápita de carga unitaria de origen domestico. Deben hacerse estimativos de carga unitaria de origen doméstico con base en las jornadas de mediciones de caudales y concentraciones

de sustancias contaminantes. Si no se tienen estos valores se pueden usar los siguientes aportes per cápita para aguas residuales domésticas (Tabla 2)

**Tabla 2.** Aportes per cápita para aguas residuales domésticas, según RAS 2000.

Parámetro	Intervalo	Valor sugerido
DBO 5 días, 20C, g/hab/día	25-80	50
Sólidos en suspensión g/hab/día	30-100	50
NH3-N como N, g/hab/día	7.4-11	8.4
N Kjeldahl total como N, g/hab/día	9.3-13.7	12
Coliformes totales #/hab/día	$2 \times 10^8$ - $2 \times 10^{11}$	$2 \times 10^{11}$

El objetivo final del tratamiento de las aguas residuales es asegurar que el cuerpo de agua receptor tenga una calidad de agua tal que pueda sustentar los usos que se le dé a dicho cuerpo de agua, aguas abajo de la descarga. En Colombia el Decreto 1594 de 1984 establece las características de calidad de agua que garantizan el uso deseado o actual.

Como mínimo se deben realizar los siguientes estudios de calidad de la fuente receptora: Oxígeno disuelto, DBO5, Coliformes totales y fecales, nutrientes (Nitrógeno y fósforo), Sólidos suspendidos. En la Tabla 3 se presentan las eficiencias típicas de remoción para estos ensayos en los sistemas de tratamiento primario y en el filtro anaerobio.

**Tabla 3.** Eficiencias típicas de remoción, para los sistemas de tratamiento (%), RAS 2000.

Unidad de tratamiento	DBO	DQO	SS	P	N org	NH3-N	Patógenos
Sedimentación primaria	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0	despreciable
Filtro anaerobio	65-80	60-80	60-70	30-40	-----	-----	despreciable

De acuerdo con lo establecido RAS-2000, la calidad de la fuente debe caracterizarse de la manera más completa posible para identificar el tipo de contaminación presente cuando ésta se pretende utilizar como fuente de abastecimiento público. Los parámetros y límites que definen la calificación de la fuente de acuerdo con el Reglamento citado se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Calidad de la fuente según Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico; Ministerio de Desarrollo Económico (RAS, 2000).

Parámetros	Análisis según		Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución			
	Norma técnica NTC	Standard Method ASTM	1. Fuente aceptable	2. Fuente regular	3. Fuente deficiente	4. Fuente muy deficiente
<b>DBO 5 días</b>	3630					
Promedio mensual (mg/l)			<=1,5	1,5 – 2,5	2,5 - 4	> 4
Máximo diario (mg/l)			1 - 3	3 - 4	4 - 6	> 6
<b>Coliformes totales</b> Promedio mensual (NMP/100 ml)		D-3870	0 – 50	50 - 500	500 – 5.000	> 5.000
Oxígeno disuelto (mg/l)	4705	D-888	>= 4	>= 4	>= 4	< 4
pH promedio	3651	D-1293	6,0 – 8,5	5,0 – 9,0	3,8 – 10,5	
Turbiedad (UNT)	4707	D-1889	< 2	2- 40	40 - 150	>= 150
Color verdadero (UPC)			< 10	10 - 20	20 - 40	>= 40
Gusto y color		D-1292	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inaceptable
Cloruros (mg/l – Cl)		D-512	< 50	50 - 150	150 - 200	300
Fluoruros (mg/l – F)		D-1179	< 1,2	< 1,2	< 1,2	> 1,7
<b>GRADO DE TRATAMIENTO</b>						
Necesita un tratamiento convencional			NO	NO	Si, hay veces (ver requisitos para uso FLDE: literal C.7.4.3.3)	SI
Necesita unos tratamientos específicos			NO	NO	NO	SI
Procesos de tratamiento utilizados			(1) = Desinfección + Estabilización	(2) = Filtración lenta o filtración directa + (1)	(3) = Pretratamiento + [coagulación + sedimentación + filtración rápida] o [filtración lenta diversas etapas] + (1)	(4) = (3) + tratamientos específicos

Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico, Reglamento Técnico del sector Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000

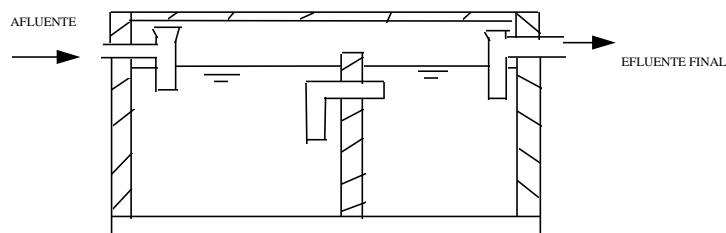
Para el caso de los sistemas de tratamiento de aguas residuales para poblaciones dispersas tipo zonas suburbanas o rurales (Hilleboe, 2004) donde se han implementado los sistemas de tanques sépticos, filtros de arena enterrados y de libre acceso, las trincheras, campos de infiltración, que pueden ser operados por los usuarios, es fundamental considerar la capacidad de absorción del suelo y la

cultura del mantenimiento del sistema por la comunidad ya que muchas veces no están en capacidad técnica ni económica de operarlos, resultando estas dos de las principales causas del mal funcionamiento de los mismos (OPS, 2009).

Lo anterior llama la atención en consideración a que se debe partir de un buen diagnóstico inicial de la zona donde se piensen desarrollar sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas teniendo en cuenta todas las variables involucradas siendo igualmente importante la adecuada construcción, el buen mantenimiento de los mismos y el monitoreo y seguimiento periódico sobre su funcionamiento haciendo los correctivos necesarios a tiempo, de lo contrario cualquier esfuerzo sería en vano.

A continuación se describen algunos de sistemas de tratamiento de aguas residuales propuestos en el estudio de sistemas y tecnologías para solucionar la problemática del saneamiento hídrico en sectores críticos del área rural del municipio de Medellín, aguas residuales, desarrollado por el Consorcio HIDRAMSA- AIM, 2001, los cuales están basados en las consideraciones y las definiciones establecidas en el decreto 1594 de 1984, el RAS 2000.

**Tanque séptico (TS):** Contiene un depósito cubierto para la sedimentación de gran parte de los sólidos suspendidos que lleva el agua residual, reteniéndolos el tiempo necesario para garantizar una descomposición anaerobia de la materia orgánica, y descargar un efluente menos denso y más fácil de tratar en la disposición final (Figura 2).



**Figura 2.** Esquema Tanque séptico

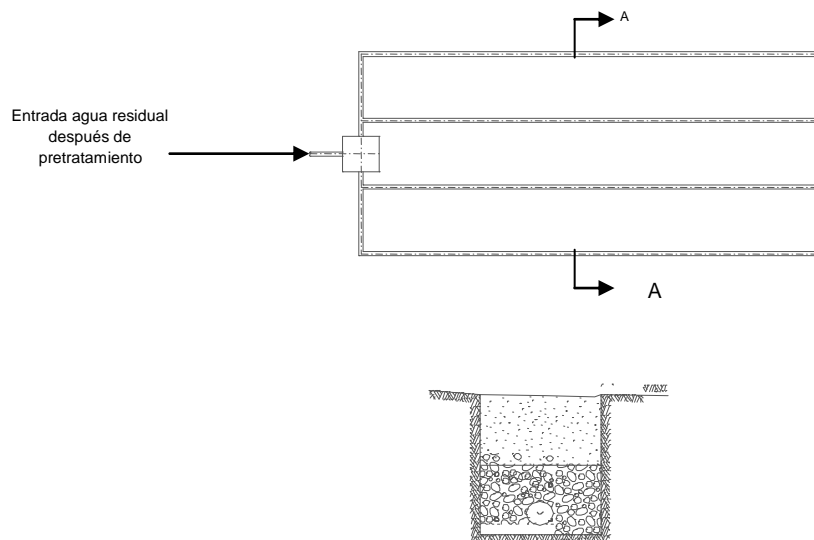
Los sólidos sedimentables que se encuentran en el agua residual cruda, forman una capa de lodo en el fondo del tanque séptico. Las grasas, aceites y demás material ligero tienden a acumularse en la superficie, donde forman una capa flotante de espuma o natas en la parte superior. La materia orgánica retenida en el lodo del fondo del tanque sufre un proceso de descomposición anaerobia, transformándose en compuestos y gases. El efluente del tanque séptico se puede llevar para disposición final en campos de infiltración o pozos de absorción, o



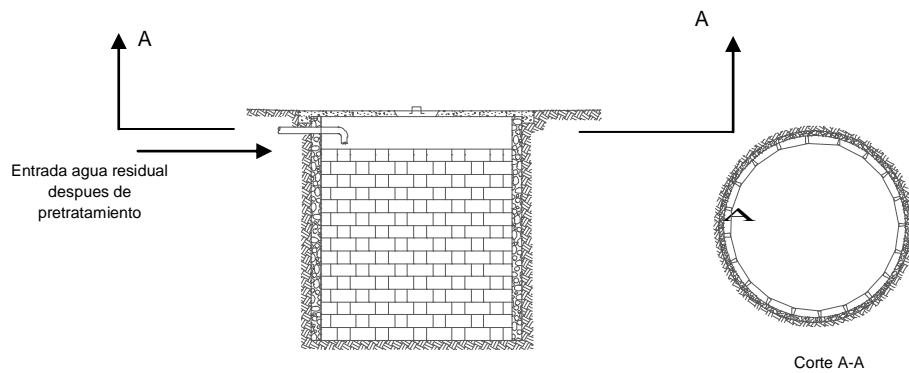
conducido a una unidad de tratamiento subsiguiente. Con tanques sépticos bien concebidos, se obtienen eficiencias de remoción de DBO5 del orden del 30 al 50% y sólidos suspendidos mayor al 80%.

**Sistemas de infiltración.** En aquellos terrenos en que se obtienen buenas tasas de infiltración, se pueden utilizar los sistemas de absorción subsuperficial, como son los campos de infiltración y los pozos de absorción. El sistema de infiltración dependerá de su localización en la zona en consideración, pues se debe mantener una distancia segura entre el sitio escogido y cualquier fuente de abastecimiento de agua. Estos campos no deben construirse terrenos muy plano, ni de pendientes fuertes, por encima del 12%, con los suelos muy arenosos, ligeramente arcillosos y niveles freáticos a menos de 1,2 m (Figura 3).

**Un pozo de absorción (PA)** es una excavación con revestimiento de juntas abiertas, con profundidad que generalmente varían de 4 a 10 m, a través del cual se infiltra el efluente del tanque séptico en el suelo poroso que lo rodea. El pozo debe ser de forma cilíndrica, con ladrillo pegado a junta abierta que sirve de entibación y con grava entre éste y la pared del pozo para distribuir el líquido en el suelo (Figura 4). Debe tener una cubierta en losa de concreto con tapa de inspección y tubería de ventilación. Por lo general, se le considera como un método de disposición menos deseable que el campo de infiltración y desde luego nunca debe usarse cuando haya probabilidad de contaminación de aguas freáticas, ni recomendable cuando se puede establecer un campo de infiltración subsuperficial.

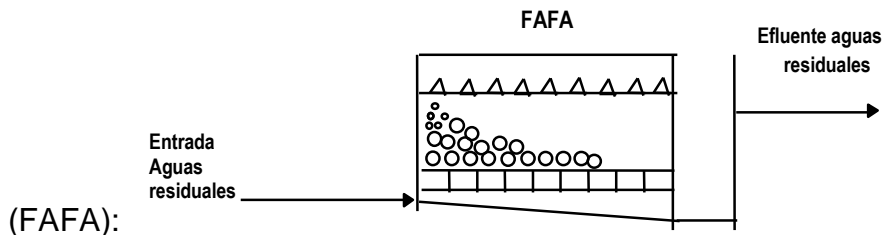


**Figura 3.** Esquema sistemas de infiltración



**Figura 4.** Esquema sistemas de infiltración

**Filtros anaerobios de flujo ascendente:** Otra alternativa factible de utilizar, tanto en sistemas individuales como colectivos, es la de tratar las aguas residuales mediante un sistema de filtros anaerobios (Figura 5). Estos se utilizan como tratamiento secundario en sistemas individuales y colectivos después del tanque séptico o del TIM. El principio básico de tratamiento lo realizan bacterias anaerobias que crecen y se adhieren a un soporte inerte, formando una capa biológica, que al ponerse en contacto con el agua residual estabiliza la materia orgánica y se produce metano como uno de los productos finales.



**Figura 5.** Esquema sistemas de infiltración

Con este sistema se pueden lograr eficiencias del orden del 30 al 60% en remoción de DBO5 y 80% de sólidos suspendidos, lo cual permite que el efluente sea descargado directamente a los cuerpos de agua. Ocupa muy poca área, requiere mínima operación y mantenimiento, su arranque y puesta en marcha es sencilla y su estabilización se logra en un período de aproximadamente seis meses, debido a que las aguas negras producen la autoinoculación del sistema. El impacto ambiental es mínimo, debido a que el diseño concibe las estructuras como un sistema cerrado provisto de respiraderos para la evacuación de gases.

<b>Ventajas de los FAFA</b>	<b>Desventajas del FAFA</b>
Con este sistema se pueden lograr eficiencias del orden del 80% en remoción de DBO <sub>5</sub> .	Sus limitaciones se presentan para grandes caudales (mayores de 15 l/s), debido a que el tamaño de las estructuras incrementa sus costos y se dificulta el mantenimiento.
Ocupan poca área	
Requiere mínima operación y mantenimiento de retrolavado cada año	
Su arranque y puesta en marcha es sencilla y su estabilización se logra por la autoinoculación del sistema	
El impacto ambiental es mínimo, debido a que el diseño concibe las estructuras como un sistema cerrado	

Otros sistemas de tratamiento utilizados para el tratamiento de aguas residuales domésticas en zonas rurales son: los filtros intermitentes (FI), Filtros percoladores (FP), Tanque IMHOFF Modificado (TIM), Zanjas de oxidación, Lagunas de estabilización, Lagunas aireadas, sedimentador primario de alta tasa, reactor anaerobio de manto de lodos y flujo ascendente (UASB), Lodos activados de aireación extendida, Biodiscos.

Las 6 soluciones viables planteadas por HIDRAMSA- AIM, 2001, que se podrían implementar en el corregimiento de San Antonio de Prado, son las siguientes:

- Tanque séptico seguido de filtro anaerobio de flujo ascendente y descarga a cuerpo receptor (TS + FAFA).
- Tanque séptico seguido de pozo de absorción (TS + PA).
- Tanque séptico seguido de campo de infiltración (TS + CIF).
- Tanque séptico seguido de filtro intermitente (TS + FI).
- Tanque séptico seguido de filtro anaerobio y filtro intermitente (TS + FAFA + FI).
- Tanque séptico seguido de filtro anaerobio y pozo de absorción (TS+FAFA+ PA).

En la zona de estudio la solución implementada fue TS+FAFA.

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales que se encontraron implementados en el tramo de estudio fueron desarrollados por las empresas SANEAR y FIBRATORE, (Municipio de Medellín, 2007). Ambos son sistemas compactos, fabricados en fibra de vidrio. Son sistemas de tratamiento integrado con Filtro Anaeróbico de varios compartimientos, que fueron enterrados y tapados (Foto 2)



**Foto 2.** Zona destinada para el tanque séptico y con desarrollo de cultivos, la vara indica la posición del tanque.

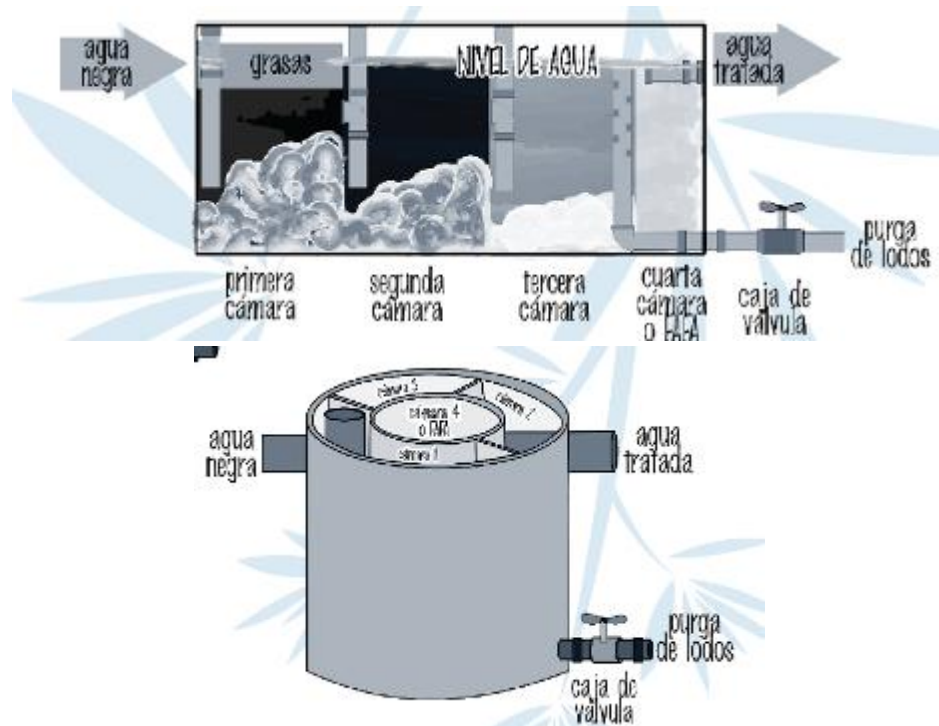
El tanque séptico de SANEAR, es un sistema que contiene 4 cámaras de inspección, en la primera cámara los materiales sólidos más pesados como la materia fecal, sobras de comida y otros van al fondo por sedimentación y los más livianos como aceites, grasas, natas, etc., se quedan en la superficie por flotación. En la segunda cámara caen los residuos tanto livianos como pesados que no fueron retenidos en la primera cámara, dando inicio al proceso biológico. En la tercera cámara se retienen los residuos que no fueron retenidos en las cámaras 1 y 2. Finalmente en la cuarta cámara termina el proceso de purificación del agua con una eficiencia del 85%. Esta cámara contiene el filtro anaerobio el cual está hecho de material plástico, en el que se adhieren las bacterias, las cuales consumen los contaminantes presentes en el agua (SANEAR, 2009) (Figura 6).

En la zona de estudio se localiza un sistema de tanque séptico colectivo de la firma SANEAR. (Foto 3).

El tanque séptico de FIBRATORE está compuesto por tres cámaras (Figura 7). En la primera cámara los materiales sólidos más pesados como la materia fecal, sobras de comida y otros van al fondo por sedimentación y los más livianos como aceites, grasas, natas, etc., se quedan en la superficie por flotación y en la tercera, que contiene el FAFA termina el proceso.

Las ventajas de los sistemas implementados son: Livianos, durables, fácil mantenimiento, fácil instalación, resistencia a la corrosión y al desgaste, alta resistencia mecánica, cumplen con Normas: Nacionales: ASTM C582, ASTM

D4021, Internacionales: ICONTEC 2888, ICONTEC 2890, (FIBRATORE, 2009), se ajustan a los requerimientos del RAS 2000.



**Figura 6.** Tanque séptico implementado por SANEAR. Fuente cartilla Municipio Medellín SANEAR, 2007.

El programa conto además con varias charlas de capacitación a los usuarios, realizadas por el municipio y los fabricantes de los tanques, donde se les capacitaba sobre las recomendaciones de operación y mantenimiento de los tanques, además fue entregada una cartilla donde orientaba a los usuarios sobre los mantenimientos al tanque.

Entre las recomendaciones se tiene:

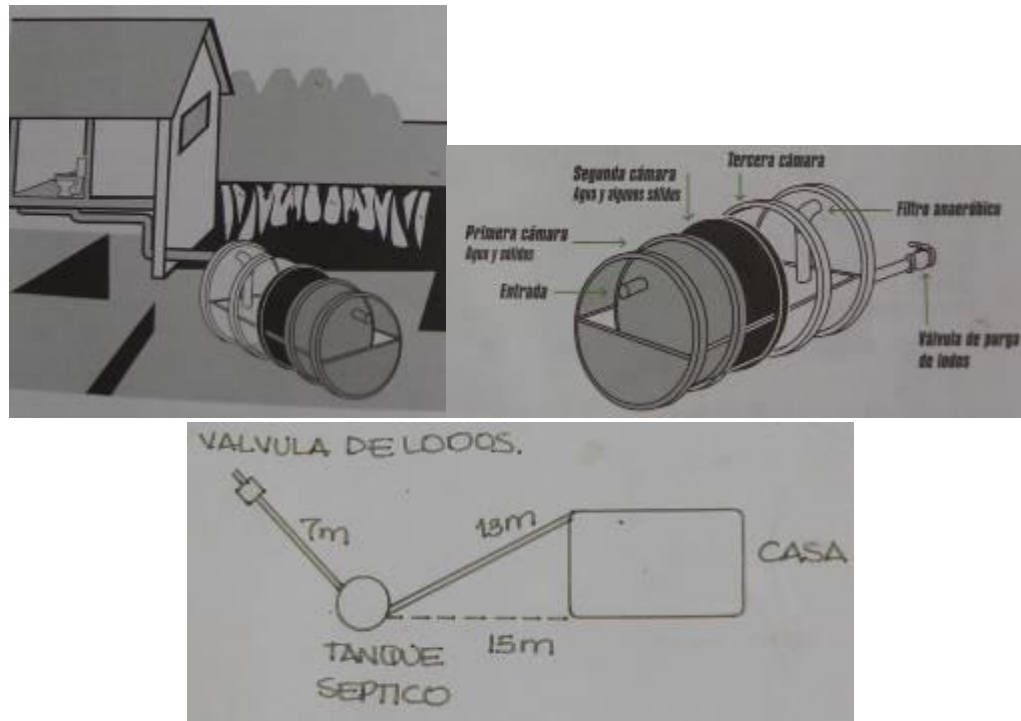
Para iniciar la operación del tanque se debe primero adicionar agua, agregar lodo activo o estiércol fresco con el fin de promover la generación de las bacterias necesarias en la descomposición de la materia orgánica.

En la limpieza y mantenimiento del tanque no deben utilizarse detergentes o desinfectantes.





**Foto 3.** Panorámica de usuarios y uno de los tanques del sistema colectivo.



**Figura 7.** Esquema y detalle del sistema

Si el agua del lavadero de ropas tiene un flujo permanente debe evitarse la descarga directa al tanque séptico, esta y la de duchas y lavamanos es considerada agua gris y puede conectarse directamente a la tubería de salida de filtro anaerobio o a la del campo de infiltración.

Tanto el sistema de FIBRATORE como el de SANEAR fueron dotados con un sistema de purga de lodos que sirviera para facilitar el mantenimiento a los usuarios (Foto 4).

Todos los vertimientos de los tanques sépticos se realizan directamente a la quebrada La Macana. Algunos son contaminantes y otros no. (Foto 5)

Los mantenimientos no se vienen realizando de forma periódica y en algunos casos se manejan de forma inadecuada las purgas (Foto 6).





**Foto 4.** Detalle de la purga de los tanques.

El volumen de los tanques instalados en la mayoría de los casos fue de 2000 litros.

Uno de las posibles fallas del sistema se da al no vaciar los tanques y esta es la causa más común. Si el tanque se llena con el exceso de sólidos acumulados, las aguas usadas no tienen suficiente tiempo para asentarse en el tanque. El exceso de sólidos pasaría al campo de drenaje donde tapaná la línea de drenaje y el suelo.





**Foto 5.** Detalle de la purga de los tanques.





**Foto 6.** Manejo inadecuado de los lodos.

El plazo para el vaciado de un tanque séptico depende, básicamente de (Portal solomantenimiento, 2009):

- capacidad del tanque séptico
- cantidad de aguas residuales (relacionado con el tamaño de la familia)
- volumen de materia sólida en el agua residual (más materia sólida si se usa el triturador de basura).

A parte de los planes de desarrollo de cada municipio y los programas de acueducto y saneamiento y la amplia legislación colombiana sobre el manejo de los recursos naturales y la protección del medio ambiente es necesario la difusión de la información existente, llegando a todos los públicos de manera clara y sencilla, partiendo de las comunidades rurales donde se localizan los nacimientos de agua y las cuencas de los principales ríos y quebradas hasta la comunidad de las grandes ciudades, porque esta tarea de tomar conciencia sobre la

responsabilidad que tenemos todos de preservar el medio ambiente debe convertirse en cultura (CORANTIOQUIA, 2009).

El crecimiento de la población a nivel mundial y la expansión de las ciudades y poblados hacia las zonas suburbanas y rurales llaman la atención de los entes gubernamentales, no gubernamentales y la comunidad por un manejo racional y adecuado de las fuentes de agua natural y de tomar medidas y políticas claras para un adecuado manejo de las aguas residuales teniendo como fin la conservación del medio ambiente, el cual se ve afectado por la escasa planificación de los servicios en aquellas zonas de expansión y a las falencias en el diagnóstico inicial que permita la escogencia del sistema de tratamiento adecuado.

No se pueden perder de vista los permisos ambientales requeridos por la autoridad ambiental competente que en esta zona corresponde a CORANTIOQUIA, en todo lo relacionado con los permisos de vertimientos cumpliendo con los parámetros establecidos en cuanto a calidad de los efluentes, buscando minimizar los impactos que se puedan tener sobre las fuentes de agua natural consideradas vitales para la supervivencia de las comunidades en las áreas circundantes. Siendo CORANTIOQUIA la entidad encargada de de la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre el medio ambiente y recursos naturales renovables, así como de dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente (MAVD, 2009).

### **3. DESARROLLO**

#### **3.1. METODOLOGIA**

Para alcanzar los objetivos propuestos y luego de una visita de reconocimiento a la zona objeto de estudio se definió un plan de trabajo o metodología que se describe en los numerales siguientes:

##### **3.1.1 Recolección y análisis de información secundaria**

Recopilación, revisión y análisis de la información secundaria bibliográfica, cartográfica, en particular la relacionada con los estudios que sirvieron para caracterizar la zona del proyecto, los sistemas a desarrollar, sistemas de tratamiento existentes, las características del recurso hídrico, del suelo, análisis de calidad de agua para la fuente receptora, tipo de tanques sépticos instalados, fabricantes, diseños implementados, entre otros.

Se consiguió la cartografía de la zona para delimitar la porción de la cuenca objeto de estudio. Se identificó la quebrada y sus afluentes en la zona a estudiar, así como las líneas divisorias que definían las quebradas.

Con este plano y ayudados de una imagen satelital descargada de Google, se seleccionaron en primera instancia las viviendas que estaban localizadas en la cuenca y que serían objeto de visita.

Adicionalmente se realizaron consultas para la recopilación de información de aspectos históricos y técnicos con personal vinculado al convenio, de la Secretaria de Desarrollo Social del Municipio de Medellín, de EPM y de las firmas FIBRATORE y SANEAR proveedores de los tanques sépticos instalados en la zona de estudio.

##### **3.1.2 Trabajo de campo**

###### **3.1.2.1 Inventario de usuarios del sistema de tratamiento de ARD**

Con el mapa cartográfico de la zona de estudio y la foto satelital se visitó cada una de las viviendas localizadas en la cuenca baja de la quebrada y se realizó una entrevista dirigida a los habitantes de cada vivienda. A ellos se les informó que éramos estudiantes de la especialización en gestión ambiental de la Universidad de Antioquia y que la entrevista hacía parte de la monografía para

optar el título de especialistas y la finalidad era evaluar la contaminación de la quebrada por las descargas residuales domésticas, y que las preguntas eran sobre el sistema de tratamiento de las A.R., para lo cual se contó con la colaboración de los habitantes del tramo de estudio. Las preguntas de la encuesta fueron si tenían o no el sistema de tanque séptico, nombre del usuario propietario, teléfono, cuantos habitantes permanecían en la casa, mantenimientos realizados, ubicación de la descarga, fabricante del tanque, fecha de instalación, y percepción de funcionamiento general del sistema de tratamiento de aguas residuales. Algunos nos presentaron la cartilla que les entregó el municipio cuando les instalaron el tanque séptico (otros no la tenían), visitamos el tanque y su vertimiento georeferenciándolo con GPS y tomando el respectivo registro fotográfico. De igual manera si no tenían el sistema de tratamiento se registro el vertimiento directo.

### **3.1.2.2 Muestreos y análisis de laboratorio**

Una vez localizadas en el plano las viviendas y los vertimientos se seleccionaron los puntos de muestreo bajo el criterio de evaluar la corriente antes y después de las descargas. Por tal motivo se seleccionaron 7 puntos de muestreo en el tramo de estudio.

Teniendo en cuenta el objetivo del estudio que es evaluar la contaminación por aguas residuales domésticas, se tomaron muestras para los siguientes ensayos: DBO, DQO, grasas y aceites, coliformes totales, *E. Coli* y sólidos suspendidos. El análisis fue realizado en el laboratorio de CORANTIOQUIA y los muestreos fueron realizados siguiendo sus respectivas recomendaciones.

### **3.1.3 Análisis de la información**

#### **3.1.3.1 Diagnóstico**

Con la información primaria y secundaria condensada en un cuadro de inventario de usuarios del sistema de tratamiento en el tramo de estudio, actualizada con la información de campo se calculó la carga per cápita contaminante a la quebrada, teniendo en cuenta los usuarios y la normatividad vigente.

Cada parámetro de los resultados de laboratorio fue analizado con respecto a la norma y a la luz de los usos doméstico, pecuario, estético y también se realizaron análisis comparativos con estudios de años anteriores en la misma cuenca sobre la calidad de la fuente receptora objeto de estudio, en sitios similares,

considerando los periodos de muestreo, igualmente se considero en este análisis la relación DBO/DQO.

### **3.1.3.2 Propuesta de solución**

Basados en los resultados obtenidos en la etapa de diagnostico y en la información primaria y secundaria del sistema de tratamiento se presentan planteamientos de alternativas de solución a la problemática encontrada

En esta fase se tuvo en cuenta los comentarios realizados en las entrevistas técnicas, considerando su conocimiento técnico y su experiencia.

### **3.1.4 Elaboración y edición del documento.**

Finalmente luego de evaluada la información obtenida de la revisión bibliográfica, los datos de campo, los ensayos de laboratorio, los análisis interpretativos, los análisis comparativos, los cálculos de cargas contaminantes y una vez identificada la problemática existente, se realiza el informe con los planteamientos de solución, las recomendaciones y conclusiones, acompañado de las gráficas, figuras, fotografías y demás elementos necesarios para la comprensión integral del mismo.

## **3.2 INVENTARIO DE USUARIOS Y DE VERTIMIENTOS**

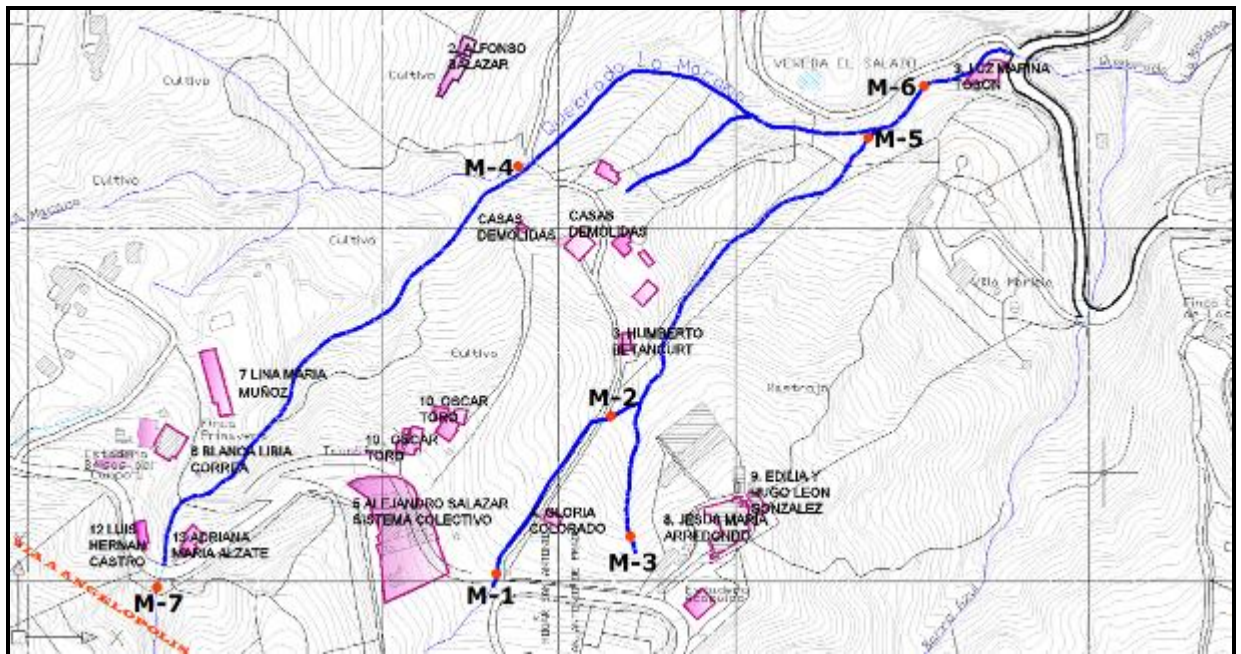
En el anexo 1 que corresponde a la Tabla 7, presenta el inventario de los usuarios del sistema, donde se tabula la información de las entrevistas dirigidas que se realizaron a los habitantes en el tramo de estudio.

En esta tabla se relaciona además la información de la etapa de diagnostico año 2006 y solución planteada en ese momento. En ella se llega a un total de 148 usuarios del sistema, de los cuales solo 8 contaban con el sistema antes de la instalación, actualmente con 16 usuarios no conectados que realizan descarga directa. La Figura 9 se presenta la localización de los mismos.

## **3.3 MUESTREOS**

En la Figura 9 se presenta la localización de los sitios de muestreo y sus resultados en la tabla 5, en la figura 10, las graficas de los resultados y en la Foto 7 el punto de muestreo No.6.

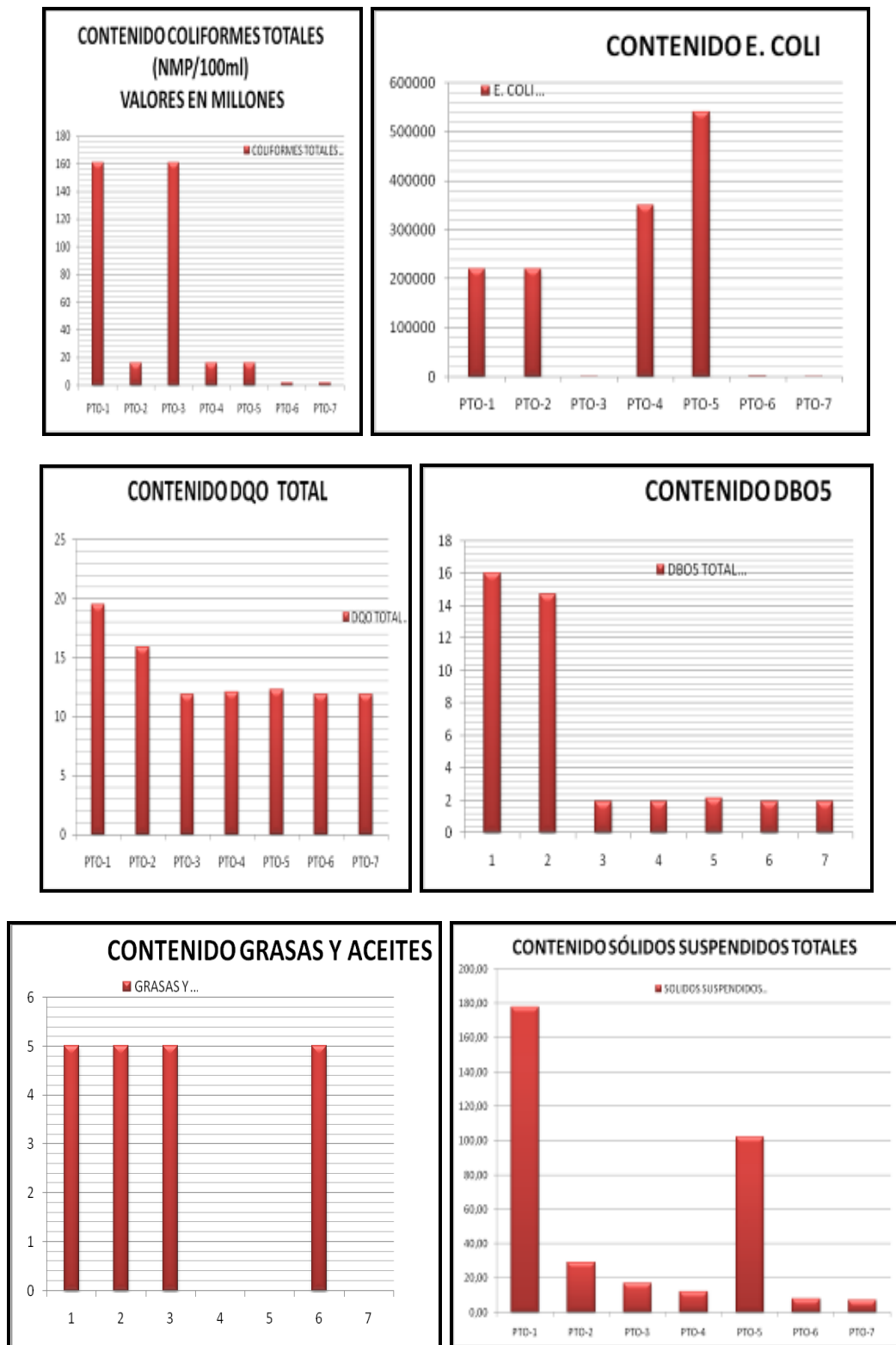




**Figura 8. Localización de sitios de muestreo y usuarios**

**Tabla 5. Resultados muestreos realizados laboratorio de CORANTIOQUIA**

PTO MUESTREO	COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml)	E. COLI (NMP/100ML)	DQO TOTAL (Mg O <sub>2</sub> /l)	DBO <sub>5</sub> TOTAL (Mg O <sub>2</sub> /l)	GRASAS Y ACEITES (mg sustancias solubles en Hexanol/L)	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)
PTO-1	>160,0*10 <sup>6</sup>	22,0*10 <sup>4</sup>	19,5	16	<5	178,00
PTO-2	160,0*10 <sup>5</sup>	22,0*10 <sup>4</sup>	15,9	14,7	<5	29,00
PTO-3	>160,0*10 <sup>6</sup>	200	<12	<2	<5	17,00
PTO-4	>160,0*10 <sup>5</sup>	35,0*10 <sup>4</sup>	<12	<2	N/S	12,00
PTO-5	>160,0*10 <sup>5</sup>	54,0*10 <sup>4</sup>	12,3	2,13	N/S	102,00
PTO-6	160,0*10 <sup>4</sup>	1700	<12	<2	<5	8,00
PTO-7	160,0*10 <sup>4</sup>	680	<12	<2	N/S	<7



**Figura 9.** Gráficos resultados de laboratorio tramo en estudio, 2009





**Foto 7.** Muestreo quebrada La Macana.

De acuerdo con la revisión de los resultados obtenidos en la Tabla 7, se observa que todas las muestras presentan valores de coliformes totales superiores a 5.000 NMP/100 ml, es decir la calidad de agua es deficiente punto de vista bacteriológico para consumo humano y doméstico de acuerdo con el RAS 2000; adicionalmente con los valores de coliformes que se tienen en todas las muestras la fuente receptora tiene restricciones para uso agrícola, pecuario y estético (ver Tabla 1. Criterios de calidad según decreto 1594). Por tanto el problema principal identificado de contaminación por aguas residuales domesticas es por coliformes.

En la misma tabla puede observarse también que de las 7 muestras, 2 tienen valores de  $DBO_5$  por encima de 4 mg/l, lo que indica calidad de agua deficiente desde el punto de vista fisicoquímico, marcada por una alta contaminación por materia orgánica, con presencia de material fecal en el agua.

Cinco muestras presentan una  $DBO_5$  menor de 2,5 mg/l, clasificándola como de calidad regular, con un alto valor de contaminación por coliformes totales y fecales.

Dado que la relación entre  $DBO/DQO > 0,6$ , en los puntos de muestreo 1 y 2, lo que implica que el material contaminante es de tipo orgánico (Korbut, 2009) y (ESTRUPLAN, 2009). Estas muestras tomadas antes y después de donde se

reciben las descargas de los tanques colectivos presentan un DBO<sub>5</sub> de 16 mg/l y 14,7 mg/l respectivamente, lo que demuestra contaminación aguas arriba, carga que en un recorrido de 100m (muestra 2), la quebrada no es capaz de diluir. La muestra 3, con una calidad del agua regular, es la que menor contaminación presenta por *E. Coli*. La muestra 5 ha recibido los aportes de dos afluentes (muestras 1, 2 y 3), presenta el mayor aporte de *E. Coli*, pero en su recorrido de 200m ha logrado diluir gran parte de los contaminantes que traía, alcanzando un DBO<sub>5</sub> < 2,5 mg O<sub>2</sub>/l

Al comparar la relación DBO/DQO de las muestras 1 y 2, con relación de la muestra 5, se encuentra que el 80% de la materia orgánica se degrado en este trayecto.

La muestra 4 se realizó en la llegada de uno de los afluentes de la cuenca que no fue considerado en este estudio, y a pesar de recibir varias descargas directas, tal como se evidenció en el trabajo de campo, presenta un DBO<sub>5</sub> < 2 mg O<sub>2</sub>/l, lo que indica que la quebrada en este tramo es capaz de diluir la carga contaminante.

La muestra 7 y 6 establecen las condiciones del afluente principal, antes de entrar en la zona y finalizando esta respectivamente. Este tramo de la quebrada recibe todas las descargas directas (4 viviendas) y en general se puede decir que es capaz de autoregularse y diluir la carga contaminante recibida en este tramo.

En general en la cuenca baja de la quebrada La Macana, se observa la capacidad de autodepuración de la corriente y especialmente el efecto que tiene la dilución sobre los diferentes parámetros, aun existiendo deficiencias en el mantenimiento periódico que se le debe realizar a los sistemas de tratamiento instalados ya que como se pudo evidenciar en campo no a todos tanques a los cuales se les está realizando el mantenimiento con la periodicidad y en la forma recomendada.

En relación con el parámetro grasas y aceites medido para 4 puntos se obtuvieron valores <5 para este parámetro, el cual es un valor normal, no se observaron en la corriente zonas de acumulación de grasas.

Para el parámetro de sólidos suspendidos los mayores valores se encontraron para la muestra 1 y 5 lo que posiblemente se debe a las condiciones de quietamiento de la corriente cerca al punto de muestreo.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CALCULO DE LA CARGA PER CAPITA POR AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Partiendo del inventario realizado en este trabajo (anexo 1, Tabla 7), se tiene que en este tramo de la cuenca estudiada hay 132 personas que cuentan con el sistema de tratamiento de aguas residuales y 16 personas que realizan vertido directo a la quebrada generando la contaminación de suelo y agua.

Basados en estos datos la carga de contaminantes en esta porción de la cuenca y considerando los valores sugeridos para los aportes per cápita para aguas residuales domésticas en el Título E del RAS 2000, TABLA E.2.6, tenemos:

<b>CARGA CONTAMINANTE VIVIENDAS CON TANQUE SÉPTICO</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE VIVIENDAS SIN TANQUE</b>
132 hab*50 g/hab/día=6600 g/día  Eficiencia del sistema 80% 6600 g/día*0.20=1320 g/día	16 hab*50 g/hab/día=800 g/día
CARGA TOTAL APORTADA: 2120 g/día, de los cuales el 62%, provienen de las viviendas con tanque séptico y el restante 38% de las casas que realizan el vertimiento directo.	

Partiendo del inventario presentado en la tabla 7, solo 8 habitantes tenían adecuado manejo de las ARD, por tanto la carga contaminante a la quebrada era de:

$$140 \text{ hab} * 50 \text{ g/hab/día} = 7000 \text{ g/día}$$

Por tanto la reducción de la carga contaminante con la construcción de los tanques sépticos significó una reducción aproximada del 70%.

## 4.2 ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL AGUA CON OTROS REPORTES

En la tabla 6 se presentan los resultados de laboratorio para los muestreos realizados en la cuenca de la quebrada La Macana realizados en diferentes años y por diferentes entidades, graficados en la Figura 11, así:

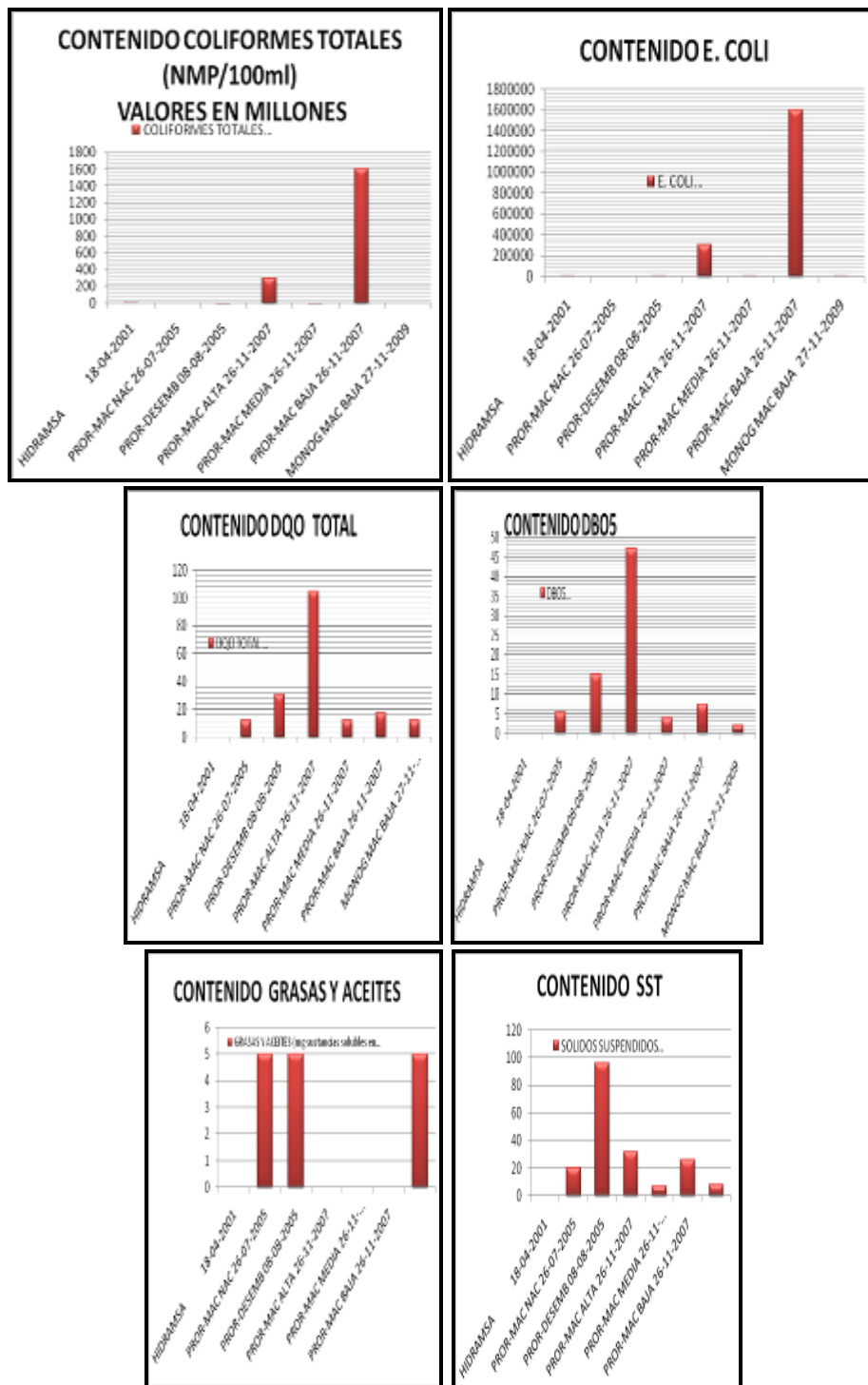
- Consorcio HIDRAMSA– AIM. 2001, fuente municipio de Medellín. <sup>[15]</sup>
- PRO-ROMERAL, Julio 26 de 2005, Reporte ensayo LCA/RE 300-20 08/08/05, fuente Corantioquia. Sitios de muestreo La Macana - nacimiento coordenadas 6°11.360 N, 75°40.563 W, 1882m y La Macana – desembocadura 6°11.700 N, 75°39.646 W, 1825m
- UT PRO-ROMERAL – CON VIDA, noviembre de 2007, fuente municipio de Medellín. Muestras Macana- alta, MEC-636-6, Macana media MEC-636-7 y Macana baja MEC-636-10.

Los parámetros tomados en estos estudios permiten realizar la comparación con el punto de muestreo número 6 del presente estudio.

**Tabla 6.** Resultados comparativos de los muestreos de laboratorio en el tramo de estudio (2001, 2005, 2007, 2009)

PTO MUESTREO	COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml)	E. COLI (NMP/100ML)	DQO TOTAL (Mg O <sub>2</sub> /l)	DBO <sub>5</sub> TOTAL (Mg O <sub>2</sub> /l)	GRASAS Y ACEITES (mg sustancias solubles en Hexanol/L)	SST (mg/L)
HIDRAMSA 18-04-2001	24*10 <sup>5</sup>	24*10 <sup>5</sup>		2.1		
PROR-MAC NAC 26-07-2005	0,5*10 <sup>3</sup>	0,2*10 <sup>2</sup>	<12	5,3	<5	20,00
PROR-DESEMB 08-08-2005	3,5*10 <sup>5</sup>	25,0*10 <sup>4</sup>	30,78	15,14	<5	96
PROR-MAC ALTA 26-11-2007	30,0*10 <sup>7</sup>	30,0*10 <sup>7</sup>	105,11	47,25	N/S	32,00
PROR-MAC MEDIA 26-11-2007	30,0*10 <sup>4</sup>	11,0*10 <sup>4</sup>	<12	<4	N/S	<7
PROR-MAC BAJA 26-11-2007	160,0*10 <sup>7</sup>	160,0*10 <sup>7</sup>	17,42	7,38	N/S	26,00
MONOG MACANA BAJA 27-11-2009	160,0*10 <sup>4</sup>	1700	<12	<2	<5	8,00

\*PROR: PRO-ROMERAL, MAC: MACANA, MONOG: MONOGRAFIA



**Figura 10.** Gráficos resultados comparativos de laboratorio en el tramo de estudio (2001, 2005, 2007, 2009)

De acuerdo con la revisión de los resultados de la Tabla 6 y de la Figura 10, se observa que la calidad de agua tuvo un cambio drástico en la parte alta de la quebrada en el tramo en estudio, cerca a la vía a Angelópolis, lo cual se evidencia en los valores de todos los parámetros medidos.

Así mismo comparando la calidad del agua en cercanías a su desembocadura del año 2007 y dos años después 2009, en el mismo sitio, se observa un mejoramiento en la calidad de la misma. Lo cual se evidencia en la disminución de los parámetros medidos, con una disminución muy notable de los coliformes.

Este cambio se debe al programa de saneamiento básico desarrollado en toda la cuenca.

## 5. PLANTEAMIENTOS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Dado que los aspectos que están generando contaminación por aguas residuales en la cuenca de la quebrada la Macana se identifican como:

- Descargas directas a la fuente receptora.
- Dificultad en la realización de los mantenimientos preventivos a los tanques y falta de constancia en la realización de los mismos.
- El cambio en la destinación de los usos del suelo por parte de algunos propietarios cultivando sobre los tanques en la capa superior que se encuentra sobre estos, con espesores hasta de 70 cm.
- Los olores ofensivos generados en el sistema de tanque colectivo instalado, por lo cual los habitantes cercanos al mismo han generalizado que el funcionamiento del sistema de tratamiento es deficiente.

Tal como lo demuestra el análisis comparativo de diferentes estudios realizados en la zona, la calidad del agua de la fuente receptora ha mejorado considerablemente en el tiempo, con reducciones del orden de tres magnitudes para los coliformes totales y de cinco magnitudes para el *E. Coli*. Para mantener dichas condiciones que dependen del buen funcionamiento de los tanques, que a su vez dependen del mantenimiento realizado a los mismos, se plantean las siguientes estrategias de solución:

- Para las viviendas identificadas como en zona de alto riesgo y que no fueron incluidas dentro del programa de saneamiento rural, resulta necesario implementar para ellas un sistema de tratamiento de aguas residuales no convencional con el fin de disminuir estas cargas contaminantes a la fuente. Porque de acuerdo con los resultados del tramo estudiado el 10% de los habitantes que corresponden a 4 viviendas (16 personas) que no tiene sistema de tratamiento de aguas residuales generan el 38% de la carga contaminante a la fuente.
- Reiteramos la propuesta del estudio de HIDRAMSA- AIM, 2001, relacionada con la necesidad de que exista una entidad responsable de la administración, control, operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales para garantizar la efectividad y adecuado funcionamiento del mismo a mediano y largo plazo preservando así la



calidad de la fuente receptora; para lo cual se requiere que el municipio de Medellín genere la política de manejo integral del recurso hídrico veredal y se sugiere sea desarrollada a través de las empresas comunales que actualmente manejan los acueductos veredales, pasando a ser pequeñas empresas prestadores de servicios públicos locales de acueducto y saneamiento.

- Con el fin de facilitar los mantenimientos preventivos que requieren los tanques sépticos resulta necesario mantener despejada la parte superior del tanque e igualmente el espacio ocupado por el tanque debe ser aislado mediante cercamiento y su uso debe ser exclusivo para este. Se requiere hacer una revisión del cumplimiento de esta recomendación en todos los tanques instalados, porque de todos los tanques visitados sólo el sistema colectivo cumple con esta recomendación.
- Es necesario implementar un dispositivo de aireación y control de olores ofensivos en aquellos tanques en los cuales se está presentando esta situación, tal es el caso del sistema colectivo encontrado en el tramo de estudio.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los sistemas de tratamiento integrales cuentan varias cámaras y la primera de ellas hace las veces de trampa de grasas, lo cual implica que los mantenimientos deben de ser más frecuentes para asegurar un buen funcionamiento, porque excesos de descargas grasas pueden causar una colmatación e inoperancia del sistema.

Los sistemas tradicionales de tratamiento de aguas residuales pueden complementar con un tratamiento dado por campos de infiltración y pocas veces se realiza vertido directo de la descarga al suelo o a la fuente. Las condiciones topográficas y de los suelos encontrados en el corregimiento de San Antonio de Prado, que presentan una alta susceptibilidad a los procesos erosivos lo que genera deslizamientos, cárcavamientos, restringen la posibilidad de realizar este tratamiento complementario.

Sin embargo el factor pendiente en el caso particular de la quebrada La Macana es un factor positivo porque ayuda a la oxigenación de la corriente y a la autodepuración de la misma produciendo un efecto de dilución sobre los diferentes parámetros. No obstante lo anterior, la capacidad de autodepuración de la corriente tiene un límite, el cual puede ser rebasado si se presentan fallas en los sistemas por falta de mantenimiento, si se superan las capacidades poblacionales para las cuales fueron diseñados los sistemas, si no se controla las descargas directas y futuras. Es importante ejercer un control especial sobre las actividades económicas de la zona tales como avícolas y porcícolas en lo relacionado con el manejo de las descargas, las cuales merecen en tratamiento especial.

Con esta monografía se evidenció que el sistema de tratamiento de aguas residuales implementado en la cuenca baja de la quebrada La Macana está funcionando adecuadamente y es efectivo; sin embargo se resalta que para garantizar este buen funcionamiento en el tiempo es necesario que se controlen los siguientes aspectos: El diagnóstico, el diseño de acuerdo a las necesidades de la población y a las características del entorno, la construcción, la puesta en marcha del sistema (inoculación) y sobre todo el mantenimiento adecuado.

Para el tramo objeto de estudio un 10% de los habitantes no cuentan con sistema de tratamiento de aguas residuales por encontrarse en zona de alto riesgo,

descargando directamente a la quebrada y produciendo el 38% de la carga contaminante. Dado que estos representan un porcentaje importante se recomienda implementar para ellos un sistema de tratamiento no convencional que permita mediante mangueras y tuberías flexibles y recoger estas aguas residuales y llevarlas hasta un sitio donde sea posible realizar el tratamiento con el fin de disminuir esta carga contaminante y mejorar la calidad del agua de la fuente receptora.

En general la cuenca presenta contaminación por coliformes totales, todas las muestras tomadas en el tramo de estudio presentan calidad de agua deficiente desde el punto de vista bacteriológico de acuerdo con el RAS 2000. Esta situación es necesaria de controlar dado que estos organismos son altamente infecciosos y son los responsables de causar enfermedades. Para lo anterior es necesario seguir las recomendaciones sobre el mantenimiento dadas en la cartilla en relación con la disposición adecuada de los lodos evitando realizar estas descargas a través de la purga del tanque directamente la fuente natural; esta debe ser mezclada con tierra, basura orgánica, hierba cortada y cal para ser utilizada como abono dispuesto en un hueco a una distancia adecuada de las viviendas.

Resulta importante que con el apoyo de la universidad se pueda avanzar en futuras trabajos de maestría que permitan ampliar el alcance de la presente investigación o realizar esta investigación en cuencas similares a la estudiada con miras a implementar una red de monitoreo desde la academia, información esta de gran valor para la comunidad y el medio ambiente.

## 7. BIBLIOGRAFIA

ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, 1991. Constitución Política de La República de Colombia. Artículos 8, 79, 80 y 95.

BOAVENTURA, Geraldo. Daily chemical variability of domestic septic tank effluent. EN: Water, Air, & Soil Pollution Volume 17, Number 2 Feb 1982; p. 131-139

BURBANO, DIAGO, Julio. Recomendaciones para una política en el sector de agua negras EN: Acodal. Vol. 28 No.124 May – Ago 1985 p.5-17.

CATHALAC. Tratamiento de Aguas Residuales. (Consultado en enero 2010). Disponible en:  
[/www.cathalac.org/Programas-Viejo/Agua-y-Saneamiento/Tratamiento-de-Aguas-Residuales](http://www.cathalac.org/Programas-Viejo/Agua-y-Saneamiento/Tratamiento-de-Aguas-Residuales).

CONSORCIO HIDRAMSA – AIM, MUNICIPIO DE MEDELLÍN, 2001. Estudio de sistemas y tecnologías para solucionar la problemática del saneamiento hídrico en sectores críticos del área rural del municipio de Medellín, aguas residuales.

CORANTIOQUIA, 2009. Tema: Agua, Gestión integral del recurso hídrico. (Consultado en julio 2009). Disponible en:  
[www.corantioquia.gov.co](http://www.corantioquia.gov.co)

CORANTIOQUIA, 2009. Operación y mantenimiento del sistema Tanque Séptico – FAFA. (Consultado en noviembre de 2009). Disponible en:  
[http://www.corantioquia.gov.co/sitio/images/stories/pdf/tanques\\_septicos.pdf](http://www.corantioquia.gov.co/sitio/images/stories/pdf/tanques_septicos.pdf)

EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN, 1988. Sistemas elementales para el manejo de aguas residuales sector rural y semi-rural. EN: Revista Empresas Públicas de Medellín. Vol.19 No.2 Abr – Jun 1988 p.12-29 y p.48-66.

ESTRUCPLAN. Contaminantes y Fuentes de Contaminación. Contaminantes químicos. (Consultado en noviembre de 2009). Disponible en:  
[www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1800](http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1800).

ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY. WASTEWATER MANAGEMENT. Sistemas descentralizados, Tanque séptico - sistemas de absorción al suelo. Consultado en noviembre 2009). Disponible en:  
[www.epa.gov/OWM/mtb/cs-99-075.pdf](http://www.epa.gov/OWM/mtb/cs-99-075.pdf).

FIBRATORE. Sistema integrado tanque séptico más FAFA. (Consultado en julio 2009). Disponible en:  
[www.fibratoresa.com/pdf/Saneamiento\\_Ambiental.pdf](http://www.fibratoresa.com/pdf/Saneamiento_Ambiental.pdf).

G.E.I.A. – U.T.N. Anexo IX. Aguas Residuales y Tratamiento de Efluentes Cloacales. Tratamiento de efluentes- caracterización. (Consultado en diciembre 2009). Disponible en:  
[www.frbb.utn.edu.ar/carreras/efluentes/tema\\_9.pdf](http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/efluentes/tema_9.pdf).

GONZÁLEZ, Toro, Carmen. El peligro de un sistema séptico en mal funcionamiento. (Consultado en julio 2009). Disponible en:  
[www.academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-229/sistemaseptico.pdf](http://www.academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-229/sistemaseptico.pdf)

HERRERA, Peña Sergio, 2009. El agua en problemas en América Latina y el Caribe. (Consultado en enero 2010). Disponible en:  
[www.emisordigital.bligoo.com/content/view/664000/El-agua-en-problemas-en-America-Latina-y-el-Caribe.html#content-top](http://www.emisordigital.bligoo.com/content/view/664000/El-agua-en-problemas-en-America-Latina-y-el-Caribe.html#content-top)

HILLEBOE, Herman. Manual de tratamiento de Aguas negras. Vigésima reimpresión. Mexico: Editorial Limusa S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. Año 2004. 304 p.

INTERTRAMP, S.L. Soluciones profesionales para el tratamiento y depuración de aguas. Tanque séptico. (Consultado en enero 2010). Disponible en:  
[www.itp-depuracion.com/catalogo/productos.php?cat=12](http://www.itp-depuracion.com/catalogo/productos.php?cat=12)

KORBUT, Q.F. Stella. Contaminación en agua. (Consultado en enero de 2010). Disponible en:  
[www.ingenieroambiental.com/agua2.pdf](http://www.ingenieroambiental.com/agua2.pdf)

MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1984. Decreto 1594 de 1984: Usos del agua y residuos líquidos. (Consultado en diciembre de 2009). Disponible en:  
[www.encolombia.com/.../hume-normas.htm](http://www.encolombia.com/.../hume-normas.htm).

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico República de Colombia. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000. Colombia, Bogotá: Nov 2000.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Normatividad. (Consultado en julio 2009). Disponible en: [www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)

MORALES, Landaverde Mayra G. Cómo mantener el sistema funcionando. (Consultado en diciembre 2009). Disponible en: [www.arqhys.com/construccion/septicafosas-mantenimiento.html](http://www.arqhys.com/construccion/septicafosas-mantenimiento.html).

MUNICIPIO DE MEDELLIN·SANEAR Cartilla operación y mantenimiento de Tanque Séptico. Convenio Interadministrativo 4800000436-480000440/2004

MUNICIPIO DE MEDELLIN FIBRATORE Cartilla operación y mantenimiento de Tanque Séptico. Convenio Interadministrativo 4800000436-480000440/2004

MUNICIPIO DE MEDELLÍN, Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín, 2006.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LAS SALUD, Representación en Colombia Tanques sépticos. (Consultado en noviembre 2009). Disponible en: [www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia-tanquessepticos.htm](http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia-tanquessepticos.htm)

PORTAL DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. Mantenimiento de pozos sépticos. (Consultado en noviembre 2009). Disponible en: [www.solomantenimiento.com/m\\_pozos\\_septicos.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_pozos_septicos.htm)

REYNOLDS, Kelly., Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica. Identificación del Problema. (Consultado en julio 2009). Disponible en: [www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/DeLaLaveSepOct02.pdf](http://www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/DeLaLaveSepOct02.pdf)

SANEAR. Sistema integrado tanque séptico más FAFA. (Consultado en julio 2009). Disponible en: [www.sanear.net/SistemaSept.htm](http://www.sanear.net/SistemaSept.htm)

SUEMATSU, Guillermo León, 1995. Protección sanitaria en el uso de aguas residuales y lodos de plantas de tratamiento. (Consultado en enero 2010). Disponible en:  
[www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/aya2/tema03.pdf](http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/aya2/tema03.pdf)

UNIÓN TEMPORAL GESAM S.A - EAG S.A., MUNICIPIO DE MEDELLÍN, 2006. Identificación, diagnóstico, caracterización y sensibilización relacionada con el manejo de las aguas residuales del corregimiento San Antonio de Prado.

UNIÓN TEMPORAL PRO ROMERAL – CON VIDA. MUNICIPIO DE MEDELLÍN, 2007. Consultoría para el monitoreo del recurso hídrico, recurso suelo-bosque, en el corregimiento de San Antonio de Prado del municipio de Medellín.



## ANEXO 1.

**Tabla 7.** Inventario de usuarios del sistema zona de estudio

USUARIO	FECHA INSTALACIÓN	# DE PERSONAS	CAPACIDAD TANQUE SÉPTICO (LITROS)	PERCEPCIÓN	DIAGNÓSTICO 2006	SOLUCIÓN SUGERIDA	CÓDIGO	COORDENADAS
1 Teodoro Vélez, tel 2861934, 1 casa	Mayo 18 2007	4	2000 Fibratore	1 mantenimiento, mal funcionamiento	Las aguas residuales de esta vivienda contaminan tanto el suelo como la quebrada, generan malos olores y proliferación de insectos.	Para esta finca se recomienda la instalación de un tanque séptico prefabricado en fibra de vidrio con una capacidad de 1500 a 1800 litros. El sitio planteado por el dueño de la vivienda para la instalación del tanque es a 80 metros de la casa, ya que ahí no se interfiere con sus cultivos y la pendiente es mas suave pero se aumentan considerablemente los costos de instalación, por tanto se recomienda instalarlo mas cerca de la vivienda a 40 metros, claro esta, llegando a un acuerdo con el dueño para utilizar el terreno cultivado.	SPPOT-073	X=824545 Y=1176779
2 Alfonso Salazar, informó Jaime Bedoya, 2 casas	Mayo de 2007	8	2000	1 mantenimiento, buen funcionamiento	Ambas viviendas descargan sus aguas residuales domésticas a campo abierto y de allí a la quebrada sin tratamiento previo, convirtiéndose en un foco de contaminación, tanto para el suelo como para la fuente de agua. Por lo tanto se debe buscar un sistema de tratamiento, en este caso un tanque séptico colectivo.	Para estas casas se recomienda la instalación de un tanque séptico prefabricado en fibra de vidrio con capacidad de 1500 a 1800 litros. Se construirá una caja de empalme para recibir las aguas residuales de las casas a una distancia de 15 metros, después serán conducidas mediante una tubería de PVC de 4" hasta el tanque séptico colectivo, ubicado a 10 m. El efluente será conducido hasta la quebrada por tubería agrominera.	SPPOT-095	824431 1176689
Edilio Vélez				Zona de alto riesgo, casa demolida				

USUARIO	FECHA INSTALACIÓN	# DE PERSONAS	CAPACIDAD TANQUE SÉPTICO (LITROS)	PERCEPCIÓN	DIAGNÓSTICO 2006	SOLUCIÓN SUGERIDA	CÓDIGO	COORDENADAS
Jaime Montoya				Zona de alto riesgo	Esta casa descarga las aguas residuales domésticas a la quebrada sin ningún tratamiento previo, convirtiéndose en un foco de contaminación. Por lo tanto se debe buscar un sistema de tratamiento, en este caso un tanque séptico individual. La vivienda se ve afectada por las descargas de las aguas negras del sector de Naranjito.	Se construirá una caja de empalme para recibir las aguas residuales de la casa a una distancia de 30 metros, después serán conducidas mediante una tubería de PVC de 4" hasta el tanque séptico individual en fibra de vidrio con una capacidad de 1500 a 1800 litros, ubicado a 5 metros. El efluente será conducido 30 metros hasta la quebrada por tubería agrominera. El sitio escogido para la instalación, cumple con la normatividad vigente, pero se recomienda la visita de un experto en suelos, por los problemas antes mencionados (Inestabilidad del suelo). Se debe también solucionar el problema de las descargas de agua residual del sector de Naranjito, para que la solución de esta vivienda sea completa.		
Luis Alfonso Bedoya				Zona de alto riesgo, casa demolida				
Giovany Vargas				Zona de alto riesgo, casa demolida				
Humberto Betancur, casa	Mayo de 2007	4	, 2000	1 mantto, buen funcionamiento				
Gloria Colorado Flórez, tel 2860610, 1 casa	Mayo 5 de 2007	4	2000 Lt , Fibratore	1 mantto, desnivelado, mal functo	La forma como descargan sus aguas residuales, no es la más apropiada ya que genera la contaminación del suelo, la presencia de insectos y malos olores, por lo cual se debe instalar un tanque séptico para el tratamiento de éstas aguas.	Se construirá una caja de empalme a 3 m de la casa, para recibir las aguas residuales, después serán conducidas mediante tubería de PVC de 4" hasta el tanque séptico individual en fibra de vidrio con capacidad de 1500a 1800 litros, ubicado a 7 m de la caja. La longitud total de tubería a instalar para la conexión al tanque es de 10 m. El efluente será tratado con campo de infiltración ya que el terreno lo permite. El sitio escogido para la instalación, cumple con la normatividad	SPPOT-101 (información en encuesta de Gemsa como casa de Arquimides Colorado)	

USUARIO	FECHA INSTALACIÓN	# DE PERSONAS	CAPACIDAD TANQUE SÉPTICO (LITROS)	PERCEPCIÓN	DIAGNÓSTICO 2006	SOLUCIÓN SUGERIDA	CÓDIGO	COORDENADAS	
						vigente.			
5	Alejandro Salazar, tel 2863700, Gonzalo Escobar, Gloria Echavarría, Ciro Salazar	Diciembre 9 de 2007	64	3 tanques sépticos conectados, sistema Tissa 9000, Sanear	2 mantenimientos, mal funcionamiento, olores insoportables	La descarga a campo abierto genera la contaminación del suelo, la presencia de insectos y malos olores, además se esta viendo afectad el dueño del predio donde ocurre la descarga, por lo tanto se debe instalar un sistema de tratamiento para mitigar dicha contaminación pero ninguno de los predios cuenta con el espacio para dicha instalación. Conjunto de 5 viviendas tipo residencial y un Estadero, ubicadas en la entrada al sector de Naranjito por la vía hacia Heliconia. Todas las casas se encuentran conectadas legalmente al servicio de energía de EPM y cuenta con la recolección de residuos sólidos por parte de EVM. El agua para consumo humano proviene del acueducto de EPM. las aguas residuales de las casas son descargadas a un	La solución para esta zona es un alcantarillado, el cual se puede conectar al primer MH de EPM que se encuentra a 1 km aproximadamente.	SPPOT-143 hasta 148	

USUARIO	FECHA INSTALACIÓN	# DE PERSONAS	CAPACIDAD TANQUE SÉPTICO (LITROS)	PERCEPCIÓN	DIAGNÓSTICO 2006	SOLUCIÓN SUGERIDA	CÓDIGO	COORDENADAS
						alcantarillado comunal, el cual finalmente descarga a campo abierto en predios de la finca "Santa Cruz", propiedad del señor Jesús Arredondo.		
6	Blanca Libia Correa, tel 2864592 , 5 casas	2007	8	Si tiene tanque séptico, no tiene la cartilla, Contador 1030434204	Marranera	El conjunto de casas ya tiene solucionado el problema de saneamiento básico, ya que cuentan con un alcantarillado comunal.	SPPOT-078, 79, 80, 81, 82, casa principal y aptos. (La primavera)	
7	Irma María Muñoz, tel 2861797, 3 casas	Abril de 2007	12	Si tiene tanque séptico, no tiene la cartilla, Contador 3370539	2 mantenimientos, Mala inversión, mantenimiento complicado, malos olores	Las casa se encuentran en la zona de retiro de la quebrada y no cuenta con el espacio adecuado para la instalación de un tanque séptico. Se debe verificar si éstas casa no se encuentran en zona de riesgo por estar tan cerca de la quebrada.	Al determinar que las casas no están en zona de alto riesgo, la solución para problema de saneamiento básico sería comprar en el predio vecino (propiedad de la Fundación Rodrigo Arroyave) una parte de terreno adecuado para la instalación de un tanque séptico colectivo.	SPPOT-090, 089, 088
8	Jesús María Arredondo Flórez, Juan Carlos Arredondo, 1 casa, tel 5782535, 2860928	Mayo 8 2007	6	Si tiene tanque séptico, 2000 litros , Fibratore, Cód 23956-11, 103043428 400000, Abajo del estadero Acapulco	1 mantenimiento, Febrero 27 2009, Pide que terminen el canal de concreto que viene del tanque triple, faltan 20m, Pide solución a los malos olores del tanque triple	La forma como descargan sus aguas residuales, no es la más apropiada ya que genera la contaminación de una fuente de agua, por lo tanto se debe instalar un tanque séptico para el tratamiento de estas aguas.	Para poder recolectar todas las aguas residuales de la finca, se debe instalar un tanque séptico a 15 m de la quebrada, ya que está es la única opción, así no cumpla con la normatividad vigente. Se construirá dos cajas de empalme, para recibir todas las aguas residuales de la casa, después serán conducidas mediante una tubería de PVC de 4" hasta el tanque séptico individual en fibra de vidrio con una capacidad de 1500 a 1800 litros, ubicado a 40 m de la casa y a 15 m de la quebrada. El efluente será conducido por tubería agrominera de 3" hasta la fuente de agua.	SPPOT-102 (información en encuesta de Gamsa como casa de Gloria Colorado)

USUARIO	FECHA INSTALACIÓN	# DE PERSONAS	CAPACIDAD TANQUE SÉPTICO (LITROS)	PERCEPCIÓN	DIAGNÓSTICO 2006	SOLUCIÓN SUGERIDA	CÓDIGO	COORDENADAS
9 Edilia del Socorro González, información dada por Ramiro González tel 2860492	2007	4	Si tiene tanque séptico	Tanque junto al pino, No estaban				
Hugo León González, tel 2861748, información dada por Ramiro González tel 2860492	2007	4	Si tiene tanque séptico	No estaban				
10 Oscar Toro, Informó Beatriz Montoya, 3 casas	2007	6		Zona de alto riesgo, Casa desocupada	La descarga de las aguas residuales a una quebrada, genera la contaminación de esta fuente, ocasionando que no pueda ser utilizada para ningún fin, por tal motivo se debe instalar un sistema de tratamiento como un tanque séptico colectivo.	Se proyecta instalar el tanque a una distancia de 9 metros de la casa SPPOT-091, en un terreno estable pero con alta pendiente. Se construirá una caja de empalme, para recibir las aguas residuales de las casas, luego se debe conducir el agua por medio de tubería de PVC de 4" con los accesorios respectivos, hasta un tanque séptico colectivo en fibra de vidrio con una capacidad de 3000 litros y el efluente de este tratamiento será conducido por tubería agrominera de 3" hasta el caño o fuente de agua más cercana, ya que el terreno no es apto para construir un campo de infiltración.	SPPOT-091-092	
				Lavan canecas de pintura	No se tiene información		SPPOT-093	

USUARIO	FECHA INSTALACIÓN	# DE PERSONAS	CAPACIDAD TANQUE SÉPTICO (LITROS)	PERCEPCIÓN	DIAGNÓSTICO 2006	SOLUCIÓN SUGERIDA	CÓDIGO	COORDENADAS	
11	Finca La Selva, Luis Angel Castro Ortiz	2007	8	Si tiene tanque séptico	No pudimos entrar	La finca cuenta con un tanque séptico colectivo que no funciona correctamente, pues el agua residual no esta entrando al tanque, sino que se desvía por una pequeña zanja que la conduce a la quebrada.	Para esta finca se recomienda reemplazar este sistema actual por un nuevo tanque séptico en fibra de vidrio con una capacidad de 1500 litros.	SPPOT-208 - 209	
12	Luz Marina Tobón				No tienen tanque séptico, descarga directa a la quebrada, 4 casas, 3 personas, 3 personas, 3 personas, 2 personas	La descarga de agua residual de estas viviendas esta contaminando la quebrada.	En estas viviendas no se puede instalar un sistema de tratamiento, como se mencionó, están en el área de influencia de la quebrada, incluso limitan con la fuente de agua.	SPPOT-210, 211, 212, 213	
	Luis Hernán Castro, Tel 2864230				No tiene tanque séptico, Caja de alcantarillado y vierte en la quebrada, Zona de alto riesgo	El agua residual de estas viviendas está contaminando el recurso hídrico.	Las viviendas presentan dos limitantes para instalar tanque séptico: - Alta pendiente del terreno - Ubicación de las viviendas cerca de la quebrada. Se debe estudiar la factibilidad de conectar las viviendas al alcantarillado.	SPPOT-083	
13	Adriana María Alzate, Vive allí hace 15 días				No tiene tanque séptico, Descarga directa, Zona de alto riesgo	El agua residual de estas viviendas está contaminando el recurso hídrico.	Las viviendas presentan dos limitantes para instalar tanque séptico: - Alta pendiente del terreno - Ubicación de las viviendas cerca de la quebrada. Se debe estudiar la factibilidad de conectar las viviendas al alcantarillado.	SPPOT-084	

USUARIO	FECHA INSTALACIÓN	# DE PERSONAS	CAPACIDAD TANQUE SÉPTICO (LITROS)	PERCEPCIÓN	DIAGNÓSTICO 2006	SOLUCIÓN SUGERIDA	CÓDIGO	COORDENADAS
14	Walter Acosta, Estadero Brisas del Campo, Información Luis Fernando Cardona cel 3122376648, un estadero					El conjunto de casas ya tiene solucionado el problema de saneamiento básico, ya que cuentan con un alcantarillado comunal.	SPPOT-077	
15	Estadero Acapulco, dos apartamento, Ramiro González tel.2860492			No tiene tanque séptico, no había terreno para instalarlo	Aunque la descarga de aguas residuales a una quebrada no es lo más adecuado porque ocasiona la contaminación de la fuente de agua, éstas viviendas no cuentan con espacio para la instalación de un sistema de tratamiento, que para el caso sería un tanque séptico.	Lo más recomendable para este sector es estudiar la factibilidad de llevar la cota del alcantarillado de EPM, el cual se encuentra aproximadamente a 1 Km.	SPPOT-154	
TOTAL PERSONAS CON TANQUE		132						
TOTAL PERSONAS SIN TANQUE		16						
TOTAL PERSONAS EN TRAMO DE ESTUDIO AÑO 2006 SIN TANQUE		140						



## ANEXO 2. Resultados de laboratorio

110LAB- 885 288

Medellín, 14 DIC 2009

### Reporte de ensayo

Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia

LCA/REw-768-7

LCA/FTCw-18-1 v.5. p.v. 20/01/09 // Página 1 de 3



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC ISO 17025 por el IDEAM, para la realización de conductividad, cloruros DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, hierro total, NTK, pH, SST, SDT, ST, sulfatos, turbiedad, alcalinidad, calcio, dureza cálcica, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y ortofosfatos, según la resolución No. 0119 del 3 de abril del 2008.

DATOS GENERALES DEL CLIENTE			
Entidad	Elizabeth Mejía Álvarez	Nit (ó cc)	43.039.068
Dirección	Calle 8 No. 84 F-155 casa 1047	Teléfono	343 88 53
Contacto	Elizabeth Mejía Álvarez	Proyecto	N/D

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	
Fecha de recepción	30/11/09, 12:20 p.m.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestras en buenas condiciones para los análisis solicitados, se codificaron como se relaciona en la primera columna de la tabla "Información del Proceso de Muestreo".</li> <li>- De los recipientes sin preservar de las muestras WEC-768-5 y WEC-768-7 se tomó muestra y se preservó con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para análisis de DQO, inmediatamente ingresaron al laboratorio.</li> <li>- El significado de las abreviaturas utilizadas es el siguiente: N/A: No aplica    N/S: No solicitada    N/D: No determinado.</li> </ul>
Servicio solicitado	Análisis de DBO <sub>5</sub> total, DQO total, sólidos suspendidos totales, coliformes, <i>E. coli</i> ; además, grasas y aceites para las muestras codificadas como WEC-768-1, WEC-768-2, WEC-768-3 y WEC-768-6
Subcontratación	N/A

INFORMACIÓN DEL PROCESO DE MUESTREO					
Muestras		Punto de muestreo	Fecha y hora	Tipo	Responsable
Código campo	Código Laboratorio				
1	WEC-768-1	Punto 1	29/11/09; 8:30 a.m.	Simple	Elizabeth Mejía Álvarez
2	WEC-768-2	Punto 2	29/11/09; 9:00 a.m.	Simple	
3	WEC-768-3	Punto 3	29/11/09; 9:30 a.m.	Simple	
4	WEC-768-4	Punto 4	29/11/09; 10:00 a.m.	Simple	
5	WEC-768-5	Punto 5	29/11/09; 10:30 a.m.	Simple	
6	WEC-768-6	Punto 6	29/11/09; 11:00 a.m.	Simple	
7	WEC-768-7	Punto 7	29/11/09; 12:00 m.	Simple	

DATOS DE CAMPO (Información suministrada por el responsable del muestreo)	
"No se reportó ningún parámetro de campo"	

# Reporte de ensayo 885

Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia

LCA/REw-768-7

LCA/FTCw-18-1 v.5. p.v. 20/01/09 // Página 2 de 3



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC ISO 17025 por el IDEAM, para la realización de conductividad, cloruros, DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, hierro total, NTK, pH, SST, SDT, ST, sulfatos, turbiedad, alcalinidad, calcio, dureza cálcica, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y ortofosfatos, según la resolución No. 0119 del 3 de abril del 2008.

## INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL TRABAJO DE ENSAYO <sup>1</sup>

Parámetro	Método de ensayo	Referencia Standard Methods	Expresión de la incertidumbre <sup>2</sup>	Equipo de medición y ensayo
Coliformes totales y <i>E. coli</i>	Tubos múltiples	9223 B-a	N/D	- Incubadora con controlador de temperatura, modelo KB115, BINDER.
DQO total	Colorimétrico de reflujó cerrado	5220 D	< 60: 0,06°C ≥ 60: 0,02°C	- Termoreactor, modelo TR 300, MERCK - Espectrofotómetro UV-VS modelo HELIOS α, UNICAM
DBO <sub>5</sub> total	Test DBO <sub>5</sub> días	5210 B	0,0316°C	- Medidor de oxígeno disuelto, modelo 850, ORION. - Incubadora de baja temperatura, modelo 815, PRECISION.
Grasas y aceites	Extracción Soxhlet	5520 D	N/D	- Balanza analítica, modelo AB265-S/FACT, METTER TOLEDO - Extractor universal, modelo B-811, BUCHI.
Sólidos Suspendidos totales	Gravimétrico	2540 D-E	9,22*10 <sup>-2</sup> C	- Balanza analítica, modelo AB265-S/FACT, METTER TOLEDO - Estufa, modelo TV 300, MEMMERT

<sup>1</sup> El servicio solicitado por el cliente fue realizado en el Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia.

<sup>2</sup> Expresión para calcular la incertidumbre de cada metodología de ensayo validada. La "C" equivale a la concentración reportada en este documento para cada muestra (véase Resultados de ensayo).

## RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	WEC-768-1	WEC-768-2	WEC-768-3	WEC-768-4	WEC-768-5	WEC-768-6	WEC-768-7
Coliformes totales (NMP/100 mL)	>160,0*10 <sup>6</sup>	160,0*10 <sup>6</sup>	>160,0*10 <sup>6</sup>	>160,0*10 <sup>6</sup>	>160,0*10 <sup>6</sup>	160,0*10 <sup>4</sup>	160,0*10 <sup>4</sup>
<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	22,0*10 <sup>4</sup>	22,0*10 <sup>4</sup>	200	35,0*10 <sup>4</sup>	54,0*10 <sup>4</sup>	1.700	680
DQO total (mg O <sub>2</sub> /L)	19,5	15,9	< 12,0	< 12,0	12,3	< 12,0	< 12,0
DBO <sub>5</sub> total (mg O <sub>2</sub> /L)	16,0	14,7	< 2,00	< 2,00	2,13	< 2,00	< 2,00
Grasas y aceites (mg sustancias solubles en Hexano/L)	< 5	< 5	< 5	N/S	N/S	< 5	N/S
Sólidos Suspendidos totales (mg/L)	178	29	17	12	102	8	< 7

## OPINIONES E INTERPRETACIONES

"Debido al desconocimiento de información relacionada con el proceso en cuestión, el personal del laboratorio se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados de ensayo"

Carrera 65 No. 44 a 32 – Medellín. Teléfono: 493 88 88 ext 1403/1404/1405. Email: laboratorioaguas@corantioquia.gov.co

# Reporte de ensayo

885

LCA/REw-768-7

Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia

LCA/FTCw-18-1 v.5. p.v. 20/01/09 // Página 3 de 3



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC ISO 17025 por el IDEAM, para la realización de conductividad, cloruros, DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, hierro total, NTK, pH, SST, SDT, ST, sulfatos, turbiedad, alcalinidad, calcio, dureza cálcica, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y ortofosfatos, según la resolución No. 0119 del 3 de abril del 2008.

## FORMALIZACIÓN DEL REPORTE DE ENSAYO

FORMACIÓN	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA
Microbiólogo	Carlos Hernán Ortiz Arredondo	<i>Carlos H. Ortiz</i>
Bacteriólogo	Oscar Alberto Flórez Valencia	<i>Oscar A. Flórez V.</i>
Ingeniera Química	Katherine Paola Urán Navarro	<i>K. P. Urán</i>
Tecnólogo Químico	Jhon Alexander González Suaza	<i>Jhon A. González</i>
Claudia María Montoya Palacio Coordinadora del Laboratorio	<i>PIWDA Ucaito Bemba</i>	

### IMPORTANTE

- I. Los resultados entregados en este informe se refieren a las muestras analizadas.
- II. La organización o persona que realiza el muestreo es responsable de la muestra entregada al Laboratorio.
- III. El laboratorio no responde por muestras sobrantes después de terminado el trabajo de ensayo.
- IV. Este reporte de ensayo no debe reproducirse sin la aprobación del personal del Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia.

### **ANEXO 3. Definiciones y efectos ambientales**

#### **DEFINICIONES**

Las siguientes definiciones se basan en el RAS (2000), Porta ESTRUCPLAN 2009, HIDRAMSA-AIM 2001.

**AGUAS RESIDUALES:** Agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser usada por una comunidad o industria.

**ANÁLISIS:** Examen del agua, agua residual o lodos, efectuado por un laboratorio.

**COLIFORMES:** Grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos. El grupo de organismos coliformes se utiliza actualmente como indicador de la presencia en el agua residual de heces y, por lo tanto, de organismos patógenos. Los organismos coliformes son útiles para destruir la materia orgánica en los procesos biológicos de tratamiento de las aguas residuales. Las bacterias coliformes incluyen los géneros *Escherichia* y *Aerobacter*. Las *Escherichia coli* (*E.coli*) son totalmente de origen fecal.

**CONCENTRACIÓN:** Denominase concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido, la relación existente entre su peso y el volumen del líquido que lo contiene.

**DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO):** Es el grado de consumo de oxígeno durante la oxidación de contaminantes en el agua, llevada a cabo por microorganismos. Este parámetro se determina midiendo la cantidad de oxígeno utilizado por microorganismos durante un período de 5 días. La prueba de DBO por sí misma es el parámetro de mayor significación cuando se trata de determinar la carga contaminante que pueden crear los desechos domésticos e industriales al descargarse en cursos naturales de aguas en los cuales se requiere persistan condiciones aerobias. Es importante para medir la capacidad de autodepuración de los cuerpos receptores de vertimientos domésticos e industriales.

**DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO):** Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas.

**EFICIENCIA DE TRATAMIENTO:** Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.

**LODO BIOLÓGICO:** Lodo excedente que se genera en los procesos biológicos de las aguas residuales.

**LECHOS DE SECADO:** Dispositivos que eliminan una cantidad de agua suficiente de lodos para que puedan ser manejados como material sólido.

**MATERIA ORGÁNICA DE UN AGUA RESIDUAL:** Pueden ser sólidos sedimentables o suspendidos o disueltos provenientes de vegetales, animales o compuestos de síntesis de productos químicos orgánicos, degradables por la acción de microorganismos o no biodegradables. Son principalmente proteínas, compuestos del carbono y nitrógeno, grasas, aceites, hidrocarburos, hidratos de carbono, agentes tensioactivos, pesticidas, compuestos orgánicos volátiles y no volátiles y otras estructuras más complejas

**SÓLIDOS TOTALES (SS):** Los sólidos suspendidos totales o 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 103-105°C hasta peso constante.

**TRATAMIENTO CONVENCIONAL:** Procesos de tratamiento bien conocidos y utilizados en la práctica. Generalmente se refiere a procesos de tratamiento primario o secundario. Se excluyen los procesos de tratamiento terciario o avanzado.

**TRATAMIENTO PRIMARIO:** Tratamiento en el que se remueve una porción de los sólidos suspendidos y de la materia orgánica del agua residual. Esta remoción normalmente es realizada por operaciones físicas como la sedimentación. El efluente del tratamiento primario usualmente contiene alto contenido de materia orgánica y una relativamente alta DBO.

**TRATAMIENTO SECUNDARIO:** Es aquel directamente encargado de la remoción de la materia orgánica y los sólidos suspendidos

**TANQUE SÉPTICO:** Sistema individual de disposición de aguas residuales para una vivienda o conjunto de viviendas; combina la sedimentación y la digestión. Los sólidos sedimentados acumulados se remueven periódicamente y se descargan normalmente en una instalación de tratamiento.

**TRATAMIENTO ANAEROBIO:** Estabilización de un desecho por acción de microorganismos en ausencia de oxígeno.

**FILTRO ANAEROBIO:** Consiste en una columna llenada con varios tipos de medios sólidos usados para el tratamiento de la materia orgánica carbonácea en aguas residuales.

## **IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS DESCARGAS DE LAS AGUAS RESIDUALES MARCAO TEORICO**

Los vertimientos directos de las aguas residuales contaminan el recurso hídrico (superficial y subterráneo), el suelo y el aire, lo cual a su vez produce efectos nocivos sobre los componentes ambientales flora, fauna y el hombre.

Las corrientes naturales tienen la ventaja de oxigenarse y diluir los contaminantes a lo largo de su recorrido, influyendo en este proceso el caudal, las pendientes, la concentración de los contaminantes la cual puede llegar a ser tan alta que genera la contaminación del recurso produciendo los siguientes impactos (G.E.I.A. – U.T.N., 2009):

**PRODUCCIÓN DE OLORES OFENSIVOS:** Este es un impacto negativo para la salud, relacionado principalmente con trastornos del apetito, náuseas y otros malestares, además del inconformismo propio por el rechazo que generan los malos olores en la población residente, el cual se genera por la descomposición de la materia orgánica. Este impacto se evidenció y fue manifestado por la comunidad en el sitio donde se encuentran instalados el sistema de tanque colectivo.

**TOXICIDAD:** Resultantes de los agroquímicos utilizados en las labores agrológicas.

**CONTRIBUCIÓN CON MATERIA ORGÁNICA AUMENTANDO LA DBO:** El vertimiento de aguas residuales a la fuente en forma continua produce el deterioro de la calidad del agua de la fuente receptora por el incremento de la materia orgánica, el cual en la zona de estudio es 100% del consumo de agua para usuarios sin tanque séptico y del 20% para usuarios con tanque séptico. Igualmente se produce disminución de la fauna acuática y la flora subacuática.

**CONTAMINACIÓN FECAL.** Es causada por heces humanas, el ganado, marraneras, avícolas, donde la presencia de organismos patógenos produce enfermedades.

**DISMINUCIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO PRESENTE EN EL AGUA:** El proceso de oxidación de la materia orgánica demanda oxígeno disuelto disminuyendo su cantidad y limitando la supervivencia de las especies.

**CAMBIO EN EL VALOR DE LA PROPIEDAD Y EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES:** Los olores desagradables de un sistema de tratamiento o de una corriente de agua muy contaminada, pueden conducir al deterioro de la dignidad comunitaria, desanimar la inversión de capital, hacer descender el nivel socio - económico y detener el crecimiento, lo que conlleva a una disminución del valor de la tierra y al desmejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

**MODIFICACIÓN DE LA APARIENCIA FÍSICA DEL AGUA:** La descarga de aceites, grasas detergentes que flotan, dan a las corrientes superficiales un aspecto desagradable disminuyendo el valor del agua y contaminándola.

En la zona de estudio los impactos percibidos y manifestados durante las visitas de campo realizadas a las viviendas localizadas en la zona de estudio son: Mal funcionamiento del tanque séptico, producción de olores ofensivos, presencia exagerada de zancudos y mosquitos.