

**CARACTERIZACIÓN DE LOS VERTIMIENTOS GENERADOS POR LAS
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS PROPIAS DE LA REGIÓN SOBRE LA CUENCA
DEL RÍO FONCE EN INMEDIACIONES DE LOS MUNICIPIOS DE ENCINO,
COROMORO, CHARALÁ, OCAMONTE, PÁRAMO Y VALLE DE SAN JOSÉ**

**SERGIO ARMANDO ARENAS GARCÍA
DORA CAROLINA CHAPARRO SUÁREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2011

**CARACTERIZACIÓN DE LOS VERTIMIENTOS GENERADOS POR LAS
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS PROPIAS DE LA REGIÓN SOBRE LA CUENCA
DEL RÍO FONCE EN INMEDIACIONES DE LOS MUNICIPIOS DE ENCINO,
COROMORO, CHARALÁ, OCAMONTE, PÁRAMO Y VALLE DE SAN JOSÉ**

**SERGIO ARMANDO ARENAS GARCÍA
DORA CAROLINA CHAPARRO SUÁREZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de:
Ingeniero Químico**

**Director
CRISÓSTOMO BARAJAS FERREIRA
Ingeniero QuímicoM.Sc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2011

DEDICATORIAS

A Dios por haberme dado la sabiduría y la fortaleza necesaria en aquellos momentos de dificultad, soledad y tristeza...A él dedico la gloria de éste triunfo.

A mi padre **Alvaro Chaparro Merchán** por su apoyo, esfuerzo y compromiso durante toda mi carrera universitaria.

A la familia Dulcey León: Mechis, Claudia, Ariel y Juan Carlos por brindarme el calor de hogar y haber depositado la confianza necesaria en mí durante la culminación de éste anhelado logro.

A mis profesores, por sus enseñanzas y consejos.

A mis amigos, compañeros y conocidos, porque a través de parciales, trabajos, tristezas, trasnochos y alegrías aprendí una lección de cada uno de ellos.

Dora Carolina Chaparro Suárez..

AGRADECIMIENTOS

A la Corporación de Tecnologías Ambientales Sostenibles -CTAS y su equipo de trabajo, especialmente al biólogo Juan Agustín Guardón Rueda, por habernos dado la oportunidad de realizar nuestra pasantía en su reconocida empresa.

A la Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS, por hacer parte de la organización de este proyecto.

A el laboratorio PSL Proanálisis, por su colaboración y eficiencia.

Al profesor Crisóstomo Barajas Ferreira, por atender todas nuestras inquietudes y lograr encaminarnos a ser profesionales de calidad.

A la ingeniera Ainarut Camargo, por sus enseñanzas y orientaciones durante la realización de esta práctica.

Al ingeniero Guillermo Peralta, por su información y dedicación en nuestro trabajo.

A Carlitos el conductor, por su paciencia y formalidad en las vivencias del día a día.

A todas y cada una de las personas que hicieron parte de nuestra formación durante toda la carrera universitaria.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. NORMATIVIDAD Y PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	19
1.1 NORMATIVIDAD DE LOS VERTIMIENTOS	19
1.2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DEMOGRÁFICA DE LA ZONA DONDE SE UBICA EL PROBLEMA	21
1.2.1. Localización Geográfica Cuenca del Río Fonce	21
1.2.2. Caracterización Demográfica	22
1.3. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL OCACIONADA EN LA CUENCA DEL RÍO FONCE	23
1.4. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS	24
2. METODOLOGÍA DEL PROCESO	25
2.1. TOMA DE MUESTRAS	25
2.1.1. Zonas de muestreos	26
2.1.2. Muestreo In Situ	27
2.1.3. Análisis de laboratorio	28
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	29
3.1. MUNICIPIO DE ENCINO	29
3.2. MUNICIPIO DE COROMORO	30
3.3. MUNICIPIO DE CHARALÁ	30
3.4. MUNICIPIO DE OCAMONTE	31
3.5. MUNICIPIO DE PÁRAMO	31
3.6. MUNICIPIO DE VALLE DE SAN JOSÉ	32

3.7. FUENTE HÌDRICA RÌO FONCE	32
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFIA	43
ANEXOS	45

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de bloques donde se especifica la metodología del proceso realizado.	25
Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de estudio.	27
Figura 3. Comparación de pH entre los municipios de estudio y sus actividades productivas.	33
Figura 4. Comparación de Sólidos Totales entre los municipios de estudio y sus actividades productivas.	34
Figura 5. Comparación de la Alcalinidad entre los municipios de estudio y sus actividades productivas.	35
Figura 6. Comparación de <i>D.B.O₅</i> entre los municipios de estudio y sus actividades productivas.	36
Figura 7. Comparación de <i>D.Q.O.</i> entre los municipios de estudio y sus actividades productivas.	37
Figura 8. Comparación de Coliformes Totales entre los municipios de estudio y sus actividades productivas.	38
Figura 9. Principales Propiedades Físicoquímicas Evaluadas en el Río Fonce.	39

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Población ubicada sobre la cuenca del río Fonce.	22
Tabla 2. Pruebas realizadas en los vertimientos del municipio de Encino.	29
Tabla 3. Pruebas realizadas en los vertimientos del municipio de Coromoro.	30
Tabla 4. Pruebas realizadas en los vertimientos del municipio de Charalá.	30
Tabla 5. Pruebas realizadas en los vertimientos del municipio de Ocamonte.	31
Tabla 6. Pruebas realizadas en los vertimientos del municipio de Páramo.	31
Tabla 7. Pruebas realizadas en los vertimientos del municipio de Valle de San José.	32

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A: MAPAS DE LOCALIZACIÓN Y MUESTREO SOBRE LA CUENCA DEL RÍO FONCE	45
ANEXO B: RELACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ENCINO Y COROMORO, VEREDAS Y PUNTOS DE MUESTREO.	47
ANEXO C: CÁLCULO DE LOS PROMEDIOS ARITMÉTICOS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LOS VERTIMIENTOS DE ACUERDO A LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA DE CADA MUNICIPIO.	50

RESUMEN

TÍTULO

CARACTERIZACIÓN DE LOS VERTIMIENTOS GENERADOS POR LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS PROPIAS DE LA REGIÓN SOBRE LA CUENCA DEL RÍO FONCE. MUNICIPIOS DE ENCINO, COROMORO, CHARALÁ, OCAMONTE, PÁRAMO Y VALLE DE SAN JOSÉ*

AUTORES

SERGIO ARMANDO ARENAS GARCÍA,
DORA CAROLINA CHAPARRO SUÁREZ**

PALABRAS CLAVE

VERTIMIENTOS, RÍO FONCE, CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

DESCRIPCIÓN

Debido a la preocupación ambiental por la cual atraviesan los habitantes de los municipios de Encino, Coromoro, Charalá, Ocamonte, Páramo y Valle de San José; la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER -CAS y la CORPORACIÓN DE TECNOLOGÍAS AMBIENTALES SOSTENIBLES - CTAS en convenio, plantearon un estudio para determinar el deterioro hídrico del río Fonce, fuente receptora de los vertimientos producidos por las industrias de la región (Ganadería, trapiches, porcícolas, avícolas, beneficiaderos de café y plantas de sacrificio) siendo este río el más afectado en la zona.

Para determinar la contaminación de la cuenca del Fonce, se realizaron diferentes salidas de campo donde se recolectó información para establecer parámetros físicoquímicos comprensibles y caracterizar analíticamente las fuentes. La toma de muestras in situ se llevó a cabo con ayuda de Kits de Merck para su análisis en puntos representativos. El análisis se complementó con la aplicación de técnicas especializadas a nivel de laboratorigracias a la colaboración de PSL PROANALISIS LTDA.

Con esta investigación se determinó la calidad y los factores de contaminación de las aguas que se están vertiendo al Río Fonce y se compararon dichos resultados con la normatividad exigida en Colombia en cuanto al uso y disposición de aguas, verificando el cumplimiento de los requisitos legales en mención. En el monitoreo se observó que el recurso hídrico se encuentra alterado en sus condiciones, razón por la cual éste no es recomendable para consumo en general.

* Trabajo de grado

** Facultad Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Crisóstomo Barajas Ferreira

SUMMARY

TITLE: CHARACTERIZATION OF THE DISCHARGES CAUSED BY THE PRODUCTION ACTIVITIES FROM THE REGION ON THE FONCE RIVER. TOWNS OF ENCINO, COROMORO, CHARALÁ, OCAMONTE, PÁRAMO AND SAN JOSÉ VALLEY

AUTHORS

SERGIO ARMANDO ARENAS GARCÍA,
DORA CAROLINA CHAPARRO SUÁREZ**

KEY WORDS

SPILLS, FONCE RIVER, PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS.

DESCRIPTION

Due to the environmental concerns faced by the residents of the towns of Encino, Coromoro, Charalá, Ocamonte, Páramo y San José Valley, the Regional Autonomous Corporation of Santander CAS in agreement with the Sustainable Environmental Technologies Corporation CTAS, proposed an investigation to determine the water deterioration of the Fonce River, that source receives the discharges produced by the industries from the region (Livestock (Cows, Pigs, chickens), panela production, coffee plantations and slaughterhouses) being the most affected river in the area.

To determine the degree of contamination of the Fonce River, there were several field trips to gather information to establish understandable physicochemical parameters and analytically characterize the sources. The in situ sampling was made using Merck kits for analysis at representative points. The analysis was complemented by the application of laboratory specialized techniques with the cooperation of PSL PROANALISIS LTDA.

This research determined the quality and the toxicity factors of the water being spilled into the Fonce River and compared those results with the existing regulations in Colombia about the use and disposal of wastewater, verifying compliance with legal requirements in mention. The monitoring showed that the water resource is altered in its conditions, which is why it is not recommended for general consumption. The monitoring showed that the water resource is altered in its conditions, which is why it is not recommended for general consumption.

* Undergraduate Thesis.

** Faculty of Physic-Chemical Engineering. School of Chemical Engineering. Director: Magister Crisóstomo Barajas Ferreira

GLOSARIO

AFLUENTE: Puede definirse como una corriente de agua que desemboca a otro curso de agua más importante, pero no llega hasta el mar directamente. El punto donde se presenta la unión de las dos corrientes hídricas se denomina confluencia. La afluencia es considerada debido a que se presenta un caudal menor, una superficie de cuenca¹ reducida y una longitud pequeña de una fuente respecto a la otra.

EFLUENTE: Se denomina efluente a la desviación de un río o quebrada mayor a otra de menor magnitud. Es decir que la efluencia es la contraparte de la afluencia y puede clasificarse en efluente natural o artificial dependiendo de su proveniencia o uso hidrológico.

QUEBRADA: Es un arroyo o riachuelo² de poco caudal y que no es apto para la navegación. En las quebradas solamente viven especies de peces pequeños, también se encuentran diversas plantas y algunos animales como aves, insectos y mamíferos; esencialmente se caracteriza porque posee poca profundidad y son lugares muy apetecidos para paseos, camping, deportes de aventura y visitas ecológicas.

VERTIMIENTO LÍQUIDO: Entiéndase por vertimiento líquido a cualquier descarga líquida hecha a un cuerpo de agua o a un alcantarillado [1]. En un

¹ Comportamiento del agua en la naturaleza. Se basa en los principios del ciclo del agua y sus relaciones con el suelo.

² Curso de agua pequeño con propiedades y características diminutas comparadas con las de un río.

vertimiento que no sea puntual, no es posible determinar el punto exacto de descarga del recurso³.

³ Se entenderán las aguas superficiales, subterráneas, marinas, estuarinas y las aguas servidas.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo al Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente con Resolución número 1074 de 1997, “Por la cual se establecen estándares ambientales en materia de vertimientos”, la CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE SANTANDER -CAS y la CORPORACIÓN DE TECNOLOGIAS AMBIENTALES SOSTENIBLES – CTAS, observando la problemática ambiental ocasionada en el río Fonce. Plantearon un estudio de los vertimientos de dicha fuente hídrica en inmediaciones de los municipios de Encino, Coromoro, Charalá, Ocamonte, Páramo y Valle de San José, para determinar los parámetros de contaminación ocasionados por las actividades productivas en el área rural y municipal.

Las labores industriales o productivas, se han convertido en la principal causa de generación de residuos y sustancias tóxicas perjudiciales que se vierten directamente a las aguas de quebradas o afluentes que luego desembocan al río Fonce. Ante ésta alarmante situación y debido a la gran importancia social, artesanal, cultural, económica y ambiental que representan dichos municipios en el departamento de Santander y a su vez en Colombia, es necesario realizar actividades, estudios, proyectos y plantear soluciones de gran alcance que conduzcan a la recuperación, al buen manejo y a la preservación de la fuente hídrica en cuestión.

Este proyecto es el resultado de una práctica empresarial realizada por los autores en – CTAS, donde se caracterizaron los diferentes vertimientos del río Fonce.

La información que a continuación se presenta, tiene la finalidad de encontrar e identificar los efectos ambientales ocasionados al recurso.

1. NORMATIVIDAD Y PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Este capítulo presenta la reglamentación general de los trámites de vertimientos, las características fisicoquímicas enfocadas al respectivo estudio y una descripción de la problemática ambiental ocasionada en la cuenca del río Fonce.

1.1 NORMATIVIDAD DE LOS VERTIMIENTOS

Existen normas y leyes que otorgan el permiso necesario para el acceso a vertimientos. Ajustándonos al Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud [1] y a la ley 99 de 1993 del Congreso de Colombia, se requiere la siguiente documentación para regular el trámite de los vertimientos:

- Nombre o razón social del interesado, quien deberá firmar la petición, siendo propietario del proyecto, obra o actividad que producen los vertimientos.
- Identificación y descripción del sistema de tratamiento, manejo y disposición final de aguas residuales.
- Ubicación de los vertimientos.
- Número de puntos de vertimientos de los residuos líquidos.
- Sistemas de control existentes, su ubicación y eficiencia de diseño.
- Procesos de producción. Flujo grama adjunto con sus puntos de vertimientos.

- Identificar las medidas correctivas que se adoptan para minimizar impactos ambientales sobre los recursos naturales, con la producción de vertimientos.
- Identificar los aspectos físicos y de carácter económico que sean de consecuencia de las actividades realizadas.
- Concesiones de aguas otorgadas a la persona que produce el vertimiento, o la cuenta en el acueducto correspondiente.
- Aportar el concepto de usos del suelo en el área de localización del proyecto, obra o actividad productora de vertimiento, con relación al plan de ordenamientos de usos del suelo del departamento de Santander expedido por la secretaria de planeación gubernamental.
- Proyectos de instalación, ampliación y modificación o modificación del sistema de tratamiento, manejo y disposición final de aguas residuales.
- Caracterización teórica y-o práctica según el caso, de los residuos líquidos (la toma de muestra deberá efectuarse en presencia de un funcionario adscrito a la EMAR⁴ para lo cual deberá dar aviso de la fecha y hora con una anticipación de por lo menos cinco días hábiles a EMAR⁴ por escrito) la elaboración de estudio de caracterización deberá efectuarse conforme a los términos de referencia adscritos.

⁴Entidad encargada del manejo y administración del recurso.

1.2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DEMOGRÁFICA DE LA ZONA DONDE SE UBICA EL PROBLEMA

1.2.1. Localización Geográfica Cuenca del Río Fonce

La cuenca del río Fonce tiene una extensión de 239.032 Has. El **río Fonce** nace en la unión del río Táquiza y Pienta y desemboca en el río Suárez en inmediaciones del municipio El Palmar. Cubre importantes municipios del departamento de Santander como son: Encino, Coromoro, Charalá, Ocamonte, Páramo, Valle de San José, Mogotes, Curití, Ponchete y San Gil.

El principal referente para la organización y administración de los municipios son las veredas, las cuales conservan generalmente sus límites naturales.

La localización Geográfica de los municipios que conforman el estudio son:

Municipio de Encino: sus veredas son Pericos, Poima, Centro, Río Negro, Avendaño, Canadá, La Chapa, Cabuya, Micos, Patios y Minas.

Municipio de Coromoro: está conformado por las veredas Centro, San José, La Laguna, La Mina, Zuñiga, Pueblo Viejo, Fical, Guachavita, Anzuelo, Anacal, Naranjal, Ture, Santa Clara, Chagres, La Hoya, La Arrayana, La Salina, El Batán, El Llano, Menempa, Arbol Solo, Guadual, Hatillos, Los Pinos y El Playón.

Municipio de Charalá: comprende las siguientes veredas; La Flada, Quebrada Seca, Hoya Grande, La Chapa, Capellanía, La Loma, San Cayetano, Las Flores, Santa Rosa, Monte Frío, Resguardo, La Palma, Colacate, Los Medios, Guacamayo, Nemizaque, Bagres, La Herrerita, La Grima, Tinagá, La Legía, Covaría, Virolín, Cañaverales, Chagres o Riachuelo y La Rusia.

Municipio de Ocamonte: lo conforman las veredas de La Cañada, Buenavista, Morario, Puentes, Flores, Agua Fría, El Hatillo, San Rafael, La Laja, Olvido, San Bernardo, Aguablanca o San Isidro, Centro, Puertas, El Río, El Rincón y Guaduas.

Municipio de Páramo: Comprende las veredas de Palmita, Moral, Laguna, Pedregal de Abajo, Juan Curí, Palmar, Palmarito, Pedregal de Arriba y la Lajita.

Municipio de Valle de San José: está conformado por las veredas de El Hoyo, Centro, El Recodo, Santa Teresa, Piedra Rayo, Los Medios, El Guacal, San Isidro, El Cerro, Vega de Plazas y San Antonio.

1.2.2. Caracterización Demográfica

La población involucrada en el área de estudio en la cuenca hidrográfica del río Fonce, en el departamento de Santander es de 35.180 habitantes, distribuida en los diferentes municipios de la siguiente manera:

Tabla 1. Población ubicada sobre la cuenca del río Fonce.

MUNICIPIO	POBLACIÓN URBANA	POBLACIÓN RURAL	TOTAL
ENCINO	422	2.241	2.663
COROMORO	952	6.478	7.430
CHARALÁ	6.013	5.210	11.223
OCAMONTE	652	4.292	4.944
PÁRAMO	1.185	2.580	3.765
VALLE DE SAN JOSÉ	1.851	3.304	5.155
			35.180

Fuente: Corporación CAS⁵.

⁵ Corporación Autónoma Regional de Santander

1.3. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL OCASIONADA EN LA CUENCA DEL RÍO FONCE

Son muchos los problemas que afectan la cuenca del río Fonce; como por ejemplo deforestación para la ampliación de la frontera agrícola y ganadera; uso inadecuado de los suelos, los vertimientos con escaso control de los residuos sólidos y líquidos provenientes del uso doméstico, industrial, institucional, comercial y por actividades agrícolas.

Por la diversidad de clima existente en la cuenca del río Fonce, las actividades económicas varían entre la agricultura, deportes extremos, ganadería, producción panelera, producción cafetera entre otras, que parten desde el aprovechamiento de la tierra, del material de arrastre del río, hasta el uso del recurso en sí, factores que inciden en las continuas amenazas de erosión y deslizamientos, que afectan los taludes de la cuenca y provocan sedimentación del río.

La inadecuada o inexistente recolección, tratamiento y disposición de los vertimientos generados por las diferentes actividades económicas, han venido generando, en forma sucesiva y creciente, problemas de salubridad y de calidad del agua en varias regiones. La situación comienza a ser insostenible, en la medida en que los cuerpos receptores exceden la capacidad de asimilación de sustanciascontaminantes y tiene como consecuencia la alteración de la calidad del recurso para su uso posterior, lo cual agrega un costo adicional para su tratamiento. La oferta hídrica se ha reducido notablemente, en términos de calidad, debido a la presencia de elementos nocivos, por el vertimiento de sustancias patógenas, tóxicas, mutagénicas, corrosivas o abrasivas.

La poca disponibilidad de agua potable, la contaminación con residuos fecales, inadecuados tratamientos de aguas residuales y el aprovechamiento inadecuado del agua, está provocando un conflicto entre el Recurso Hídrico y la Especie

Humana, causando la destrucción y el agotamiento absoluto de estos dos sujetos.[5]

1.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

Existen diversas características físicas y químicas del agua las cuales son comúnmente utilizadas para evaluar factores de calidad, grado de contaminación y componentes de la misma. Algunas propiedades fisicoquímicas utilizadas son las siguientes:

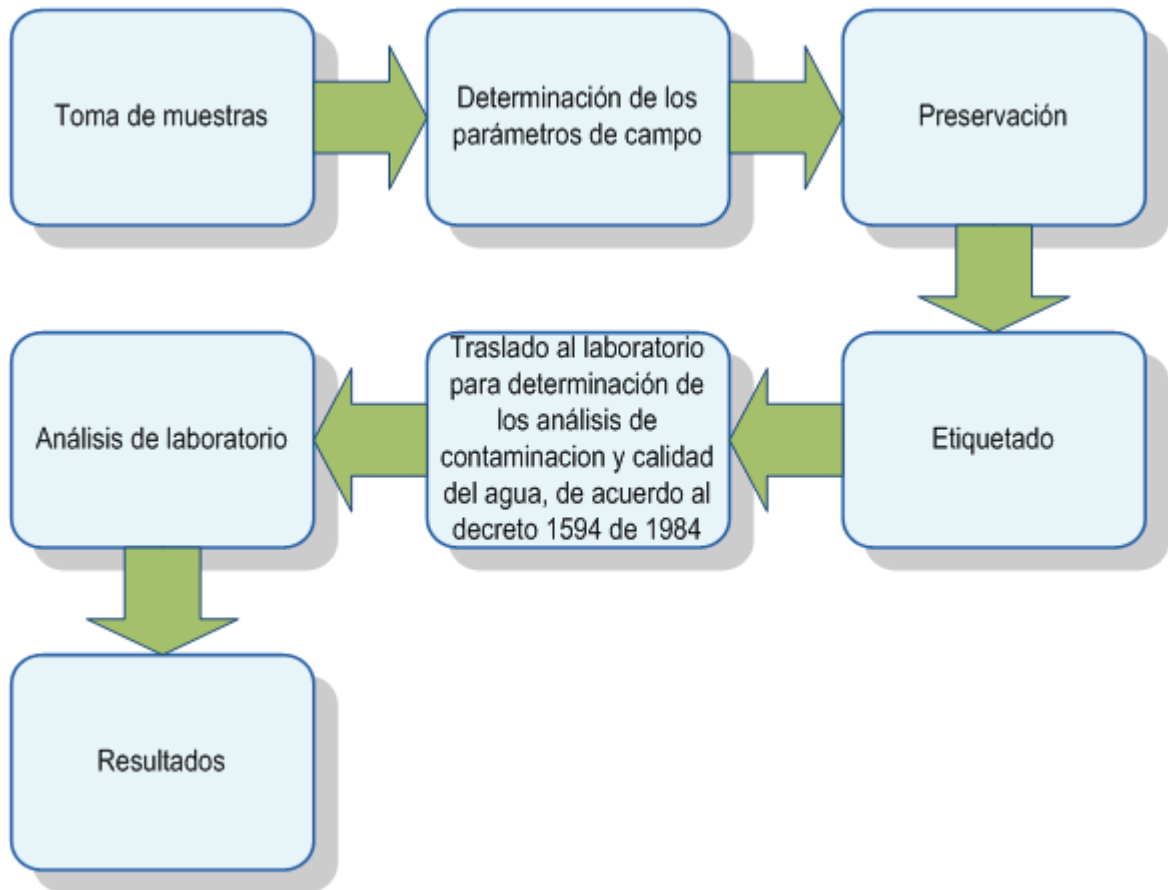
- Densidad, Demanda Biológica de Oxígeno (D.B.O₅), Alcalinidad, Dureza, Viscosidad, Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O), pH, Temperatura, Acidez, Saturación de Oxígeno.

Para el estudio de los vertimientos en la cuenca del río Fonce – Departamento de Santander, se caracterizaron las siguientes propiedades:

- pH, Sólidos Totales (S.T), Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O),Alcalinidad, Demanda Biológica de Oxígeno (D.B.O₅), y Coliformes Totales (C.T).

2. METODOLOGÍA DEL PROCESO

Figura 1. Diagrama de bloques donde se especifica la metodología del proceso realizado.



Fuente: Los Autores

2.1. TOMA DE MUESTRAS

Se tomaron muestras en las aguas de las quebradas y vertimientos que desembocan a la cuenca del río Fonce, las cuales fueron el punto estratégico de

nuestro estudio. Se les hizo caracterización de propiedades físicas, químicas y biológicas para obtener valores que después fueron sometidos y comparados con estándares de calidad regidos por las normas, decretos y leyes legales vigentes colombianas. [3]

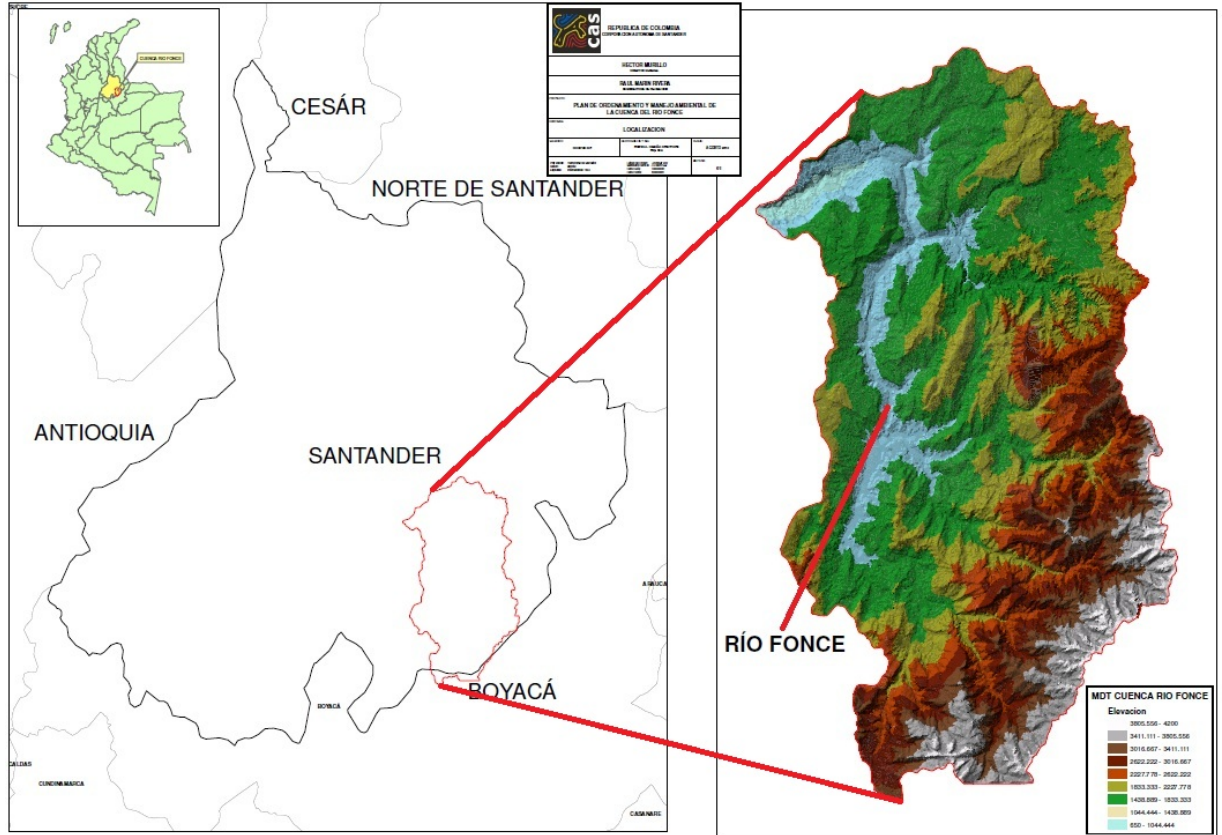
2.1.1. Zonas de muestreos

Las principales zonas donde se hicieron los respectivos muestreos están determinadas por afluentes del río Fonce, los cuales se encuentran ubicados en las diferentes veredas de los municipios de Encino, Coromoro, Charalá, Ocamonte, Páramo y Valle de San José. Siendo los vertimientos del río Fonce las fuentes hídricas de importancia que se evaluaron en nuestro estudio [Anexo B].

La toma de muestras se realizó durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2.010. Aprovechando los diferentes tiempos climáticos que se presentaron durante esta época.

2.1.2. Muestreo In Situ

Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de estudio.



Fuente: Corporación CTAS

Se efectuó la toma de 72 muestras en total en los vertimientos y quebradas de los diferentes municipios estudiados, con el fin de garantizar una buena eficiencia en la entrega de resultados.

Las pruebas fueron tomadas 100 metros antes de cada vertimiento, en un punto del vertimiento y 100 metros después del vertimiento a una profundidad de 35 cm cada una.

2.1.3. Análisis de laboratorio

Las muestras que se tomaron en los diferentes vertimientos y quebradas fueron envasadas y preservadas en recipientes plásticos esterilizados de capacidad 500 ml. Seguidamente se llevaron al laboratorio PSL PROANÁLISIS LTDA para que se les realizara la respectiva caracterización.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se presentan los resultados y los respectivos análisis de los muestreos realizados in situ y de los obtenidos en el laboratorio, con la finalidad de comparar las propiedades fisicoquímicas relevantes en el estudio y las imperadas bajo las limitaciones de la normatividad legal nacional (Decreto 1594 de 1984) del Ministerio de Salud y las del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [1].

El diseño de resultados se basó en el cálculo del promedio aritmético de los datos obtenidos en el estudio, especialmente de las principales propiedades fisicoquímicas caracterizadas en los vertimientos de las actividades productivas de cada municipio (ganadera, panelera, porcícola, avícola, cafetera y plantas de sacrificio)[Anexo C].

3.1. MUNICIPIO DE ENCINO

Tabla 2. Pruebas realizadas en los vertimientos del municipio de Encino.

Promedio de las Características Fisicoquímicas Relevantes de los Vertimientos						
Actividad Productiva	p.H	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO ₃ /L]	D.B.O ₅ [mgO ₂ /L]	D.Q.O [mgO ₂ /L]	C.T [UFC/ml]
Ganadera	6,9	291	56	15,2	23,5	2.465
Panelera	6,7	296	44	14,1	19,6	1.740
Porcícola	6,8	456	56	562	889	41.560
Avícola	6,5	321	91	613	1.056	23.780
Cafetera	7,1	410	136	456	1.846	94.860
Planta de Sacrificio	7,3	3.856	416	8.142	22.521	56.780

S.T: Sólidos Totales

C.T: Coliformes Totales

Fuente: Laboratorio PSL PROANÁLISIS LTDA.

3.2. MUNICIPIO DE COROMORO

Tabla 3. Pruebas realizadas en los vertimientos del municipio de Coromoro.

Promedio de las Características Fisicoquímicas Relevantes de los Vertimientos						
Actividad Productiva	p.H	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO ₃ /L]	D.B.O ₅ [mgO ₂ /L]	D.Q.O [mgO ₂ /L]	C.T [UFC/ml]
Ganadera	7,1	1.227	206	621	1.087	21.520
Panelera	6,9	705	189	784	1.321	33.740
Porcícola	7,1	9.210	287	2.980	4.968	23.710
Avícola	6,9	1.300	158	781	1.451	15.620
Cafetera	6,7	1.225	71	794	1.324	9.870
Planta de Sacrificio	6,8	696	184	415	692	5.858

S.T: Sólidos Totales

C.T: Coliformes Totales

Fuente: Laboratorio PSL PROANÁLISIS LTDA.

3.3. MUNICIPIO DE CHARALÁ

Tabla 4. Pruebas realizadas en los vertimientos del municipio de Charalá.

Promedio de las Características Fisicoquímicas Relevantes de los Vertimientos						
Actividad Productiva	p.H	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO ₃ /L]	D.B.O ₅ [mgO ₂ /L]	D.Q.O [mgO ₂ /L]	C.T [UFC/ml]
Ganadera	6,3	4.191	101	6.295	14.491	23.650
Panelera	4,5	1.357	2,5	9.241	15.403	18.960
Porcícola	6,5	405	147	326	891	7.120
Avícola	5,2	78	0,56	29	51	4.890
Cafetera	6,8	609	109	418	710	21.580
Planta de Sacrificio	7,4	2.270	892	684	1.140	8.950

S.T: Sólidos Totales

C.T: Coliformes Totales

UFC: Unidad Formadora de Colonia

Fuente: Laboratorio PSL PROANÁLISIS LTDA.

3.4. MUNICIPIO DE OCAMONTE

Tabla 5. Pruebas realizadas en los vertimientos del municipio de Ocamonte.

Promedio de las Características Fisicoquímicas Relevantes de los Vertimientos						
Actividad Productiva	p.H	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO ₃ /L]	D.B.O ₅ [mgO ₂ /L]	D.Q.O [mgO ₂ /L]	C.T [UFC/ml]
Ganadera	5,4	116	2,3	8,0	11,6	2.036
Panelera	6,6	395	85	236	485	17.820
Porcícola	6,1	1.049	2,3	6,8	11,3	2.150
Avícola	5,9	55	7,6	8,6	14	1.640
Cafetera	6,9	148	32	11	19	3.879
Planta de Sacrificio	7,3	2.530	256	1.280	4.150	17.060

S.T: Sólidos Totales

C.T: Coliformes Totales

Fuente: Laboratorio PSL PROANÁLISIS LTDA.

3.5. MUNICIPIO DE PÁRAMO

Tabla 6. Pruebas realizadas en los vertimientos del municipio de Páramo.

Promedio de las Características Fisicoquímicas Relevantes de los Vertimientos						
Actividad Productiva	p.H	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO ₃ /L]	D.B.O ₅ [mgO ₂ /L]	D.Q.O [mgO ₂ /L]	C.T [UFC/ml]
Ganadera	6,7	282	23	98	145	11.320
Panelera	6,8	342	31	81	136	18.410
Porcícola	7,1	391	44	185	301	10.680
Avícola	7,1	300	74	158	321	1.140
Cafetera	6,9	547	203	201	316	7.410
Planta de Sacrificio	7,3	509	125	321	562	32.740

S.T: Sólidos Totales

C.T: Coliformes Totales

Fuente: Laboratorio PSL PROANÁLISIS LTDA.

3.6. MUNICIPIO DE VALLE DE SAN JOSÉ

Tabla 7. Pruebas realizadas en los vertimientos del municipio de Valle de San José.

Promedio de las Características Fisicoquímicas Relevantes de los Vertimientos						
Actividad Productiva	p.H	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO₃/L]	D.B.O₅ [mgO₂/L]	D.Q.O [mgO₂/L]	C.T [UFC/ml]
Ganadera	7,2	390	56	256	321	23.180
Panelera	6,9	625	125	236	417	14.580
Porcícola	6,9	538	36	185	321	11.630
Avícola	7,1	592	45	171	418	21.890
Cafetera	6,9	526	63	263	416	14.890
Planta de Sacrificio	7,3	517	44	189	287	30.180

S.T: Sólidos Totales

C.T: Coliformes Totales

Fuente: Laboratorio PSL PROANÁLISIS LTDA.

3.7. FUENTE HÌDRICA RÌO FONCE

Tabla 8. Pruebas realizadas sobre el río Fonce.

MUESTRA	p.H	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO₃/L]	D.B.O₅ [mgO₂/L]	D.Q.O [mgO₂/L]	C.T [UFC/ml]
RÍO FONCE 1	7,1	410	136	456	1.846	94.860
RÍO FONCE 2	6,8	772	321	621	941	36.140

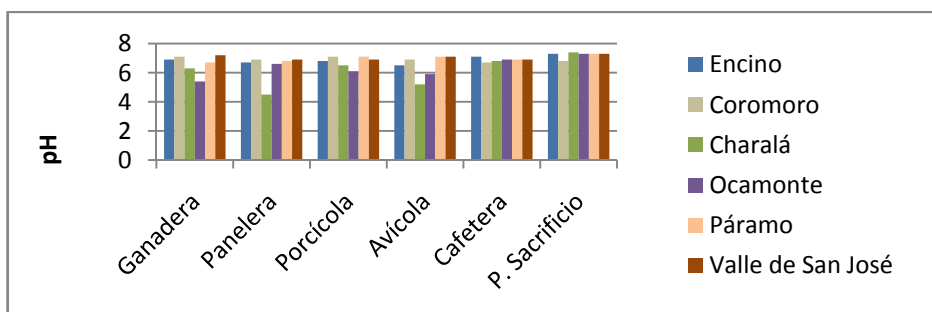
RÍO FONCE 1: Muestra tomada antes de vertimientos estudiados

RÍO FONCE 2: Muestra tomada después de vertimientos estudiados

Fuente: Laboratorio PSL PROANÁLISIS LTDA.

Comparación del pH y de los SÓLIDOS TOTALES (S.T) entre los municipios estudiados y su actividad productiva.

Figura 3. Comparación de pH entre los municipios de estudio y sus actividades productivas.

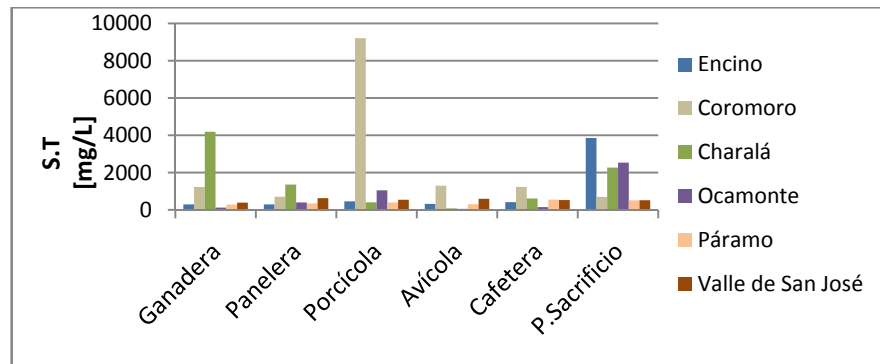


P.Sacrificio: Planta de Sacrificio

Fuente: Los Autores

En la *figura 3*, se observó que el pH encontrado en los vertimientos de los municipios experimentados tiene un valor máximo de 7,4 en la planta de sacrificio del municipio de Charalá, ajustándose al rango establecido por la normatividad (*valor máximo*: 9,0). Y a su vez presenta un valor mínimo de 4,5 en el sector productivo de panela en el mismo municipio; el cual no se encuentra dentro de los márgenes permitidos por la legalidad nacional (5 a 9) determinada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Octubre de 2010, esto se debe a la autodepuración de los mismos vertimientos.

Figura 4. Comparación de Sólidos Totales entre los municipios de estudio y sus actividades productivas.



S.T: Sólidos Totales

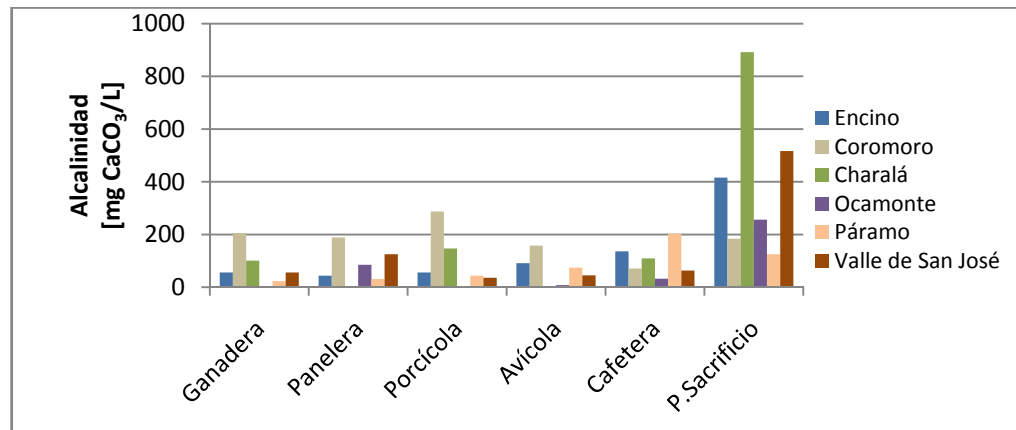
P.Sacrificio: Planta de Sacrificio

Fuente: Los Autores

Se percibió que la contaminación en el municipio de Coromoro referente a la producción *porcícola* eleva el promedio de *sólidos totales* (S.T) respecto a los demás municipios objeto de estudio, arrojando un valor exagerado de 9.210 [mg/L] y que de acuerdo al Decreto 1594 de 1984 (Artículos 72 y 73), sobrepasa los niveles reglamentarios regidos por un *valor máximo* de 500 [mg/L].

Comparación de la **ALCALINIDAD** y **de I.D.B.O5** entre los municipios estudiados y su actividad productiva.

Figura 5. Comparación de la Alcalinidad entre los municipios de estudio y sus actividades productivas.



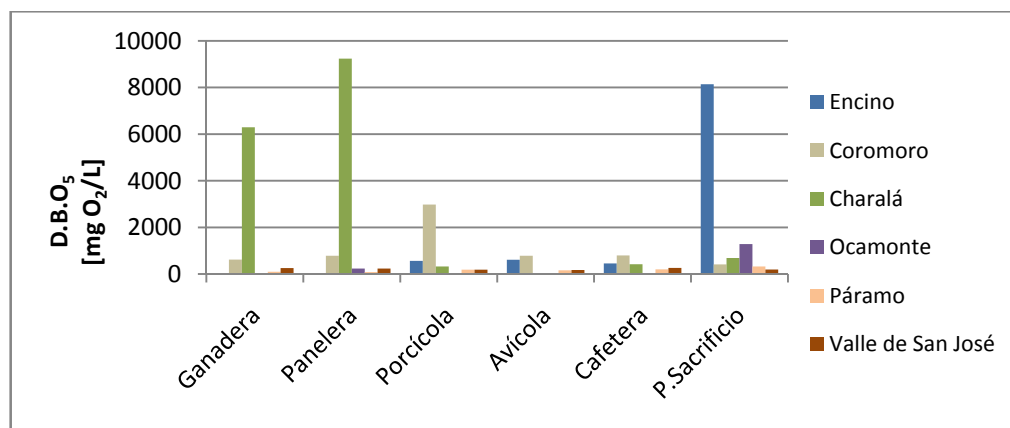
P.Sacrificio: Planta de Sacrificio

Fuente: Los Autores

La *figura 5*, demostró que en los municipios analizados, la *alcalinidad* más notable de los vertimientos se encuentra reflejada por la *planta de sacrificio* del municipio de Charalá, con un valor de 892 [mg CaCO₃/L]. Indicando una *alta*⁶ *capacidad* para neutralizar los ácidos presentes en el agua y sirviendo como fuente de reserva para la realización de fotosíntesis, permitiendo así la conservación de los ecosistemas existentes.

⁶ Alta capacidad: mayor a 150 [mg CaCO₃/L]; Media Capacidad: 75 – 150 [mgCaCO₃/L]; Baja Capacidad: menor a 75 [mg CaCO₃/L].

Figura 6. Comparación de $D.B.O_5$ entre los municipios de estudio y sus actividades productivas.



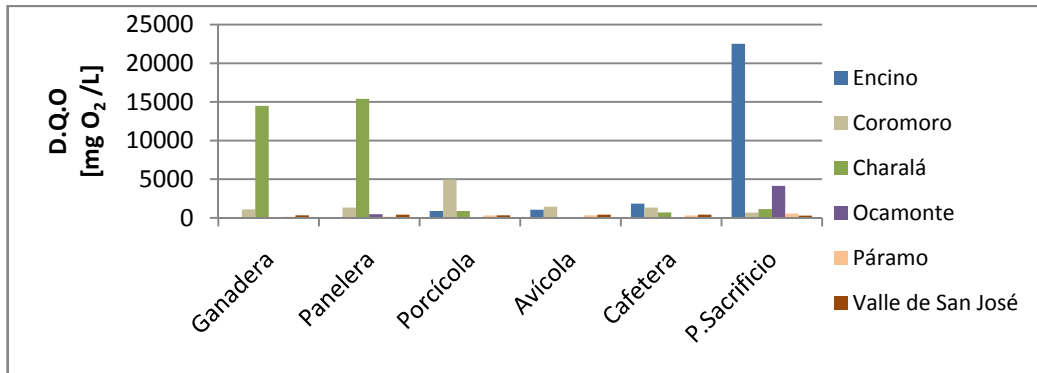
D.B.O₅: Demanda Bioquímica de Oxígeno

Fuente: Los Autores

Se expuso en la *figura 6* la elevada *demanda bioquímica de oxígeno ($D.B.O_5$)* que presentan los vertimientos de los diferentes municipios, especialmente Charalá y Encino. En Charalá la producción *panelera* y *ganadera* mostraron valores de 9.241 y 6.295 [mg O₂/L] respectivamente. El municipio de Encino presentó en la planta de sacrificio un $D.B.O_5$ de 8.142 [mg O₂/L]. Valores que se encuentran por encima de los permisibles (300 [mg O₂/L]) por el decreto 1594 de 1984 de la normatividad colombiana. Lo que indica que para lograr una buena degradación biológica de materia orgánica en el agua, se requiere de una cantidad exuberante de oxígeno.

Comparación del D.Q.O y los COLIFORMES TOTALES (C.T)entre los municipios estudiados y su actividad productiva.

Figura 7. Comparación de D.Q.O. entre los municipios de estudio y sus actividades productivas.



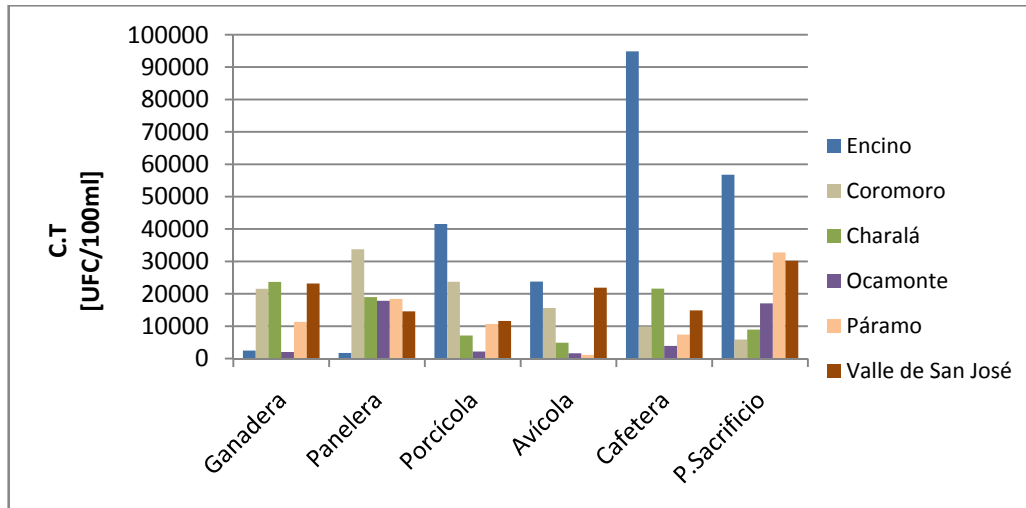
D.Q.O: Demanda Química de Oxígeno

Fuente: Los Autores

Se determinó que los municipios que presentan mayor *demanda química de oxígeno (D.Q.O)*son: Encino en *suplanta de sacrificio* con un valor de 22.521[mg O₂/L] y Charalá en las actividades productivas de *panela* y *ganadería* con valores de 15.403 y 14.491[mg O₂/L] respectivamente. Demostrando de ésta manera que sobrepasan el valor permitido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial que tiene un *límite* de 800 [mg O₂/L].También es importante destacar que los municipios de *Coromoro* y *Ocamonte* se encuentran por encima del límite establecido por la ley, pero no tan extremadamente como Encino y Charalá.

Se comprobó que los únicos municipios que cumplen a cabalidad con la normatividad legal son: *El Páramo* y *Valle de San José*, emitiendo valores por debajo de 800 [mg O₂/L] en todos los vertimientos generados por sus actividades productivas.

Figura 8. Comparación de Coliformes Totales entre los municipios de estudio y sus actividades productivas.



C.T: Coliformes Totales

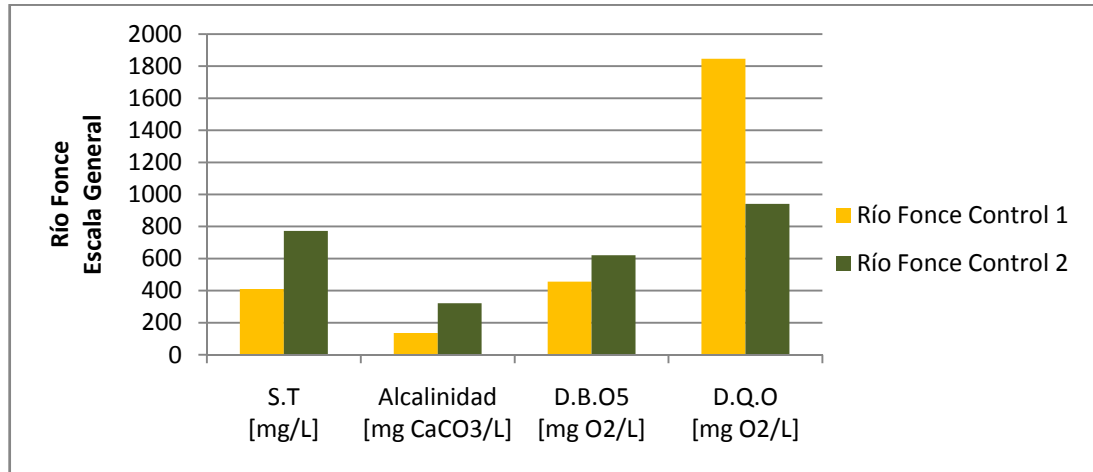
UFC: Unidad Formadora de Colonia

Fuente: Los Autores

Se identificó la presencia de *coliformes totales* (C.T) en todas las muestras analizadas. Reconociendo que la legislación nacional con decreto 1594 de 1.984 establece para ésta propiedad fisicoquímica un máximo de 20.000 [UFC/100ml] y que el único municipio que cumple con la norma en todas sus actividades de carácter productivo, es el municipio de *Ocamonte*. Además se resalta que el municipio de Encino, presenta un exagerado valor (94.860 [UFC/100ml]) comparado con el que rige la reglamentación constitucional.

Principales Propiedades Fisicoquímicas Evaluadas en el Río Fonce.

Figura 9. Principales Propiedades Fisicoquímicas Evaluadas en el Río Fonce.



Río Fonce Control 1: Muestra tomada antes de la caracterización de los vertimientos estudiados.

Río Fonce Control 2: Muestra tomada después de la caracterización de los vertimientos estudiados.

Fuente: Los Autores

Se notó que las propiedades fisicoquímicas que tuvieron mayor impacto en el río Fonce estuvieron determinadas por: los *sólidos totales (S.T)*, la *alcalinidad*, la *demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O₅)* y la *demanda química de oxígeno (D.Q.O)*.

También es importante aclarar que se estudiaron otras propiedades como el p.H y los coliformes totales (C.T) en el río Fonce, pero en vista de que éstas no tenían diferencia significativa en sus valores, no se presentaron en el gráfico anterior.

Se distinguió que al tomar dos puntos de control en el río Fonce, los *sólidos totales (S.T)* antes y después de la caracterización de los vertimientos estudiados, pasaron de 410 a 772 [mg/L], la *alcalinidad* pasó de 136 a 321 [mg CaCO₃/L], el *D.B.O₅* saltó de 456 a 621 [mg O₂/L] y el *D.Q.O* tuvo una disminución de 1.846 a 941 [mg O₂/L]. Esto significa que debido a las actividades económicas y

productivas, la cuenca del río Fonce presenta una alta contaminación ambiental y es un área desprotegida que desconoce los planes de manejo y seguimiento de los vertimientos municipales (PSMV), afectando de este modo el aprovechamiento del recurso hídrico departamental.

CONCLUSIONES

- ✓ Los vertimientos generados por las actividades productivas de los municipios de Encino, Coromoro, Charalà, Ocamonte, Páramo y Valle de San José, causan una alteración en la cuenca del río Fonce, mostrando que no se está cumpliendo con la normatividad legal y la exigida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial para hacer uso del recurso en la zona establecida.

- ✓ El incremento de sólidos disueltos y flotantes de 410 a 772 [mg/L] en el cuerpo de agua, refleja el descuido que tienen los vertimientos y el río Fonce, contribuyendo a testificar que existe un mal seguimiento circunstancial en el entorno y falta de educación ambiental.

- ✓ Con base en el río Fonce las aguas estudiadas dan las características de no aptas para consumo, debido a que presentan un p.H de 6,8, D.B.O₅ de 621 [mg O₂/L], alcalinidad de 321 [mg CaCO₃/L], D.Q.O de 941 [mg O₂/L] y coliformes totales de 36.140 [UFC/100ml]. Indicando que sobrepasan los niveles reglamentados por el Decreto 1594 de 1.984 y los exigidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda previo tratamiento de las aguas estudiadas con el fin de disminuir la contaminación ambiental. El proceso de tratamiento que se les dé a dichas aguas, debe estar dirigido por personal profesional que conozca del tema, que contribuyan al mejoramiento y a la recuperación de las aguas, con el objetivo de que sean aptas para uso doméstico, actividades en general y principalmente destinadas para el consumo humano.
- ✓ Generar concientización en la población, realizar el control y la vigilancia necesaria para lograr metas de descontaminación e implementación gradualmente de sistemas pertinentes para el tratamiento de aguas existentes.
- ✓ Los vertimientos generados por las actividades económicas no poseen tratamiento o el que lo tiene no cumple con las exigencias de la normatividad existente en Colombia, lo que genera que se viertan directamente a la fuente y alteren los parámetros permisibles del sistema.
- ✓ Se recomienda que las autoridades ambientales reglamenten el recurso hídrico y exijan a las entidades ambientales encargadas, que instalen y hagan cumplir los estatutos acordes para la preservación de la fuente hídrica de la cuenca del río Fonce.

BIBLIOGRAFIA

[1]. COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Decreto 1594 (26 junio, 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la ley 09 de 1979, así como el capítulo II del Título VI – Parte III – Libro II y el Título III de la parte III – Libro I – del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a Usos del Agua y Residuos Líquidos. Bogotá D.C., 1984.

[2]. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del Río Fonce. Departamento de Santander. San Gil, Santander, 2010.

[3]. COLOMBIA. DEPARTAMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DEL MEDIO AMBIENTE. Resolución 1074 (28 octubre, 1997). Por la cual se establecen los estándares ambientales en materia de vertimientos. Bogotá D.C., 1997.

[5]. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER. Anexo Técnico: Requerimientos Técnicos: Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hídrica del Río Fonce. Departamento de Santander [online]. Corporación Autónoma Regional de Santander [San Gil, Santander]: www.cas.gov.co, 2010 [citado 3 de diciembre de 2010]. Disponible en Internet: <http://www.cas.gov.co/2170/modules/anexos/anexos/CM-006-2010/3/6/66/ANEXO%20TECNICO.pdf>

[6]. RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ. Manual de ecología microbiana: Parametros Físico-químicos: Alcalinidad [online]. Recinto Universitario de Mayagüez [Mayagüez, Puerto Rico]: www.uprm.edu, 2007 [citado 5 de enero de

2011]. Disponible en Internet: www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alcalinidad.pdf

[7]. HENAO SARMIENTO, J.S. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Bogotá: Universidad Santo Tomás. 1989. et al.

[8]. IDEAM. Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas [online]. Universidad Sergio Arboleda [Bogotá, Colombia]: www.usergioarboleda.edu.co, 2010.[citado 6 de diciembre de 2010]. Disponible en Internet:

http://www.usergioarboleda.edu.co/POSTGRADOS/material_recursosnaturales/guiaparatomademuestrasdeaguasIDEAM.pdf

ANEXOS

ANEXO A: MAPAS DE LOCALIZACIÓN Y MUESTREOS SOBRE LA CUENCA DEL RÍO FONCE

A continuación se presenta el mapa correspondiente a la ubicación geográfica de los municipios de Encino, Coromoro, Charalá, Ocamonte, Páramo y Valle de san José.

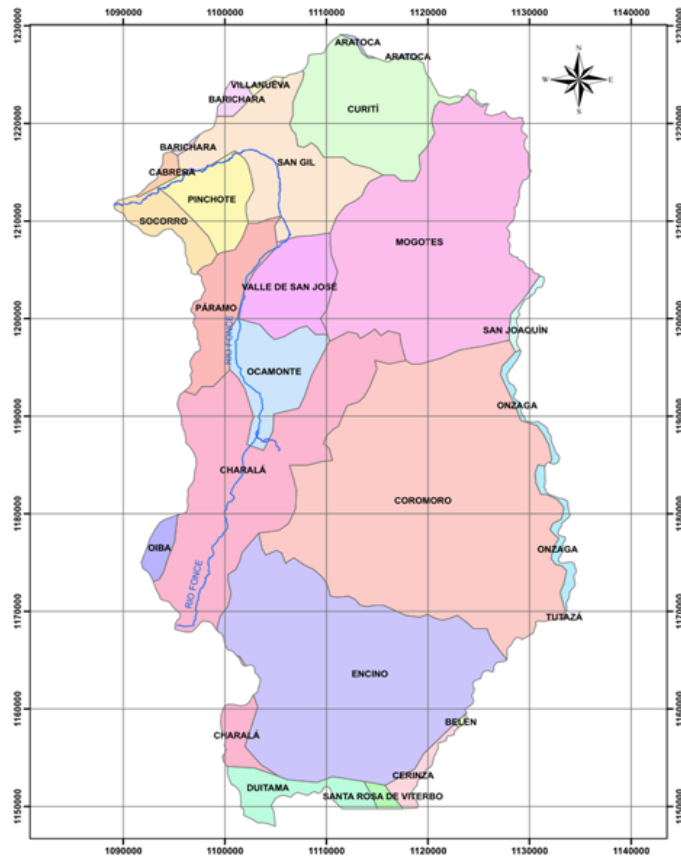
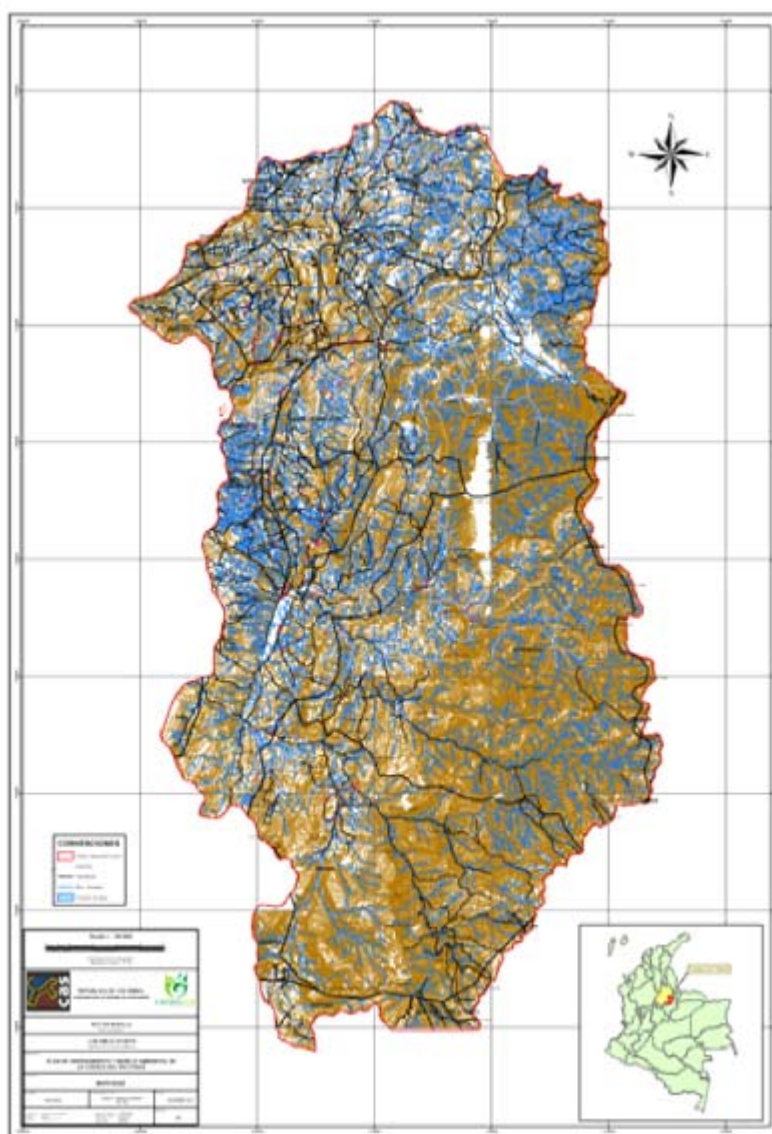


Figura A 1. Mapa localización de los municipios de Encino, Coromoro, Charalá, Ocamonte, Páramo y Valle de San José sobre la cuenca del Río Fonce.

La forma como se identificaron los puntos críticos, en los cuales se tomaron las muestras correspondientes, fueron a través de reuniones programadas en cada una de las alcaldías con el alcalde, el secretario de planeación, los concejales, los presidentes de las Juntas de Acción y Comunal y los habitantes interesados. Identificando focos de gran contaminación para hacer los respectivos muestreos.

Figura A 2. Mapa de ubicación de los puntos donde se tomaron las muestras sobre la cuenca.



ANEXO B: RELACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ENCINO Y COROMORO, VEREDAS Y PUNTOS DE MUESTREO.

Tabla B1. Relación de los puntos de muestreo en Encino y Coromoro.

Municipio **ENCINO**

VEREDA	FINCA	PROPIETARIO	ACTIVIDAD	CAUDAL (L/s)	CUERPO RECEPTOR	COORDENADAS				ALTURA (m.s.n.m.)	MUESTRA
						N		W			
						Grados °	minutos	Grados	Minutos		
Río Negro	Medio Rios	Luis Eduardo León	Café-ganadera	0,92	Quebrada Calapala	6	7,376	73	6,618	1659	30
Río Negro	San Rafael	Juan Nepomuceno Vega	Panelera	0,115	San Rajaleña	6	6,737	73	6,915	1703	31
La Chapa	La primavera	Eliodoro Díaz Díaz	Panelera-cafetera	0,069	Quebrada El monte	6	7,669	73	7,259	1670	32
Centro	La Rosalía	Roberto Dueñas	Ganadera-panelera	0,071	Río Pienta	6	8,145	73	6,723	1586	33
Centro	Granja Educativa	Colegio Tecnico Agropecuario	Porcícola-avícola	0,118	Río Guacha	6	8,268	73	5,913	1870	34
Cabuya	Los curos	Martín Hernandez	Panelera-cafetera	0,098	Río Guacha	6	7,419	73	5,082	1736	35
Centro	Planta Sacrificio Municipal	Municipal	Planta Sacrificio	0,087	Ptar	6	8,231	73	5,977	1859	36

Municipio **COROMORO**

VEREDA	FINCA	PROPIETARIO	ACTIVIDAD	CAUDAL (L/s)	CUERPO RECEPTOR	COORDENADAS				ALTURA (m.s.n.m.)	MUESTRA
						N		W			
						Grados °	minutos	Grados	Minutos		
San José	San José	Rubiela Díaz	Porcícola	0,055	Río Llama	6	17,386	73	3,08	1473	24
El centro	Recomba	Indanecio Montañéz	Cafetera-porcícola	0,098	La Cepera	6	17,839	73	2,681	1604	25
La mina	El naranjito	Juan Perea	Ganadera-panelera	0,11	Quebrada la mina	6	17,072	73	1,162	1694	27
La mina	El contento	Ariosto Albino Cáceres	Multipropósito	0,028	Quebrada la mina	6	16,45	73	0,715	1638	28
Guachavita	Cimitarra	Erminia Samacá	Panelera-cafetera	0,115	Guachavita	6	15,957	73	0,53	1665	29
La laguna	La Palmira	Antonio Suarez Niño	Cafetera-porcícola-ganadera	0,089	Río Llama	6	18,681	73	1,226	1786	54
El centro	La cuadra	Parminio Ariza Marín	Porcícola-cafetera	0,085	La Cepera	6	17,695	73	2,567	1545	55

Fuente: Los Autores

Tabla B 2. Relación de los puntos de muestreo en Charalá y Ocamonte.

Municipio **CHARALÁ**

VEREDA	FINCA	PROPIETARIO	ACTIVIDAD	CAUDAL (L/s)	CUERPO RECEPTOR	COORDENADAS				ALTURA (m.s.n.m.)	MUESTRA
						N Grados °	minutos	W Grados	Minutos		
Palma 1	San Isidro	Santos Maria Gallo	Porcícola-cafetera	0,088	Quebrada la Carpintera	6	14,64	73	9,25	1400,1	1
Chonrriche	Los naranjos	Luis Evelio Rincón	Avícola-cafetera	0,075	El encino	6	15,097	73	8,594	1454	2
Carrillo	Puntezuela	Gustavo Arenas	Panelera	0,038	Puntezuela-Conclina	6	10,69	73	9,789	1474	3
Palma 1	La Carpintera	Aidé Méndez Acevedo	Porcícola	0,038	Puente de Arco	6	15,691	73	9,377	1341	4
Palma 1	San Pedro	Gricelda Pico	Ganadera	0,045	Puente de Arco	6	15,734	73	9,372		5
Lágrima baja	Saladero	Maria---	Saladero cueros	0,025	Río Pienta	6	17,191	73	9,139	1260	6
Resguardo	Avispa Fundición	José Elí Arenas	Panelera	0,044	Río Chagres	6	15,59	73	6,541	1323	7
Resguardo	Los Cinchos	Lilia Silva Arenas	Panelera	0,244	Cuerpo abierto	6	15,359	73	7,278	1543	8
Capellanía	Betania	Hernando Gómez	Ganadería	0,012	Río Táquiza	6	17,106	73	7,523	1275	9
San Cayetano	La Esperanza	Hernando Correa	Ganadera-cafetera	0,108	Perendengese	6	19,53	73	4,456	1616	10
La Herrerita	La Zanguina	Serafín Martínez	Ganadera-avícola	0,082	La zanguina-potrera	6	17,025	73	9,325	1273	11
Casco Urbano	Planta sacrificio municipal	Municipio	Planta sacrificio	0,102	Río Pienta	6	17,58	73	9,094	1295	12
Palma 1	Tegasa	Pedro Pablo Verdugo	Ganadería	0,116	Quebrada la Carpintera	6	15,527	73	9,419	1319	13
Puneral	La Aguabuena	Laureano Vega	Ganadera-equina	0,029		6	17,187	73	7,882	1315	26

Municipio **O CAMONTE**

VEREDA	FINCA	PROPIETARIO	ACTIVIDAD	CAUDAL (L/s)	CUERPO RECEPTOR	COORDENADAS				ALTURA (m.s.n.m.)	MUESTRA
						N Grados °	minutos	W Grados	Minutos		
San Rafael	Capellanía	Jaime Enrique Mejía	Panelera	0,041	Moraría	6	21,918	73	6,139	1562	14
Guaduas	Árbol solo	Jaime Arenas	Panelera	0,052	Cujón-moraría	6	21,049	73	7,36	1462	15
Puentes	Patio brujas	Eliseo Pilonieta	Panelera	0,049	Campo abierto	6	29,919	73	8,462	1571	16
Cañada	Villa Samanta	Sonia Lizarazo	Ganadera	0,073	Mata guadua	6	19,377	73	8,004	1515	17
Buenavista	Buenavista	Ancelmo Marín	Panelera	0,062	Quebrada Negra	6	19,632	73	7,612	1540	18
Buenavista	El Roble	Jhon Arbey Quintero	Avícola	0,023	Quebrada Negra	6	19,583	73	7,641	1534	19
Buenavista	Los Guayabales	Aureliano Mejía	Multipropósito	0,071	Moraría	6	19,605	73	7,725	1522	20
Cañada	La Orduña	Marta Cecilia Sanabria	Cafetera	0,091	La Orduña	6	18,771	73	8,083	1525	21
Casco Urbano	Planta sacrificio municipal	Municipio	Planta sacrificio	0,107	Moraría	6	20,444	73	7,412	1404	22,23
Las Florez	Los Arrayanes	José Alirio Arenas	Panelera	0,058		6	21,926	73	8,345	1658	56
El río	Macanal	Andres Rivero	Panelera-ganadera	0,063	Río Táquiza	6	17,799	73	8,251	1318	57

Fuente: Los Autores

Tabla B 3. Relación de los puntos de muestreo en Páramo y Valle de San José.

Municipio **PÁRAMO**

VEREDA	FINCA	PROPIETARIO	ACTIVIDAD	CAUDAL (L/s)	CUERPO RECEPTOR	COORDENADAS				ALTURA (m.s.n.m.)	MUESTRA
						N	W				
						Grados °	minutos	Grados	Minutos		
Juan Curi	El Palenque	Luis Jesús Linares	Panelera-cafetera	0,06	Río Fonce	6	21,904	73	9,818	1235	37
La lajita	La lajita	Tecla Rueda de Barrera	Panelera-cafetera-ganadera	0,082	Quebrada La murciélagu	6	25,039	73	10,882	1514	38
Olla de San José	Triunfo	Socorro Carreño Miranda	Panelera-ganadera-cafetera	0,0528	Quebrada La Sanchez	6	25,766	73	12,11	1610	39
La lajita	El Cerco	Judith Parra de Barrera	Panelera-cafetera	0,053	Quebrada La Snachez	6	25,506	73	12,076	1667	40
Juan Curi	Juan Curi	Avifonce S.A.	Avicola	0,076	Quebrada La Paramilla	6	21,508	73	11,129	1682	41
Juan Curi	Juan Curi	Avifonce S.A.	Avicola	0,054	Quebrada La Paramilla	6	21,508	73	11,129	1682	42
Palmarito	Caracol	Misael Rojas	Panelera-ganadera	0,068	Quebrada La Chapa	6	22,597	73	10,658	1479	43
La palmita	Mérida	Efigenio Barrera	Panelera	0,076	Río Fonce	6	26,505	73	9,328	1195	44
Pedregal bajo	Santa Rita	Aliría Lopez	Panelera	0,062	Quebrada Santa Rita	6	22,751	73	9,886	1234	56

Municipio **VALLE DE SAN JOSÉ**

VEREDA	FINCA	PROPIETARIO	ACTIVIDAD	CAUDAL (L/s)	CUERPO RECEPTOR	COORDENADAS				ALTURA (m.s.n.m.)	MUESTRA
						N	W				
						Grados °	minutos	Grados	Minutos		
Piedra de rayo	Villa Madrigal	Adriana Higuera	Porcicola-agricola	0,041	Quebrada Sabacuta	6	27,205	73	7,876	1477	45
Piedra de rayo	Santa Bárbara	Alvaro Uribe	Panelera-cafetera-ganadera	0,082	Quebrada Sabacuta	6	26,582	73	7,472	1480	46
San Isidro	Sircacias	Moises Hernandez	Cafetera	0,076	Quebrada La sircacia	6	27,232	73	6,047	1661	47
San Isidro	La Esperanza	Flor Alba Melgarejo	Panelera-cafetera	0,095	Quebrada La sircacia	6	26,917	73	6,584	1527	48
Recodo	Canastilla	Carlos Acosta	Panelera	0,02	Río Mogotico	6	28,859	73	6,16	1191	49
Recodo	El quinto	Roberto Melgarejo	Panelera-ganadera	0,034	Río Mogotico	6	28,94	73	5,842	1188	50
El morro	El morro	Oswaldo Acosta	Panelera-cafetera	0,057	Quebrada Sabacuta	6	27,838	73	6,018	1582	51
La Esmeralda	Puente de Arco	Amalia Carreño	Panelera-Cafetera	0,72	Río Guadrue	6	28,644	73	4,472	1239	52
Recodo	El Pedregal	Miguel Antonio Pinto	Agricultura-ganaderia	0,121	Río Mogotico	6	28,792	73	6,714	1162	53

Fuente: Los Autores

ANEXO C: CÁLCULO DE LOS PROMEDIOS ARITMÉTICOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LOS VERTIMIENTOS DE ACUERDO A LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA DE CADA MUNICIPIO.

Municipio de Encino.

Tabla C 1. Características Físicoquímicas Relevantes de los Vertimientos en Encino.

Actividad Productiva	pH	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO ₃ /L]	D.B.O ₅ [mgO ₂ /L]	D.Q.O [mgO ₂ /L]	C.T [UFC/ml]
Ganadera	6,8	289	55	15,0	22,4	2.560
	7,0	293	57	15,4	24,6	2.370
Promedio Aritmético	6,9	291	56	15,2	23,5	2.465
Panelera	6,7	294	45	14,0	19,8	1.760
	6,7	298	43	14,2	19,4	1.720
Promedio Aritmético	6,7	296	44	14,1	19,6	1.740
Porcícola	6,9	450	58	524	892	40.100
	6,7	462	54	600	886	43.020
Promedio Aritmético	6,8	456	56	562	889	41.560
Avícola	6,6	322	94	625	1.062	24.320
	6,4	320	88	605	1.050	23.240
Promedio Aritmético	6,5	321	91	613	1.056	23.780
Cafetera	7,3	428	135	423	1.787	93.280
	6,9	392	137	489	1.905	96.440
Promedio Aritmético	7,1	410	136	456	1.846	94.860
Planta de Sacrificio	7,4	3.742	412	8.320	21.322	54.570
	7,2	3.9970	420	7.964	23.720	58.990
Promedio Aritmético	7,3	3.856	416	8.142	22.521	56.780

S.T: Sólidos Totales

C.T: Coliformes Totales

Fuente: Los Autores

Municipio de Coromoro.

Tabla C 2. Características Fisicoquímicas Relevantes de los Vertimientos en Coromoro.

Actividad Productiva	pH	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO ₃ /L]	D.B.O ₅ [mgO ₂ /L]	D.Q.O [mgO ₂ /L]	C.T [UFC/ml]
Ganadera	7,4	1.148	203	597	995	22.802
	6,8	1.306	209	645	1.179	20.238
Promedio Aritmético	7,1	1.227	206	621	1.087	21.520
Panelera	6,7	700	185	736	1.494	30.285
	7,1	710	193	832	1.148	37.195
Promedio Aritmético	6,9	705	189	784	1.321	33.740
Porcícola	7,2	9.298	258	2.746	4.563	22.340
	7,0	9.122	316	3.214	5.373	25.080
Promedio Aritmético	7,1	9.210	287	2.980	4.968	23.710
Avícola	6,8	1.125	137	752	1.294	14.895
	7,0	1.475	179	810	1.608	16.345
Promedio Aritmético	6,9	1.300	158	781	1.451	15.620
Cafetera	6,8	1.330	75	901	1.435	10.216
	6,6	1.120	67	687	1.213	9.524
Promedio Aritmético	6,7	1.225	71	794	1.324	9.870
Planta de Sacrificio	6,7	653	168	396	645	5.627
	6,9	739	200	434	739	6.089
Promedio Aritmético	6,8	696	184	415	692	5.858

S.T: Sólidos Totales

C.T: Coliformes Totales

Fuente: Los Autores

Municipio de Charalá.

Tabla C 3. Características Físicoquímicas Relevantes de los Vertimientos en Charalá.

Actividad Productiva	pH	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO ₃ /L]	D.B.O ₅ [mgO ₂ /L]	D.Q.O [mgO ₂ /L]	C.T [UFC/ml]
Ganadera	6,4	4.354	97	6.113	13.847	27.064
	6,2	4.028	105	6.477	15.135	20.236
Promedio Aritmético	6,3	4.191	101	6.295	14.491	23.650
Panelera	4,7	1.195	2,8	9.545	15.236	18.724
	4,3	1.519	2,2	8.937	15.570	19.196
Promedio Aritmético	4,5	1.357	2,5	9.241	15.403	18.960
Porcícola	6,3	432	155	294	853	6.857
	6,7	378	139	358	929	7.383
Promedio Aritmético	6,5	405	147	326	891	7.120
Avícola	4,6	72	0,47	26	48	4.322
	5,8	84	0,65	32	54	5.458
Promedio Aritmético	5,2	78	0,56	29	51	4.890
Cafetera	6,5	589	97	403	694	19.822
	7,1	629	121	433	726	23.338
Promedio Aritmético	6,8	609	109	418	710	21.580
Planta de Sacrificio	7,7	2.256	949	716	1.230	8.726
	7,1	2.284	835	652	1.050	9.174
Promedio Aritmético	7,4	2.270	892	684	1.140	8.950

S.T: Sólidos Totales

C.T: Coliformes Totales

Fuente: Los Autores

Municipio de Ocamonte.

Tabla C 4. Características Fisicoquímicas Relevantes de los Vertimientos en Ocamonte.

Actividad Productiva	pH	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO ₃ /L]	D.B.O ₅ [mgO ₂ /L]	D.Q.O [mgO ₂ /L]	C.T [UFC/ml]
Ganadera	5,5	112	2,1	7,4	10,9	1.989
	5,3	120	2,5	8,6	12,3	2.083
Promedio Aritmético	5,4	116	2,3	8,0	11,6	2.036
Panelera	6,7	450	82	223	425	17.642
	6,5	340	88	249	545	17.998
Promedio Aritmético	6,6	395	85	236	485	17.820
Porcícola	6,0	997	2,2	6,7	11	1.980
	6,2	1.101	2,4	6,9	11,6	2.320
Promedio Aritmético	6,1	1.049	2,3	6,8	11,3	2.150
Avícola	5,5	59	7.8	8,8	13,6	1.365
	6,3	51	7.4	8,4	14,4	1.915
Promedio Aritmético	5,9	55	7.6	8,6	14	1.640
Cafetera	6,8	132	27	9,7	15	3.576
	7,0	164	37	12,3	23	4.182
Promedio Aritmético	6,9	148	32	11	19	3.879
Planta de Sacrificio	7,4	2.325	243	1.363	4.024	16.874
	7,2	2.735	269	1.197	4.276	17.246
Promedio Aritmético	7,3	2.530	256	1.280	4.150	17.060

S.T: Sólidos Totales

C.T: Coliformes Totales

Fuente: Los Autores

Municipio de Páramo.

Tabla C 5. Características Fisicoquímicas Relevantes de los Vertimientos en el Páramo.

Actividad Productiva	pH	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO ₃ /L]	D.B.O ₅ [mgO ₂ /L]	D.Q.O [mgO ₂ /L]	C.T [UFC/ml]
Ganadera	6,6	275	20	107	136	11.140
	6,8	289	26	89	154	11.500
Promedio Aritmético	6,7	282	23	98	145	11.320
Panelera	6,7	322	34	83	130	18.752
	6,9	362	28	79	142	18.068
Promedio Aritmético	6,8	342	31	81	136	18.410
Porcícola	7,0	372	47	201	296	10.223
	7,2	410	41	169	306	11.137
Promedio Aritmético	7,1	391	44	185	301	10.680
Avícola	6,8	275	77	143	311	1.050
	7,4	325	71	173	331	1.225
Promedio Aritmético	7,1	300	74	158	321	1.140
Cafetera	6,7	568	209	211	327	7.495
	7,1	526	197	191	305	7.325
Promedio Aritmético	6,9	547	203	201	316	7.410
Planta de Sacrificio	7,2	502	114	326	592	30.710
	7,4	516	136	316	532	34.770
Promedio Aritmético	7,3	509	125	321	562	32.740

S.T: Sólidos Totales

C.T: Coliformes Totales

Fuente: Los Autores

Municipio de Valle de San José.

Tabla C 6. Características Fisicoquímicas Relevantes de los Vertimientos en el Valle de San José.

Actividad Productiva	pH	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO ₃ /L]	D.B.O ₅ [mgO ₂ /L]	D.Q.O [mgO ₂ /L]	C.T [UFC/ml]
Ganadera	7,3	363	64	285	315	21.240
	7,1	417	48	227	327	25.120
Promedio Aritmético	7,2	390	56	256	321	23.180
Panelera	6,8	588	113	227	394	13.870
	7,0	662	137	245	440	15.290
Promedio Aritmético	6,9	625	125	236	417	14.580
Porcícola	7,0	554	40	198	330	12.663
	6,8	522	32	172	312	10.597
Promedio Aritmético	6,9	538	36	185	321	11.630
Avícola	7,5	532	41	151	403	18.953
	6,7	652	49	191	433	24.827
Promedio Aritmético	7,1	592	45	171	418	21.890
Cafetera	7,0	510	67	224	404	13.782
	6,8	542	59	302	428	15.998
Promedio Aritmético	6,9	526	63	263	416	14.890
Planta de Sacrificio	7,1	546	40	202	303	28.740
	7,5	488	48	176	271	31.620
Promedio Aritmético	7,3	517	44	189	287	30.180

S.T: Sólidos Totales

C.T: Coliformes Totales

Fuente: Los Autores

Fuente Hídrica Río Fonce.

Tabla C 7.Características Fisicoquímicas Relevantes Sobre el Río Fonce.

Muestra	pH	S.T [mg/L]	Alcalinidad [mgCaCO₃/L]	D.B.O₅ [mgO₂/L]	D.Q.O [mgO₂/L]	C.T [UFC/ml]
Río Fonce 1	7,3	396	128	435	1.872	97.324
	6,9	424	144	477	1.820	92.396
Promedio Aritmético	7,1	410	136	456	1.846	94.860
Río Fonce 2	6,9	793	347	645	960	39.024
	6,7	751	295	597	922	33.256
Promedio Aritmético	6,8	772	321	621	941	36.140

S.T: Sólidos Totales

C.T: Coliformes Totales

Fuente: Los Autores