



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

TESIS DE GRADO

TEMA:

“CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES QUE DESCARGAN EN LA QUEBRADA COMPADRE HUAYCO, PARA MITIGAR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, EN EL BARRIO NUESTRO PUEBLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

Trabajo de investigación previo a la obtención de Título de Ingeniero en Medio Ambiente

Autor: Alex Santiago Chicaiza Tipán

Director: Ing. Adán Herrera

Latacunga - Ecuador

Febrero 2014

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **CHICAIZA TIPÁN ALEX SANTIAGO**; declaro bajo juramento que el trabajo descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada en ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración cedo mi derecho de propiedad intelectual correspondiente a lo desarrollado en este trabajo, a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, según lo establecido por la ley de la propiedad intelectual, por su reglamento y por su normativa institucional vigente.

POSTULANTE:

Chicaiza Tipán Alex Santiago.

C.I. 050312220-2

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ing. Adán Herrera, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la presente Tesis de Grado: **“CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES QUE DESCARGAN EN LA QUEBRADA COMPADRE HUAYCO, PARA MITIGAR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, EN EL BARRIO NUESTRO PUEBLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI.”**

De autoría del señor Chicaiza Tipán Alex Santiago de la especialidad de Ingeniería en Medio Ambiente.

CERTIFICO: Que ha sido prolijamente realizada las correcciones emitidas por el Tribunal de Tesis. Por tanto Autorizo la presentación de este empastado; mismo que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

Ing. Adán Herrera.

DIRECTOR DE TESIS



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES**

LATACUNGA-COTOPAXI-ECUADOR

CERTIFICACIÓN

En calidad de miembros del tribunal para el acto de Defensa de Tesis del Sr. postulante: **Chicaiza Tipán Alex Santiago** con el tema: **“CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES QUE DESCARGAN EN LA QUEBRADA COMPADRE HUAYCO, PARA MITIGAR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, EN EL BARRIO NUESTRO PUEBLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI.”**, se emitieron algunas sugerencias, mismas que han sido ejecutadas a entera satisfacción, por lo que autorizamos a continuar con el trámite correspondiente.

Ing. Renan Lara

Presidente del Tribunal

Msc. Patricio Clavijo

Miembro del Tribunal

Ing. Eduardo Cajas

Opositor del Tribunal

CERTIFICACIÓN SUMMARY

Yo, **Lic. Patricia Marcela Chacón Porras** con cédula de identidad N° **0502211196** en mi calidad de profesora del idioma inglés de la Universidad Técnica de Cotopaxi, certifico haber revisado el resumen de la tesis Alex Santiago Chicaiza Tipán, egresado de la Unidad Académica en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Dejando el contenido bien estructurado y libre de errores.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, el interesado puede hacer uso del presente documento como crea conveniente.

Lo certifico:

Lic. Patricia Marcela Chacón Porras

CI. N° 0502211196

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a mis queridos padres: Alfonso y Lucía ya que con el esfuerzo de ellos me permitieron estudiar, quienes supieron darme la fuerza suficiente para superar cada uno de los obstáculos presentados, que con infinito amor supieron guiarme por el sendero del bien, fundamentando en mí el espíritu de sencillez, honradez y humildad, apoyándome en los buenos y malos momentos de mi vida, a ellos este pequeño trabajo fruto de mi esfuerzo, sacrificio y dedicación.

También se lo dedico a mis queridos hermanos quienes moralmente estuvieron a mi lado en todo momento.

Alex

AGRADECIMIENTO

Mi profundo y sincero agradecimiento a dios, a mi querida institución por haberme abierto las puertas en el transcurso de varios años de constante estudio y dedicación y a mis queridos profesores quienes con nobleza me brindaron sus consejos, sabias enseñanzas, sus experiencias me formaron y orientaron hacia el camino del éxito y la superación.

Agradezco profundamente a mi director de tesis Ing. Adán Herrera quien oriento mi labor con entusiasmo, acierto y desinterés, de igual manera al Ing. Jorge Coronel quien me motivó a seguir siempre adelante.

Alex

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
CERTIFICACIÓN.....	iv
CERTIFICACIÓN SUMMARY.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
PROBLEMATIZACIÓN.....	2
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
II. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
III JUSTIFICACIÓN.....	3
IV. OBJETIVOS.....	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Marco Teórico.....	7
1.1.1. Actividades Antropogénicas.....	7
1.1.2. El Agua.....	9
1.1.2.1. Importancia de la calidad del agua.....	11
1.1.2.2. Ciclo hidrológico.....	12
1.1.3. Uso del Agua.....	13

1.1.4.	Contaminación del Agua	15
1.1.4.1.	Origen de la contaminación	15
1.1.4.2.	El origen de la contaminación de las aguas está ligado a alguna de estas actividades:	16
1.1.4.2.1.	Urbanas	16
1.1.4.2.2.	Agrícolas	16
1.1.4.2.3.	Ganaderas	17
1.1.4.2.4.	Industriales	17
1.1.4.2.5.	Contaminación por compuestos nitrogenados	18
1.1.5.	Contaminación de los ríos	19
1.1.5.1.	Fuentes principales de la contaminación de los ríos.....	19
1.1.6.	Tipos de contaminantes	21
1.1.6.1.	Patógenos	21
1.1.6.2.	Residuos que demandan oxígeno.....	21
1.1.6.3.	Compuestos químicos inorgánicos hidrosolubles.....	21
1.1.6.4.	Nutrientes inorgánicos de las plantas.....	22
1.1.6.5.	Productos químicos orgánicos	22
1.1.6.6.	Sedimentos o materiales en suspensión	22
1.1.6.7.	Isótopos radiactivos solubles	23
1.1.6.8.	Contaminación genética.....	23
1.1.7.	Efectos de la contaminación de las aguas en la salud	23
1.1.7.1.	Efectos provocados por los sólidos en suspensión	23
1.1.7.2.	Efectos provocados por los fenoles	24
1.1.7.3.	Efectos provocados por las grasas y aceites	24
1.1.7.4.	Efectos provocados por el calor.....	24
1.1.7.5.	Efectos provocados por los detergentes.....	25
1.1.8.	Aguas Residuales	25
1.1.8.1.	Composición de las aguas residuales.....	30
1.1.8.2.	Características del agua residual.....	31
1.1.8.2.1.	Características físicas	31
1.1.8.2.2.	Características químicas.....	32
1.1.9.	Planta de tratamiento de aguas residuales	35

1.1.10.	Tratamiento de aguas residuales	36
1.1.10.1.	Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales.	36
1.1.10.2.	Tratamiento biológico.....	37
1.1.10.3.	Láminas filtrantes	39
1.1.10.3.1.	Objetivo de las láminas filtrantes.....	40
1.1.10.3.2.	Ventajas.....	42
1.1.10.3.3.	Phragmites communis	43
1.1.11.	Agua Tratada.....	44
1.2.	Aspectos legales	44

CAPÍTULO II

2. DESARROLLO METODOLÓGICO

2.1.	Descripción del área de estudio	57
2.1.1.	Delimitación	57
2.1.2.	Características socio-ambientales y división política.....	57
2.1.3.	Ubicación geográfica del lugar de estudio	57
2.1.4.	División política	57
2.1.5.	Ubicación cartográfica.....	58
2.1.6.	Mapa del Cantón Salcedo.....	58
2.1.7.	Antecedentes	58
2.1.8.	Región geográfica.....	58
2.1.9.	Sus límites son:.....	59
2.1.9.1.	Superficie	59
2.1.9.2.	Coordenadas.....	59
2.1.9.3.	Altitud	59
2.1.9.4.	Clima.....	59
2.1.9.5.	Temperatura	60
2.1.9.6.	Orografía.....	60
2.1.9.7.	Suelos.....	60
2.1.9.8.	Hidrología	61

2.1.9.9.	Precipitación	62
2.1.9.10.	Salud	62
2.1.9.11.	Agua potable	63
2.1.10.	Diagnóstico de la situación actual de las aguas residuales del Cantón Salcedo.....	64
2.2.	MÉTODOS Y TÉCNICAS	68
2.2.1.	Métodos:	68
2.2.1.1.	Inductivo-Deductivo	68
2.2.1.2.	Descriptivo.....	68
2.2.1.3.	Cuasi Experimental.....	68
2.2.2.	Técnicas	69
2.2.2.1	Observación	69
2.2.2.2	Análisis Documental.....	69
2.2.2.3	Investigativo.....	69
2.3.	PROCEDIMIENTOS Y TOMA DE MUESTRAS	70
2.3.1.	Toma de muestras.....	70
2.3.2.	Número de muestras	70
2.3.3.	Manejo y conservación.....	71
2.3.4.	Recipientes	71
2.3.5.	Preparación de recipientes	71
2.3.6.	Llenado de recipientes	71
2.3.7.	Identificación de muestras	71
2.3.8.	Transporte de muestras.....	72
2.3.9.	Conservación de la Muestra	72
2.3.10.	Equipos de muestreo utilizados	72
2.3.11.	Interpretación de resultados	73
2.3.12.	Análisis de los resultados.....	74

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN TRATAMIENTO BIOLÓGICO PARA LAS AGUAS RESIDUALES, MEDIANTE LÁMINAS FILTRANTES

3.1.	Introducción	77
3.2.	Objetivo de la propuesta.....	78
3.3.	Justificación de la propuesta	78
3.4.	Desarrollo de la propuesta.....	¡Error! Marcador no definido.
3.4.1.	Puntos que se deben tomar en cuenta antes de la construcción de las láminas filtrantes	80
3.4.1.1.	Las Rejillas	82
3.4.1.2.	Tanque separador de sólidos - sedimentador	82
3.4.2.	Construcción de las láminas filtrantes	83
3.4.2.1.	Selección del terreno.....	83
3.4.2.2.	Excavación.....	83
3.4.2.3.	Geomembrana.....	83
3.4.2.4.	Incorporación del material pétreo	84
3.4.2.5.	Selección de las plantas	84
3.4.2.5.1.	Tipo de planta.....	84
3.4.2.6.	Número y siembra de plantas.....	85
3.4.2.7.	Duración de las plantas	85
3.4.2.8.	Fijación de las plantas.....	85
3.4.2.9.	Entrada en funcionamiento	85
3.4.2.10.	Tratamientos de las plantas.....	86
3.4.2.11.	Producción de biomasa	86
3.4.2.12.	Presupuesto	87
3.4.2.13.	Los principales mecanismos de depuración que actuarán en las láminas filtrantes son los siguientes:	87
3.4.2.14.	Ventajas de las láminas filtrantes.....	89

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
LIBROS	92
TESIS PUBLICADAS	93
LEGISLACIÓN	94
LINKOGRAFÍAS	94
ANEXOS Y GRÁFICOS	96
ANEXO 1	
ÁREA DE ESTUDIO.	96
ANEXO 2.	
RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.	97
ANEXO 3.	
RESULTADO DE LOS ANALISIS	98
ANEXO 4.	
ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DE LAS LÁMINAS FILTRANTES	100
ANEXO 5	
SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE LÁMINAS FILTRANTES EN	
COLOMBIA.....	99
ANEXO 6.	
TABLA 12. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA	
DULCE	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Propiedades del agua.....	9
Tabla N° 2	Los vertidos industriales se caracterizan por.....	18
Tabla N° 3	Orígenes del nitrógeno en el agua.....	18
Tabla N° 4	Efectos causados por los contaminantes presentes en las aguas residuales.....	28
Tabla N° 5	Composición de las aguas residuales.....	31
Tabla N° 6	Características Biológicas.....	35
Tabla N° 7	Tratamiento, rehúso del agua.....	39
Tabla N° 8	¿Qué podemos tratar con el sistema de láminas filtrantes?.....	41
Tabla N° 9	Variedades de plantas y remociones alcanzadas.....	43
Tabla N° 10	Resultados de los análisis de las aguas residuales que encuentran fuera de los límites permisibles.....	73
Tabla N° 11	Presupuesto.....	85

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1	Naturaleza bipolar del agua.....	10
Imagen N° 2	Fuente contaminante.....	20
Imagen N° 3	<i>Phragmittess communis</i> (carrizo).....	43
Imagen N° 4	Quebrada Compadre Huayco.....	67
Imagen N° 5	Punto de descarga de las aguas residuales.....	67
Imagen N° 6	Esquema lateral del tratamiento de láminas filtrantes....	79

RESUMEN

Uno de los problemas Ambientales más importante a nivel mundial es la contaminación de los ríos por aguas residuales, es el caso de la quebrada Compadre Huayco que genera un alto nivel de contaminación ambiental, lo cual se determinó por medio de la caracterización y análisis de las aguas residuales. Los parámetros de las aguas residuales que se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos según el artículo 4.2.3.7, de la tabla 12, límite de descarga a un cuerpo de agua dulce son: aceites y grasas, cadmio, coliformes fecales, coliformes totales, DBO5, DQO, fenoles, nitratos, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, tensoactivos. Por medio de los análisis obtenidos se establece la propuesta del tratamiento biológico de las aguas residuales, mediante láminas filtrantes la misma que ayudará a conservar la Quebrada Compadre Huayco, en esta propuesta se plantea un conjunto de actividades para la construcción de láminas filtrantes la misma que es necesaria para la recuperación de la quebrada antes mencionada, por medio de la cual se persigue fundamentalmente prevenir y mitigar los impactos ambientales negativos que se presentan en la actualidad. Es importante destacar que el tratamiento biológico es un método esencial para el tratamiento de las aguas residuales, ya que tiene un alto nivel de absorción de contaminantes, que utiliza la gran capacidad depuradora de la naturaleza para transferir sustanciales cantidades de oxígeno atmosférico a través de su sistema de raíces.

ABSTRACT

One of the most important global environmental problem is pollution of rivers by sewage discharges, is the case of the Compadre Huayco ravine that generates a high level of environmental pollution, which was determined by the characterization and analysis of wastewater. The parameters of wastewater that are outside the limits set established according to the Article 4.2.3.7, from Table 12, the limit discharge to a body of fresh water are: oil and grease, cadmium, fecal coliforms, total coliforms, DBO5, DQO, phenols, nitrates, sedimentary solids, suspended solids, surfactants. Through the analysis obtained it established the proposal of biological treatment of wastewater, in addition some filter sheets will help to preserver the Compadre Huayco ravine. Also it carry out a set of activities to make filter sheets, the same ones are necessary in order to clean the ravine in which it persues to prevent and mitigate negative environmental impacts that nowadays are presented. It's important to emphasise that the biological treatment is an essential method for the wastewater treatment, because of it has a high level of absorption of polluting, that uses large capacity of filter sistem of the nature in order to transfer substantial quantities of atmospheric oxygen in its roots system.

INTRODUCCIÓN

Los ríos de nuestro país se han convertido en cloacas, donde se acumulan los desechos sólidos y donde se vierte las aguas residuales sin tratar, siendo ésta una de las causas del deterioro de la calidad de vida de millones de habitantes de la región.

Los impactos y riesgos que esto tienen en la salud y el medio ambiente son muy grandes, por ello se deben buscar mecanismos que ayuden a resolver esta problemática, construyendo sistemas de tratamientos de aguas que tengan una evaluación técnica, social, ambiental y económica, que logren ayudar a resolver estos inconvenientes.

En la actualidad una parte de las aguas residuales procedentes del Barrio Nuestro Pueblo del Cantón Salcedo no presentan ningún tipo de manejo ambiental, que por su naturaleza causan problemas de contaminación en los recursos agua aire y suelo, y estos ayudan a la proliferación de malos olores e incluso al aumento de vectores, etc.

Para poder mitigar este tipo de contaminación provenientes de las descargas de aguas residuales, se ha visto la necesidad de realizar este presente estudio que consiste en: una Propuesta de Tratamiento Biológico de las Aguas Residuales que Descargan en la Quebrada Compadre Huayco, en el Barrio Nuestro Pueblo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

PROBLEMATIZACIÓN

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las aguas residuales en nuestro país son un problema social, ambiental que no se ha podido controlar por la débil gestión por parte de las autoridades e instituciones involucradas en el campo ambiental ocasionando así una contaminación de manera irracional a los ecosistemas en donde son vertidas, lagos, lagunas, ríos, manglares, costas, entre otros, los principales afectados son los animales y plantas que habitan en estos ecosistemas pero los humanos también resultamos seriamente afectados ya que muchos de estos lugares son una fuente de agua dulce o simplemente por estar ubicados cerca de poblaciones resultan una fuente de infección y contaminación para los habitantes aledaños, además de estar destruyendo nuestro patrimonio natural.

En la Provincia de Cotopaxi el problema de contaminación causada por las aguas residuales, cubre una gran preocupación debido a que no se realizan ningún tratamiento en la mayoría de las industrias, empresas y descargas domiciliarias las cuales generan estas aguas ocasionando un alto grado de contaminación ambiental.

En el Cantón Salcedo es el caso de la Quebrada Compadre Huayco que presenta un alto índice de contaminación causada por las descargas de aguas residuales domiciliarias que se encuentran en su entorno originando alteración de las aguas superficiales y subterráneas, suelo y aire.

El presente estudio pretende dar posibles soluciones a este tipo de contaminación el mismo que servirá a la población que habitan junto a la Quebrada Compadre Huayco ubicada en el Cantón Salcedo.

II. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La caracterización de las aguas residuales que descargan en la Quebrada Compadre Huayco del Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, permitirá elaborar una propuesta de tratamiento biológico?

III JUSTIFICACIÓN

Debido a la preocupación de la ciudadanía del Cantón Salcedo y principalmente de los moradores que viven a las riveras de la Quebrada Compadre Huayco, sobre el actual problema causado por las aguas residuales, ha surgido una poderosa tendencia a considerar al ambiente como uno de los principales factores dignos de consideración, para evitar los problemas que llevan a la degradación del Medio Ambiente.

La población circundante a la quebrada sufren grandes problemas por la proliferación de vectores de malos olores ocasionados por las descargas de las aguas residuales provenientes de una parte del Barrio Nuestro Pueblo, provocando así una contaminación ambiental que afecta a todo los habitantes del lugar debido a que no se da ningún tratamiento en la actualidad.

Los impactos y los riesgos que esto tiene en la salud y el ambiente son muy grandes, por ello se deben buscar mecanismos, que ayuden a resolver esta problemática, construyendo sistemas de tratamiento de aguas que tengan una evaluación técnica, social, ambiental y económica que logren ayudar a resolver estos inconvenientes.

Según algunos expertos, muchos de los efectos de la contaminación se relacionan, de forma directa, con el nivel social y económico en que se encuentren las comunidades afectadas. Existe una relación entre las condiciones sociales, la pobreza, el desempleo y las desigualdades sociales con la salud humana. Esta situación se ve agravada por la creciente aparición de nuevos problemas a causa de la contaminación.

En el ambiente los efectos se manifiestan por las alteraciones en los ecosistemas; en la generación y propagación de enfermedades en los seres vivos, muerte masiva y, en casos extremos, la desaparición de especies animales y vegetales (la contaminación afecta al crecimiento de las plantas y provoca la desaparición de muchas especies); inhibición de sistemas productivos y, en general, degradación de la calidad de vida (salud, aire puro, agua limpia, recreación, disfrute de la naturaleza, etc.).

La biodiversidad de nuestro país se está perdiendo con la contaminación y la deforestación. La contaminación no solo trae cambios climáticos sino que también trae cambios en la vida de las personas. Todos debemos empezar a ayudar para evitar que la contaminación que vive nuestro país siga avanzando y no conformarnos a esta situación.

La contaminación afecta a la economía, y su efecto destructivo es proporcional, a como las actividades comerciales, e industrias operen en la región, si no existen normas para regular esa condición y proteger no solo los ecosistemas y medio ambientes, sino la población, su carácter negativo será más ponderada.

Para mitigar la contaminación existente en la quebrada se presenta la necesidad de realizar la caracterización de las aguas residuales ya que en base a los resultados de los análisis se podrá elaborar la propuesta del tratamiento biológico, para la descarga adjunta al puente de la calle García Moreno, la misma que ayudará a dar un correcto manejo, de esta manera contribuirá a mitigar la contaminación, mejorando la calidad de vida de los habitantes de este sector.

IV. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar y proponer un tratamiento biológico de las aguas residuales que descargan en la Quebrada Compadre Huayco para mitigar la contaminación ambiental, generados en el barrio Nuestro Pueblo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diagnosticar la situación actual de las aguas residuales en la Quebrada Compadre Huayco del Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.
2. Determinar principios, métodos y técnicas para dar tratamiento a las aguas residuales generadas en el Barrio Nuestro Pueblo.

3. Elaborar una propuesta de tratamiento biológico para mitigar la contaminación de la Quebrada Compadre Huayco.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Marco Teórico

1.1.1. Actividades Antropogénicas

Según GABUTTI, (2003). **“Cualquier actividad que el hombre realiza con el fin de obtener un beneficio (alimento, vivienda, abrigo, medicina, etc.) determina algún nivel de degradación del ambiente e implica algún riesgo para la salud humana y/o de otros organismos.”** (pág. 4).

El ambiente o medio ambiente es el entorno vital de un organismo; es el conjunto de factores físicos, naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos (paisaje) que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en que éste vive.

Según MILLER, (2004). **“La contaminación es un riesgo de la actividad antropogénica, entendiendo por riesgo a la posibilidad de generar un daño debido a un peligro, es decir a una acción o sustancia que puede causar daño, enfermedad, pérdida económica o daño ambiental.”**(pág. 2).

Asentamientos humanos (pueblos y ciudades). La actividad doméstica produce principalmente residuos orgánicos, pero el alcantarillado arrastra además todo tipo

de sustancias: emisiones de los automóviles hidrocarburos, plomo, otros metales, etc.

Agricultura y ganadería (campos de cultivo). Los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable las aguas, además, muchas de las cosechas son regadas con aguas negras, alimentando las plantas con nuestros propios desechos.

Toda organización, empresa o actividad industrial afecta el Ambiente a través de sus actividades, productos o servicios. Esto incluye no sólo la extracción y explotación de los recursos naturales que el ambiente nos provee, sino la eliminación al mismo de aquellos residuos o desechos que resultan de tales actividades y que, dependiendo de las condiciones y lugares en que sean eliminados, pueden ocasionar un mayor o menor grado de daño o impacto ambiental. MILLER, (2004).

La falta de cultura de algunas personas, propicia a la compra de nuevos sistemas de limpieza para tierras; en el caso de la agricultura, los cuales no se encuentran certificados para el cuidado de dicha tierra, ocasionando mayor daño en el menor tiempo, esto a su vez, produce vaporizaciones formando ahora nubes contaminadas, con lo que el mal antropogénico empieza a crecer, ocasionando un desastre natural muy severo, por el mismo medio de la naturaleza. MILLER, (2004).

1.1.2. El Agua

El agua es uno de los recursos naturales más fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo.

El agua o dihidruro de oxígeno es un líquido incoloro, inodoro e insaboro, esencial para la vida animal y vegetal, solvente universal compuesto molarmente por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. En la práctica, llamamos agua a las soluciones y suspensiones acuosas de sustancias orgánicas e inorgánicas como las que constituyen la lluvia, el mar los lagos y los ríos.

Tabla 1. Propiedades del agua.

Punto de fusión	0°C
Punto de ebullición	100 °C
Densidad relativa	1,0 a 4°C
Densidad	1,0 kg/L a 4°C

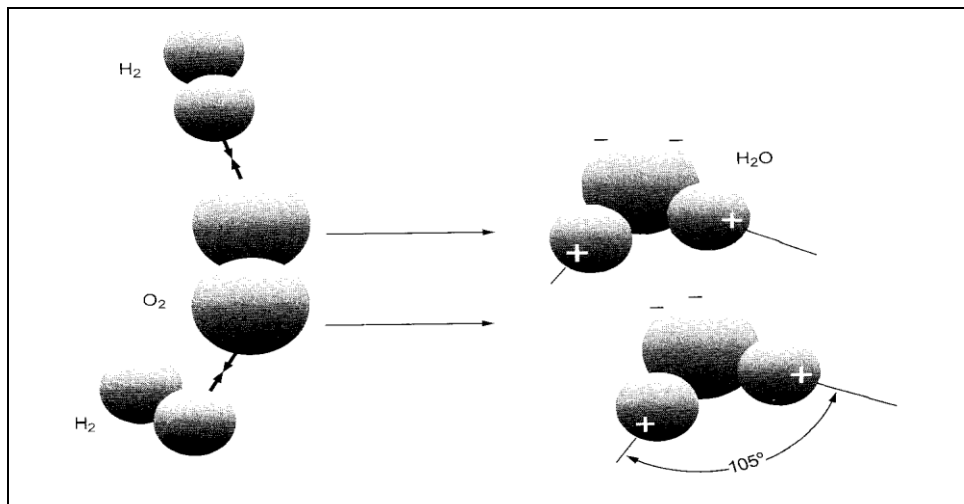
Fuente: Jairo Romero (Calidad del agua 2002).

Masa molecular o mol = 18 g. Como existen tres isótopos de hidrógeno y tres de oxígeno, se pueden tener dieciocho diferentes masas moleculares para el agua.

En la molécula de agua, los dos átomos de hidrógeno están localizados sobre el mismo lado del átomo de oxígeno, con sus enlaces separados 105° (Ver imagen 1).

La molécula de H₂O es una molécula fuertemente bipolar, debido a la carga positiva del hidrógeno y a la carga negativa del oxígeno; está cargada positivamente del lado del hidrógeno y cargada negativamente del lado del oxígeno, característica que hace que las moléculas se aglomeren. El hidrógeno de una molécula atrae el oxígeno de una molécula vecina, creando un enlace molecular conocido como enlace de hidrógeno.

Imagen 1. Naturaleza bipolar del agua.



Fuente: Jairo Romero (Calidad del agua 2002).

El agua, por su carácter bipolar, tiene el poder de rodear un ión cargado positivamente con la parte negativa de su molécula o de rodear un anión con la parte positiva. De esta manera puede aislar el ión de los demás que lo rodean, neutralizar las fuerzas de atracción que hacen que mantenga su estructura sólida y así disolver el ión; por ello se le llama solvente universal.

El agua se mantiene líquida en un intervalo conveniente de temperatura. El agua es una de las sustancias con mayor calor específico, razón por la cual su

capacidad calorífica es muy grande; es decir, se requiere mucho calor para calentarla y mucho frío para enfriarla. La capacidad calorífica, calor específico del agua o cantidad de calor atmosférico es de 1 cal/g °C o 4,186 J/g °C. Debido a su enlace de hidrógeno, el agua exhibe una tensión superficial alta y permite su elevación dentro de un tubo capilar, es transparente a los rayos solares en una región conveniente de espectro, interviene en equilibrios ácido base y en los de óxido reducción.

Siendo uno de los compuestos más abundantes de la naturaleza que cubre aproximadamente las tres cuartas partes de la superficie de la tierra. Sin embargo, en contra de lo que pudiera parecer, diversos factores limitan la disponibilidad de agua para uso humano. Más del 97% del agua total del planeta se encuentra en los océanos y otras masas salinas, y no están disponibles para casi ningún propósito. Del 3% restante, por encima del 2% se encuentra en estado sólido, hielo, resultando prácticamente inaccesible. Por tanto, podemos terminar diciendo que para el hombre y sus actividades industriales y agrícolas, sólo resta un 0,62 % que se encuentra en lagos, ríos y aguas subterráneas. La cantidad de agua disponible es ciertamente escasa, aunque mayor problema es aún su distribución irregular en el planeta. Jairo Romero (Calidad del agua 2002).

1.1.2.1. Importancia de la calidad del agua

MARTÍNEZ (2005). La importancia de la calidad del agua ha tenido un lento desarrollo. Hasta finales del siglo XIX no se reconoció el agua como origen de numerosas enfermedades infecciosas. Como dermatitis, erupciones cutáneas, hongos, y otras gástricas como parasitosis, rotavirus, tifoidea etc.

Hoy en día, la importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua está fuera de toda duda.

El uso de los recursos naturales provoca un efecto sobre los ecosistemas de donde se extraen y en los ecosistemas en donde se utilizan. El caso del agua es uno de los ejemplos más claros: un mayor suministro de agua significa una mayor carga de aguas residuales. Si se entiende por desarrollo sostenible aquel que permita compatibilizar el uso de los recursos con la conservación de los ecosistemas.

Hay que considerar también que el hombre influye sobre el ciclo del agua de dos formas distintas, bien directamente mediante extracción de las mismas y posterior vertido de aguas contaminadas como se ha dicho, o bien indirectamente alterando la vegetación y la calidad de las aguas.

Nuestro mundo por muchos años ha sido descuidado y maltratado por nosotros los seres humanos. La industrialización y el modernismo son algunos factores que ayudan a la contaminación de nuestro ambiente.

Por ser cuestiones muy importantes a considerar, cuando se trata de llevar a cabo aprovechamientos de agua, la conservación de las especies y de los ecosistemas afectados, no podemos olvidar la función que realiza el agua cuando fluye, de modo variable, desde las cabeceras de los ríos hasta el mar, puesto que moviliza y distribuye elementos químicos tan importantes para la vida como el fósforo o el anhídrido carbónico. MARTÍNEZ (2005).

1.1.2.2. *Ciclo hidrológico*

Se conoce como ciclo hidrológico al sistema integrado de generación, circulación y distribución del agua en sus tres medios distribuidos en la atmósfera, los océanos y los continentes. Estas tres etapas, pueden constituirse; deduciéndose que la primera constituida por la evaporación de la agua desde los océanos es el

mayor aporte de humedad a la atmósfera, la segunda constituida por la devolución del agua de la atmósfera a la tierra, mediante las lluvias y la tercera constituida por la circulación del agua a través de la tierra hasta los océanos. MARTÍNEZ (2005).

De igual forma, mediante el ciclo hidrológico se realiza una serie de intercambios de humedad entre la atmósfera, la tierra y el mar, que conlleva un cambio de estado del agua en sus tres formas: líquida, sólida y gaseosa. De toda esta agua que cae en los continentes en forma de lluvia, un 25% aproximadamente regresa a los océanos por canales naturales tales como quebradas y ríos, los cuales constituyen la mayor fuente de abastecimiento para el consumo humano, industria y agricultura. MARTÍNEZ (2005).

1.1.3. Uso del Agua

Graw (2002). El agua es indispensable para cualquier actividad: la industrial, la agrícola y la urbana ya que promueve su desarrollo económico y social. Con el propósito de alcanzar un manejo sustentable del recurso futuro, es necesario que todos los ciudadanos conozcamos la situación real del agua y participemos con las instituciones gubernamentales en la toma de decisiones para el manejo responsable del agua.

El agua está en muchos lugares: En las nubes; en los ríos, en la nieve y en el mar, también está donde no la podemos ver, como en el aire mismo, en nuestro cuerpo, en los alimentos y bajo la tierra. Además, el agua cambia de un lugar a otro.

El agua es necesaria para la vida del hombre, los animales y las plantas. Es parte importante de la riqueza de un país; por eso debemos aprender a no desperdiciarla.

Todos sabemos que el agua es indispensable para la vida y que si dejáramos de tomarla moriríamos en pocos días.

Un 70% de nuestro cuerpo está constituido por agua; encontramos agua en la sangre, en la saliva, en el interior de nuestras células, entre cada uno de nuestros órganos, en nuestros tejidos e incluso, en los huesos. Además de agua para beber, nosotros los seres humanos utilizamos agua en casi todas nuestras acciones, es decir, la requerimos para preparar alimentos, lavar ropa o trastes, aseo personal, riego de cultivos, cría de animales, fabricación de productos, producción de energía, etc.

Como sabemos, el agua es un líquido incoloro, insípido e inodoro; es decir, no tiene color, sabor ni olor cuando se encuentra en su mayor grado de pureza. Es un elemento vital ya que sin ella no sería posible la vida de los seres vivos (animales o plantas).

Se llama agua potable a la que se puede beber y aguas minerales a las que brotan generalmente de manantiales y son consideradas medicinales para ciertos padecimientos. Las aguas duras se caracterizan porque, si se hierven, dejan en el fondo del recipiente un residuo calcáreo; no sirven para beberlas y como no producen espuma con el jabón tampoco sirven para lavar. Graw (2002)

El agua potable es indispensable para la vida del hombre, pero escasea en la medida que la población aumenta y porque lamentablemente es desperdiciada por personas ignorantes y carentes del sentido de responsabilidad y solidaridad humana. Después del aire, el agua es el elemento más indispensable para la existencia del hombre. Por eso es preocupante que su obtención y conservación se

esté convirtiéndose en un problema crucial; por ello debemos empezar a actuar. Graw (2002)

Se necesita la participación de los miembros de la sociedad para que desde cada una de sus actividades: en el hogar, en el trabajo, en la escuela, en la comunidad, en las áreas de recreación, consideren el valor del agua haciendo uso eficiente del recurso y cuidando de no regresarla tan contaminada para preservar la calidad de las reservas naturales del agua. Graw (2002).

1.1.4. Contaminación del Agua

Según la Organización Mundial de la Salud (2007). **El agua está contaminada cuando su composición o estado están alterados de tal modo que ya no reúne las condiciones adecuadas al conjunto de utilidades a las que se hubiera destinado en su estado natural.**

1.1.4.1. Origen de la contaminación

El agua a lo largo de su ciclo natural va adquiriendo una serie de sustancias, ya sea en su contacto con el aire o con el suelo.

Según esta definición podemos diferenciar:

- Contaminación natural, resultado del equilibrio dinámico de la tierra, actividad geofísica y fases del ciclo natural del agua.

- Contaminación artificial (antropogénica), resultado de la actividad humana que genera sustancias ajenas a la composición natural del agua o modifica las concentraciones de las ya existentes.

1.1.4.2. El origen de la contaminación de las aguas está ligado a alguna de estas actividades:

1.1.4.2.1. Urbanas

SPELLMAN, 2000, La contaminación de las aguas debida a actividades urbanas, es consecuencia de la inadecuada eliminación y ubicación de los residuos, junto a las aguas residuales urbanas procedentes de usos domésticos (limpieza y cocina) y sanitarios, así como de la limpieza de calles.

Las aguas residuales urbanas contienen fundamentalmente contaminantes orgánicos procedentes de vertidos de residuos sólidos, efluentes líquidos domésticos, lavado diario, fugas de colectores y alcantarillas, fosas sépticas, así como papeles, detergentes, aceites, restos de plásticos.

1.1.4.2.2. Agrícolas

La contaminación de las aguas por prácticas agrícolas es debida fundamentalmente a la utilización de fertilizantes y biocidas en exceso, así como a la presencia de alpechín y otros residuos agrícolas.

Los fertilizantes son ricos en compuestos nitrogenados y fosforados, siendo lavados y arrastrados de la superficie por lluvias y escorrentías, que los conducen

a cauces de ríos y de ahí a lagos o embalses favoreciendo su eutrofización. http://www.who-int/water_sanitation_health: (Purificación de El agua), 2007

1.1.4.2.3. Ganaderas

La contaminación de aguas por explotaciones ganaderas es debido a compuestos orgánicos y biológicos procedentes de residuos de instalaciones ganaderas y purines de animales estabulados.

Las aguas utilizadas en las explotaciones ganaderas, sobre todo para operaciones de limpieza, pueden arrastrar el estiércol, los purines producidos, así como restos de plaguicidas de origen ganadero. Normalmente y dadas las altas cargas que esto significa, se intenta retirar como residuo. Si las balsas de excretas de las granjas no están bien construidas o no son impermeables, contaminan el terreno y por consiguiente los acuíferos. [http:// www.who-int/water_sanitation_health](http://www.who-int/water_sanitation_health): (Purificación de El agua), 2007

1.1.4.2.4. Industriales

La contaminación del agua por actividades industriales es la más diversa, compleja y en muchos casos difícil de eliminar.

El agua es un elemento fundamental en las actividades industriales, como vehículo energético, de transporte, disolvente, en operaciones de lavado, base para reacciones, intercambiadores de calor y fundamentalmente como materia prima; al mismo tiempo es quizás, la actividad más contaminante de las aguas. http://www.who-int/water_sanitation_health: (Purificación de El agua), 2007

Tabla 2. Los vertidos industriales se caracterizan por.

Materia en suspensión.
Materia orgánica disuelta o en suspensión.
pH generalmente ácido.
Elementos tóxicos disueltos.
Temperaturas superiores a la del receptor.
Aceites y grasas

Fuente: [http:// www.who-int/water_sanitation_health/](http://www.who-int/water_sanitation_health/): (Purificación de El agua), 2007

1.1.4.2.5. Contaminación por compuestos nitrogenados

El nitrógeno en el agua puede tener principalmente dos orígenes:

Tabla 3. Orígenes del nitrógeno en el agua.

Nitrógeno orgánico	Es debido a contaminación orgánica, casi siempre de origen residual. Este nitrógeno se transforma sucesivamente en nitrógeno amoniacal, nitroso y nítrico, en función del tiempo y de la capacidad de oxidación del medio.
Nitrógeno inorgánico	La contaminación es debida principalmente al lavado de suelos ricos en nitratos como consecuencia de prácticas agrícolas. Esta contaminación en forma de nitratos suele ser bastante estable y difícilmente reversible.

Fuente: [http:// www.who-int/water_sanitation_health/](http://www.who-int/water_sanitation_health/): (Purificación de El agua), 2007

1.1.5. Contaminación de los ríos

NORIEGA (2001). “El agua es fundamental para la vida, ya que sin ella simplemente no podría subsistir ningún ser vivo. No en vano, cualquier sociedad industrial usa enormes cantidades de agua para la vida diaria, algo que demuestra la importancia que el agua tiene para la propia vida en sí.”(pág. 9).

Por este motivo principal, luchar contra la contaminación de los ríos es algo de vital importancia, no sólo para la protección del propio medio ambiente, sino de la fauna y de la vegetación que vive en ellos.

Explicado de una forma relativamente sencilla, podríamos indicar que la contaminación de los ríos vendría a consistir en la incorporación, al agua, de materiales considerados como extraños, tales como:

- Productos químicos.
- Microorganismos.
- Aguas residuales.
- Residuos industriales y otros.

Estas materias actúan perjudicando la calidad del agua, de forma que la hacen inútil para muchos de los usos que se llevan a cabo a día de hoy.

1.1.5.1. Fuentes principales de la contaminación de los ríos

NORIEGA (2001). Fundamentalmente, el agua se contamina por culpa de la actividad humana, ya que la población va creciendo cada año, necesitando más agua, más comida, más transporte, más vestimenta, más recursos y más espacio en el que vivir.

Por todo ello, se produce la emisión de gases tóxicos, la contaminación por desechos, metales y pesticidas; la descarga de desechos químicos y material radiactivos; o bien accidentes, como los derrames de petróleo.

Imagen 2. Fuente contaminante.



Fuente: [http:// www.who-int/water_sanitation_health](http://www.who-int/water_sanitation_health): (Purificación de El agua), 2007

Eso sin contar con algunos de los principales contaminantes de los ríos, tales como: agentes infecciosos que causan trastornos gastrointestinales; aguas residuales y otros residuos que tienden a demandar oxígeno; productos químicos y nutrientes vegetales.

Por todo ello, se debe luchar por la protección de los ríos, y evidentemente contra la contaminación de los ríos. Es, sin ninguna duda, una obligación de todos.

1.1.6. Tipos de contaminantes

1.1.6.1. Patógenos

PATRICK R, 2003 (p 57). Este tipo de contaminación del agua se debe a la presencia de agentes patógenos presentes en ella. Corresponden a las bacterias, virus, protozoos y parásitos que se introducen en el agua desde los desagües domésticos y los residuos humanos y animales no tratados.

1.1.6.2. Residuos que demandan oxígeno

Los residuos que demandan oxígeno, son residuos que se pueden descomponer por la acción de bacterias aeróbicas que requieren oxígeno. Si el agua tiene gran cantidad de este tipo de residuos, aumentará la población de bacterias que los descomponen, las que requieren de cierta cantidad de oxígeno que obtienen del agua, y con ello disminuye la concentración de oxígeno disuelto y la calidad del agua, produciendo la muerte de peces y de otras formas de vida acuáticas dependientes del oxígeno.

1.1.6.3. Compuestos químicos inorgánicos hidrosolubles

Estos contaminantes corresponden a ácidos, sales y compuestos de metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Niveles altos de estos compuestos químicos pueden hacer que el agua no sea apta para el consumo y perjudicial para los peces y otras formas de vida acuática, además de disminuir el rendimiento de los cultivos y acelerar la corrosión de los metales expuestos al agua. PATRICK R, (2003).

1.1.6.4. Nutrientes inorgánicos de las plantas

Se refiere a la presencia de nitratos y fosfatos hidrosolubles (fertilizantes agrícolas), que pueden causar un crecimiento excesivo de algas y otras plantas acuáticas, que al morir son descompuestos por bacterias que agotan el oxígeno disuelto en el agua, matando a los peces. Beber agua con niveles excesivos de nitratos disminuye la capacidad de la sangre para transportar el oxígeno causando la muerte de fetos y niños, especialmente menores de un año.

1.1.6.5. Productos químicos orgánicos

Se refiere a la contaminación por petróleo, la gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes de limpieza, detergentes y muchos otros compuestos químicos de origen orgánico que perjudican la salud humana y dañan a los peces y a otras formas de vida acuáticas.

1.1.6.6. Sedimentos o materiales en suspensión

Los principales contaminantes del agua son los sedimentos o materiales en suspensión. Estos son partículas del suelo (provenientes de la erosión) y de otros sólidos que quedan suspendidas en el agua.

Los sedimentos enturbian el agua y reducen la fotosíntesis, con lo que alteran las redes de alimentos acuáticos. Por otro lado, los sedimentos transportan plaguicidas, bacterias y otras sustancias nocivas, con lo que se destruye también el alimento y las zonas de desove de los peces. También atascan y llenan los lagos, los embalses artificiales, los canales fluviales y las bahías. RAMALHO, (1993).

1.1.6.7. Isótopos radiactivos solubles

Estas sustancias se concentran o aumentan biológicamente en varios tejidos y órganos al pasar a través de las cadenas y redes alimentarias. La radiación emitida por tales isótopos puede producir defectos congénitos, cáncer y daños genéticos.

1.1.6.8. Contaminación genética

RAMALHO, (1993). La contaminación genética del agua tiene lugar cuando los sistemas acuáticos se alteran con la introducción, accidental o deliberada, de especies no autóctonas. Algunas de estas especies pueden asfixiar a las especies autóctonas, reducir la biodiversidad y producir pérdidas económicas.

1.1.7. Efectos de la contaminación de las aguas en la salud

Los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana. La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal. El cadmio presente en los fertilizantes derivados del cieno puede ser absorbido por las cosechas; de ser ingerido en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo así como lesiones en el hígado y los riñones. Hace tiempo que se conoce o se sospecha de la peligrosidad de sustancias inorgánicas como el mercurio, el arsénico y el plomo. Vivendi Environment. AnnualReport (2000).

1.1.7.1. Efectos provocados por los sólidos en suspensión

Los sólidos en suspensión absorben la radiación solar, de modo que disminuyen la actividad fotosintética de la vegetación acuática. Al mismo tiempo obstruyen los cauces, embalses y lagos. También intervienen en los procesos de producción

industrial y pueden corroer los materiales y encarecer el costo de depuración del agua.

1.1.7.2. Efectos provocados por los fenoles

Los peces, especialmente las especies grasas como la trucha, el salmón y las anguilas, los acumulan. Pero el mayor problema reside en que cuando llegan a las plantas de cloración convencionales dan lugar a los clorofenoles, confiriendo al agua un sabor muy desagradable incluso en unidades de ppb.

1.1.7.3. Efectos provocados por las grasas y aceites

El hecho de que sean menos densos que el agua e inmiscibles con ella, hace que difundan por la superficie, de modo que pequeñas cantidades de grasas y aceites puedan cubrir grandes superficies de agua. Además de producir un impacto estético, reducen la reoxigenación a través de la interface aire-agua, disminuyendo el oxígeno disuelto y absorbiendo la radiación solar, afectando a la actividad fotosintética y, en consecuencia, la producción interna de oxígeno disuelto. Encarecen los tratamientos de depuración, y en algunos aceites, especialmente los minerales, suelen ser tóxicos.

1.1.7.4. Efectos provocados por el calor

El principal efecto es la disminución del oxígeno disuelto. Del mismo modo, puede actuar directamente sobre el metabolismo de los animales acuáticos. El aumento de temperatura incrementa las velocidades de reacción biológicas y la solubilidad de algunos compuestos.

1.1.7.5. Efectos provocados por los detergentes

No es solo la bioconcentración el problema medioambiental, también lo es el acceso del oxígeno a la masa de agua, a causa de la espuma en su superficie y el hecho de aumentar la toxicidad del 3,4-benzopireno, otro microcontaminante de enorme acción cancerígena.

El verdadero problema medioambiental causado por los detergentes residuales en los polifosfatos, incluidos en su fórmula para ablandar el agua.

1.1.8. Aguas Residuales

Según la Organización Mundial de la Salud (2007). **Se puede denominar aguas residuales a aquellas que de una forma u otra, ya sea, directa o indirectamente han sido contaminadas. Directas por su utilización en diversas actividades o indirectas por la llegada a cuerpos receptores (río, lagos y otros) de aguas ya contaminadas.**

Según Laura Milena BARON (2004). “Se denomina aguas servidas a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua. Se les llama también aguas residuales, aguas negras o aguas cloacales”.

CRITES (2000), manifiesta que las aguas residuales **“Son aguas modificadas por diversos usos en actividades, domésticas, industriales y comunitarias.”**(p 2).

Así también, MARTÍNEZ (2005). *“Se considera aguas residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad (domésticas, comerciales, industriales y de servicios.”*(p4).

Mientras que ALVARADO, 2012 (p 6). Define al término aguas residuales como un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.

Sin embargo para, RAMALHO, 1996 (p 12). Las aguas residuales también se les llaman aguas servidas, fecales o cloacales. Son residuales, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; y cloacales porque son transportadas mediante cloacas (del latín cloaca, alcantarilla), nombre que se le da habitualmente al colector.

Según su origen las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también puede agregarse eventualmente al agua residual. Así, de acuerdo con su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

Domésticas: Son aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consiste básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.

Industriales: Son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.

Infiltración y caudal adicionales: Las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas, por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas lluvias.

Pluviales: Son aguas de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo.

(MARA Y CAIRNCROSS) 1990. Cada persona genera 1.8 litros de material fecal diariamente, correspondiendo a 113.5 gramos de sólido seco, incluidos 90 gramos de materia orgánica, 20 gramos de nitrógeno, más otros nutrientes, principalmente fósforo y potasio.

Los olores característicos de las aguas residuales son causados por los gases formados en el proceso de descomposición anaerobia. Principales tipos de olores:

Olor a moho: Razonablemente soportable, típico de agua residual fresca.

Olor a huevo podrido: “Insoportable”; típico de agua residual vieja o séptica, que ocurre debido a la formación de sulfuro de hidrógeno que proviene de la descomposición de materia orgánica contenida en los residuos.

Olores variados: De productos descompuestos, como repollo legumbres, pescados, de materia fecal, de productos rancios de acuerdo con el predominio de productos sulfurosos, nitrogenados, ácidos orgánicos, etc.

Tabla 4. Efectos causados por los contaminantes presentes en las aguas residuales.

Contaminantes	Parámetros de caracterización	Tipos de efluentes	Consecuencias
Sólidos suspendidos	Sólidos suspendidos totales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Domésticos ▪ Industriales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problemas estéticos ▪ Depósitos de barro ▪ Absorción de contaminantes ▪ Protección de patógenos
Sólidos flotantes	Aceites y grasas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Domésticos ▪ Industriales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problemas estéticos
Materia orgánica biodegradable	DBO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Domésticos ▪ Industriales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consumo de oxígeno ▪ Mortalidad de peces ▪ Condiciones sépticas
Patógenos	Coliformes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Domésticos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enfermedades transmitidas por el agua
Nutrientes	Nitrógeno Fósforo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Domésticos ▪ Industriales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crecimiento excesivo de algas (eutrofización del cuerpo receptor)

			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toxicidad para los peces (amonio) ▪ Enfermedades en niños (nitratos) ▪ Contaminantes del agua subterránea
Compuestos no biodegradables	Pesticidas Detergentes Otros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Industriales ▪ Agrícolas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toxicidad (varios) ▪ Espumas (detergentes) ▪ Reducción de la transferencia de oxígeno (detergentes) ▪ No biodegradabilidad ▪ Malos olores
Metales pesados	Elementos específicos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni ,Pb, Zn)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Industriales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toxicidad ▪ Inhibición al tratamiento biológico de las aguas residuales ▪ Problemas con la disposición de los barros en la agricultura ▪ Contaminación del agua subterránea

Fuente: http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/efluentes/tema_9.pdf,1994.

1.1.8.1. Composición de las aguas residuales

La composición de las aguas residuales se analiza con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO) y el pH. Revista mensual "dyna" mayo (1998).

Los residuos sólidos comprenden los sólidos disueltos y en suspensión. Los sólidos disueltos son productos capaces de atravesar un papel de filtro, y los suspendidos los que no pueden hacerlo. Los sólidos en suspensión se dividen a su vez en depositables y no depositables, dependiendo del número de miligramos de sólido que se depositan a partir de 1 litro de agua residual en una hora. Todos estos sólidos pueden dividirse en volátiles y fijos, siendo los volátiles, por lo general, productos orgánicos y los fijos materia inorgánica o mineral. Revista mensual "dyna" mayo (1998).

La concentración de materia orgánica se mide con los análisis DBO5 y DQO. La DBO5 es la cantidad de oxígeno empleado por los microorganismos a lo largo de un periodo de cinco días para descomponer la materia orgánica de las aguas residuales a una temperatura de 20 °C. De modo similar, el DQO es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medio de dicromato en una solución ácida y convertirla en dióxido de carbono y agua. El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO5 porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente. La DBO5 suele emplearse para comprobar la carga orgánica de las aguas residuales municipales e industriales biodegradables, sin tratar y tratadas. La DQO se usa para comprobar la carga orgánica de aguas residuales que, o no son biodegradables o contienen compuestos que inhiben la actividad de los microorganismos. El pH mide la acidez de una muestra de aguas residuales los valores típicos para los residuos sólidos presentes en el agua y la DBO5 del agua residual doméstica aparecen en la

tabla adjunta. El contenido típico en materia orgánica de estas aguas es un 50% de carbohidratos, un 40% de proteínas y un 10% de grasas; el pH puede variar de 6,5 a 8,0. Revista mensual "dyna" mayo (1998).

Tabla 5. Composición de las aguas residuales.

Sólidos		(mg/l)		DBO5	DQO
Tipos de sólidos	Fijos	Volátiles	Total	mg/l	mg/l
Suspendidos	70	175	245	110	108
Precipitables	45	100	145	50	42
No precipitables	25	75	100	60	66
Disueltos	210	210	420	30	42
Total	280	385	665	140	150

Fuente: revista mensual "dyna" mayo-1998

1.1.8.2. Características del agua residual

Existen parámetros comunes de aguas residuales, las cuales son de gran interés y sirven como referencia para el estudio de sus características particulares; pero hay que recordar que cada agua residual es única en sus características y que en lo posible los parámetros de contaminación deben evaluarse en el laboratorio para cada agua residual específica. NORIEGA (2003).

1.1.8.2.1. Características físicas

Los índices y parámetros que miden las características físicas comprenden, primeramente aspectos externos que sirven de indicadores del nivel de contaminación que existe en el agua residual y que causa mal estar a los

pobladores, como son: color, olor, aspectos, nivel de turbiedad, por lo que se observa el nivel de contaminación que existe en las descargas. NORIEGA (2003).

1.1.8.2.2. Características químicas

Los índices y parámetros que consideran las características químicas del agua residual y que miden la presencia de sustancias orgánicas e inorgánicas que afectan directa e indirectamente la salud de los habitantes del sector, deben ser tomadas en cuenta.

Entre estas tenemos las siguientes:

- **Sólidos en suspensión.-** Pueden originar depósitos de lodos y condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual en el entorno acuático.
- **Materia orgánica biodegradable.-** Está compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos y grasas animales, la cual se mide la mayoría de las veces, en función de la DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y de la DQO (Demanda Química de Oxígeno).

Las aguas residuales domésticas crudas tienen un DBO5 entre 250 y 1000 mg L, con relaciones de DQO DBO que varían entre 1.2 y 2.5. si las aguas residuales se descargan sin tratar al entorno, su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de oxígeno a los recursos naturales y al desarrollo de condiciones sépticas.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).-** Es el parámetro de contaminación orgánica más empleado, y es aplicable tanto como para aguas residuales como para aguas superficiales, la determinación del mismo está relacionado con la medición de oxígeno disuelto que

consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. Los resultados obtenidos en los ensayos de DBO5 se emplean para:

- Determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requiere para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente en el agua residual.
- Dimensionar las instalaciones de plantas de tratamiento para aguas residuales.
- Medir la eficacia de algunos procesos de tratamientos.
- Controlar el cumplimiento a las limitaciones que están sujetos los vertidos, debido a que es un ensayo que está vigente por algún tiempo.

La oxidación bioquímica es un proceso lento cuya duración en teoría es infinita. En un periodo de 20 días se completa la oxidación del 95 al 99% de la materia carbonosa y en los 5 días que demora el ensayo de la DBO5 se llega a oxidar entre el 60 y el 70%. Se asume la temperatura de 20°C como un valor medio representativo de la temperatura que se da en los cursos de agua que circulan a baja velocidad en climas no agresivos. Y es fácilmente duplicada en un incubador. Los resultados obtenidos a diferentes temperaturas serán distintos, debido a que las velocidades de las reacciones bioquímicas son función de la temperatura.

- **Demanda Química de Oxígeno (DBO).**-Se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de aguas subterráneas como de aguas residuales. La Demanda Química de Oxígeno de una agua residual es mayor que su correspondiente Demanda Bioquímica de Oxígeno, esto se debe al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los

que se oxidan por vía biológica. En varios tipos de aguas residuales es posible determinar una relación entre los valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno y la Demanda Química de Oxígeno, siendo de gran utilidad ya que la Demanda Química de Oxígeno se puede determinar en tres horas frente a los 5 días de la Demanda Bioquímica de Oxígeno. Establecida la correlación entre los parámetros, se puede emplear las medidas de DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento. NORIEGA (2003).

1.1.8.3. Características biológicas

NORIEGA (2003). Las características biológicas son muy importantes en el control de enfermedades causadas por microorganismos patógenos y por la importancia que tienen las bacterias y otros microorganismos que intervienen en la descomposición y estabilización de la materia orgánica presente en el agua residual.

El principal grupo de microorganismos presente en aguas residuales son los organismos eucariotas incluyendo algas, hongos y protozoos, eubacterias y arqueobacterias.

Tabla 6. Características Biológicas

Organismos patógenos	Pueden transmitir enfermedades contagiosas como tifoidea, disentería, fiebre, diarrea y cólera, son excretadas por el hombre, y en este grupo están los virus, bacterias, protozoos y del grupo helmintos.
Nutrientes	Tanto el Nitrógeno, como el Fósforo y el Carbono son esenciales para el crecimiento de las plantas y protistas. Cuando se vierten al entorno acuático, estos pueden favorecer el crecimiento de una vida acuática no deseada.
Materia orgánica refractaria	Resiste tratamiento convencional, tales como los detergentes, fenoles y pesticidas agrícolas.

Fuente: NORIEGA. “Manual de Tratamiento de Aguas Negras”.

1.1.9. Planta de tratamiento de aguas residuales

ROJAS (1999). Las Plantas de Tratamiento son instalaciones donde a las Aguas Residuales se les retiran los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y al ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o por su rehusó en otras actividades de nuestra vida cotidiana con excepción del consumo humano (no para ingerir o aseo personal).

Una Planta de tratamiento de Aguas Servidas debe tener como propósito eliminar toda contaminación química y bacteriológica del agua que pueda ser nociva para los seres humanos, la flora y la fauna de manera que el agua sea dispuesta en el ambiente en forma segura. El proceso, además, debe ser optimizado de manera que la planta no produzca olores ofensivos hacia la comunidad en la cual está

inserta. Una planta de aguas servidas bien operada debe eliminar al menos un 90% de la materia orgánica y de los microorganismos patógenos presentes en ella.

Los objetivos de las plantas de tratamiento biológico son tres:

1. Reducir el contenido en materia orgánica de las aguas
2. Reducir su contenido en nutrientes.
3. Eliminar los patógenos y parásitos.

Estos objetivos se logran por medio de procesos aeróbicos y anaeróbicos, en los cuales la materia orgánica es metabolizada por diferentes cepas bacterianas. ROJAS (1999).

1.1.10. Tratamiento de aguas residuales

1.1.10.1. Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales.

Los humedales son un filtro biológico. El agua residual pasa de forma horizontal a través de sus actividades ayudada por el tallo y la raíz de las macrófitas y se filtra por medio de las diferentes capas de material pétreo.

Las macrófitas, transportan oxígeno por medio de sus raíces al agua. Parte del oxígeno es disuelto en el suelo cerca de las raíces con el efecto de saturar el área con éste. Las zonas lejanas a las raíces tienen una deficiencia de oxígeno. El mosaico de zonas aerobias, anaerobias y anoxas hace posible que se desarrollen bacterias, hongos y demás microorganismos que participan en la degradación de los contaminantes presentes en las aguas residuales.

El material orgánico es consumido por las bacterias en su metabolización y convertido en agua y dióxido de carbono.

El fósforo en el agua residual se presenta como ortofosfato y se reduce gracias a la precipitación química que se efectúa en los humedales en donde se adiciona óxido de hierro en la tierra, formando fosfatos metálicos e hidróxidos metálicos.

El nitrógeno liberado en el agua residual en forma de amoníaco/amonio es transformado en las diferentes zonas aerobias, anaerobias y anoxas a nitrógeno en forma de gas que es liberado a la atmosfera. Basados en este principio se ha investigado y desarrollado diseños hidráulicos, que logren el tiempo de retención necesario para obtener los resultados deseados.

http://www.psa.es/webesp/projects/solarsafewater/documents/libro/02_Capitulo_02.pdf.

1.1.10.2. Tratamiento biológico

WHESLEY (2008). Los tratamientos biológicos se basan en la utilización de microorganismos capaces de asimilar las sustancias en suspensión o disueltas presentes en el agua residual, a fin de incorporarlas a su metabolismo celular y obtener energía para sus funciones vitales y promover el desarrollo orgánico. Con un control adecuado de las condiciones ambientales (presencia o ausencia de oxígeno, pH óptimo, temperatura y mezcla).

Muchos autores como PIATKIN, 1968 (p 9). Manifiestan que los microorganismos incluyen seres pertenecientes a varios grupos: procariota (bacterias y archaea), eucariotas (hongos y protozoos) y virus (no celulares).

Es posible conseguir el desarrollo de una biomasa capaz de depurar el agua residual hasta alcanzar el grado de tratamiento deseado. Los tratamientos biológicos se diseñan para acelerar los procesos naturales de degradación y estabilización de las aguas residuales previo a su disposición o reutilización.

Donde investigadores como SCHLEGEL, 1997 (p 19), consideran que el estudio de los microorganismos comprende el conocimiento de su forma, estructura, reproducción, fisiología, metabolismo e identificación. Trata de su distribución en la naturaleza, de sus relaciones recíprocas y con los demás seres vivos, de los efectos beneficiosos o perjudiciales para el hombre y de las transformaciones físicas y químicas que ejercen en su medio circundante.

Por ello, BROCK, 1999 (p 27), dice que los microorganismos son un grupo grande y diverso de seres vivos que pueden existir como células individuales o como agrupaciones simples de células. Las células microbianas son en este sentido, distintas de las células de animales y plantas, puesto que estas últimas no son capaces de vivir aisladas en la naturaleza si no es en grupos característicos (tejidos). Una célula microbiana sola, es generalmente capaz de llevar a cabo los procesos vitales de crecimiento, respiración y reproducción con independencia de otras células del mismo tipo o de tipo diferente.

Así también para METCALF & EDDY, (1996). Es muy importante en el tratamiento de aguas residuales, tener un conocimiento exhaustivo sobre las características biológicas y además estar familiarizado con los siguientes aspectos:

Principales grupos de microorganismos biológicos, incluidos los que intervienen en el tratamiento biológico.

- Organismos patógenos presentes en aguas residuales.

- Organismos usados como indicadores de contaminación y su importancia.
- Métodos empleados para determinar los organismos indicadores.
- Métodos empleados para determinar la toxicidad de aguas residuales.

Tabla 7. Tratamiento, reuso del agua.

Secundario convencional	Remoción de materia orgánica biodegradable (en solución o suspensión) y sólidos suspendidos. Un proceso de desinfección típica también puede ser incluido en el nivel secundario convencional de tratamiento.
Secundario con remoción de nutrientes	Remoción de materia orgánica biodegradable, sólidos suspendidos y nutrientes (nitrógeno, fósforo o ambos).
Avanzado	Remoción de sólidos totales disueltos y constituyentes traza como lo requieran o lo especifiquen las aplicaciones del rehúso del agua.

Fuente: ASANO, Takashi et al. Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications.2007

1.1.10.3. Láminas filtrantes

El sistema de láminas filtrantes es la tecnología verde que está cambiando el estándar ecológico mundial en tratamiento de todo tipo de aguas residuales. Se trata de un tratamiento biológico que utiliza la gran capacidad depuradora de la naturaleza para la descontaminación de aguas residuales y lodos.

La tecnología se caracteriza por carecer de equipo electromecánico para realizar su función de depuración. Esto permite una operación desatendida del sistema, y

con unos costos de operación y mantenimiento insignificantes, el principio de funcionamiento de esta tecnología consiste en activar la capacidad de múltiples procesos biológicos en plantas y microorganismos para obtener una remoción y degradación de diversos contaminantes presentes en las aguas residuales.

Esto es posible gracias a las características especiales de ciertas plantas, como cañas y juncos, de transferir sustanciales cantidades de oxígeno atmosférico a través de su sistema de raíces, promoviendo una gran cantidad y diversidad de especies de microorganismos que prosperan en el suelo alrededor de sus raíces.

El sistema de tratamiento es autosuficiente como un ecosistema artificial, que utiliza combinaciones particulares de plantas, suelos y sistemas hidráulicos de flujo para optimizar los procesos químicos y microbiológicos que se llevan a cabo en la zona de raíces. La remoción de los contaminantes y el consecuente tratamiento de aguas residuales se logra por medio de una filtración controlada de los afluentes contaminados a través del lecho vegetal del sistema, está compuesto por un estanque, en el que se instalan una serie de capas de diferente composición, tales como: Grava como un primer filtro biológico, Heno para aumentar la capilaridad, Biomasa para favorecer la descomposición orgánica, Nutrientes. Sobre este material se planta la especie de Gramínea (*Phragmites australis*).

1.1.10.3.1. Objetivo de las láminas filtrantes

Promover los procesos bioquímicos mediante los cuales las plantas y los microorganismos descomponen los compuestos contaminantes de forma natural para obtener fuentes de energía para su metabolismo.

Tabla 8. ¿Qué podemos tratar con el sistema de láminas filtrantes?

Aguas residuales domésticas y municipales	<ul style="list-style-type: none"> • Descarga a cuerpos receptores • Aguas grises
Aguas residuales agroindustriales	<ul style="list-style-type: none"> • Mataderos municipales • Producción de alimentos (lácteos, queseras, champiñoneras)
Tratamientos de lodos	<ul style="list-style-type: none"> • Tanques sépticos • Lodos de plantas de lodos activados • Lodos de PTAR fisicoquímicas
Aguas residuales industriales	<ul style="list-style-type: none"> • Industria minera • Industria petroquímica • Industria papelera • Curtiembres • Industria textil tintorería-colorantes • Galvanoplastia
Aguas pluviales	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminadas • Vertidos provenientes de sistemas de alcantarillados combinados
Quiénes generan lodos?	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas de potabilización de agua, descarga de clarificadores y lavado de filtros. • Plantas de lodos activados y demás procesos biológicos. • Industria papelera y recuperación de fibras, cartoneras. • Procesos de tratamiento de metales, cromados, niquelado, galvanizado, cortes, entre otros. • PTAR en tintorería y lavandería industrial. • Fábricas de pinturas. • Cultivos de palma. • Cultivos de flores. • 100% PTAR biológicos y fisicoquímicos.

Fuente: <http://www.lenntech.es/glosario-agua.htm>

En el sistema se producen una serie de procesos Biológicos y Físico químicos tales como:

- Sedimentación.
- Degradación Microbiana.
- Nitrificación.
- Desnitrificación.
- Adsorción y Precipitación
- Química.
- Desinfección.

1.1.10.3.2. Ventajas

Logra eficiencias de remoción en parámetros tales como DBO5, Sólidos Suspendidos, Nitrógeno Amoniacal y Fósforo, sobre un 95 %. Estas eficiencias se encuentran garantizadas.

Además, con un adecuado diseño, de acuerdo a las características específicas del agua residual, se puede cumplir con la calidad exigida en Metales Pesados, Hidrocarburos, Fenoles y otros tipos de contaminantes inorgánicos.

- Puede integrarse al paisaje natural, debido a que en apariencia corresponde a una serie de juncos con hojas verdes. El agua residual no se observa, debido a que el sistema es subsuperficial, es decir el agua fluye horizontalmente en forma subterránea.
- Reutilización de agua. El sistema obtiene eficiencias hasta del 95 % de reducción de los contaminantes, por lo que el agua puede ser reutilizada en actividades de agricultura.

Tabla 9. Variedades de plantas y remociones alcanzadas

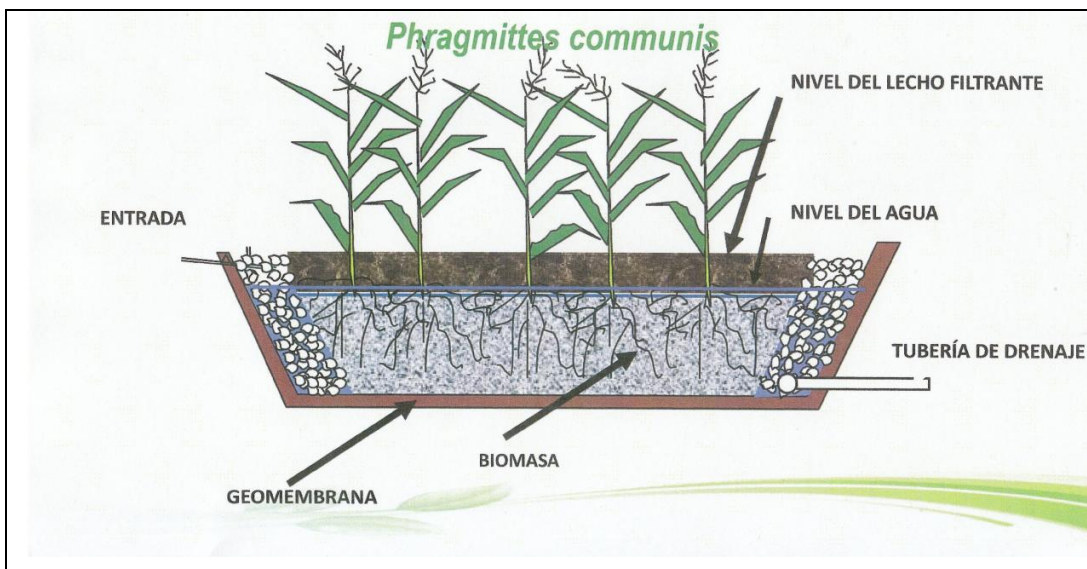
Parámetro	<i>Bambusa multiplex</i>	<i>Juncus effusus</i>	<i>Typha latifolia</i>	<i>Phragmites communis</i>
DBO	81%	94%	91%	98%
SST	87%	74%	76%	91%
NH4	71%	91%	94%	95%
P TOTAL	81%	32%	43%	55%

Fuente: Folleto Tecnoskandia. Ltda.

1.1.10.3.3. *Phragmites communis*

- Ampliamente distribuida.
- Adaptable a cualquier tipo de clima.
- Altos porcentajes de remoción.
- Amplio rango de compuestos degradados.

Imagen 3. *Phragmites communis* (carrizo)



Fuente: Folleto Tecnoskandia. Ltda.

1.1.11. Agua Tratada

Las aguas residuales tratadas, también conocidas como biosólidos (TSS/B), es la materia que se forma después que el agua negra es procesada en la planta de tratamiento. Las aguas negras residuales contienen materia orgánica nutritiva que es beneficiosa para las plantas. Puede ser tratada, procesada y usada para mejorar, mantener y hacer que el terreno sea más productivo y ayudar al crecimiento de las plantas. Sin embargo, también contienen materiales como el arsénico, cadmio, mercurio, materias orgánicas contaminantes y organismos que causan enfermedad.

1.2. Aspectos legales

Para el manejo de las aguas residuales, existen ciertas leyes y reglamentos amparados por el estado ecuatoriano que regulan las descargas a cuerpos de agua, estableciendo parámetros de calidad y límites.

Entre las leyes que se emplean son las siguientes:

Constitución Política del Ecuador.

Título II. De los derechos

Capítulo Segundo. Derechos del buen vivir.- **Sección Segunda.** Ambiente sano.

Art. 14. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la preservación del daño ambiental y a la recuperación de los espacios naturales degradados.

Título VII. Régimen del buen del vivir.

Capítulo Segundo. Biodiversidad y recursos naturales.- Sección Primera.

Naturaleza y Ambiente.

Art. 395. La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1). El estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambiental equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de generación natural de los ecosistemas y asegure la satisfacción de generaciones presentes y futuras.

Sección Sexta. Agua

Art. 411. El estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recargas de agua.

Ley de Aguas (Secretaría Nacional de Aguas)

Título II – De La Conservación y Contaminación de las Aguas.

Capítulo II – De La Contaminación

ART. 22.- Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecten a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna. “Constitución Política del Ecuador”, Montecristi 2008

El Consejo Nacional de recursos hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición. “Constitución Política del Ecuador”, Montecristi 2008

Se concede acción popular para denunciar los derechos que se relacionan con contaminación de agua. La denuncia se presentará en la Defensoría del Pueblo. “Constitución Política del Ecuador”, Montecristi 2008

Ley de Gestión Ambiental

Título II – Del Régimen Institucional de la Gestión Ambiental. “*Ley de Gestión Ambiental*”, Quito 2002

Capítulo IV – De la Participación De Las Instituciones Del Estado. “*Ley de Gestión Ambiental*”, Quito 2002

Art. 12.- Son obligaciones de las instituciones del Estado del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, las siguientes: “*Ley de Gestión Ambiental*”, Quito 2002

- a) Aplicar los principios establecidos en esta Ley y ejecutar las acciones específicas del medio ambiente y de los recursos naturales; “*Ley de Gestión Ambiental*”, Quito 2002
- b) Ejecutar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, de permisibilidad, fijación de niveles tecnológicos y las que

establezca el Ministerio del ramo; *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002*

- c) Participar en la ejecución de los planes, programas y proyectos aprobados por el ministerio del ramo; *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002*
- d) Coordinar con los organismos competentes para expedir y aplicar las normas técnicas necesarias para proteger el medio ambiente con sujeción a las normas legales y reglamentarias vigentes y a los convenios internacionales; *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002*
- e) Regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recurso naturales en armonía con el interés social; mantener el patrimonio natural de la nación, velar por la protección y restauración de la diversidad biológica, garantizar la integridad del patrimonio genético y la permanencia de los ecosistemas; *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002.*
- f) Promover la participación de la comunidad en la formulación de políticas para la protección del medio ambiente y manejo racional de los recursos naturales; y, *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002.*
- g) Garantizar el acceso de las personas naturales y jurídicas a la información previa a la toma de decisiones de la administración pública, relacionada con la protección del medio ambiente. *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002.*

Art. 13.- Los Consejos Provinciales y los Municipios, dictaran políticas ambientales seccionales con sujeción a la Constitución Política de la República y la presente Ley.

Respetarán las regulaciones nacionales sobre el Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas para determinar los usos del suelo y consultarán a los representantes de

los pueblos indígenas, afroecuatorianos y poblaciones locales para la delimitación, manejo y administración de áreas de conservación y reserva ecológica. *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002.*

Título VI – De la Protección de los Derechos Ambientales.

Art. 41.- Con el fin de proteger los derechos ambientales individuales o colectivos, concédase acción pública a las personas naturales, jurídicas o grupo humano para denunciar la violación de las normas de medio ambiente, sin perjuicio de la acción de amparo constitucional previsto en la Constitución Política de la República. *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002.*

Art. 42.- Toda persona natural, jurídica o grupo humano podrá ser oída en los procesos penales, civiles o administrativos, que se inicien por infracciones de carácter ambiental, aunque no hayan sido vulnerados sus propios derechos. *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002.*

Capítulo I – De Las Acciones Civiles

Art.43.- Las personas naturales, jurídicas o grupos humanos, vinculados por un interés común y afectado directamente por la acción u omisión dañosa podrán interponer ante el Juez competente, acciones por daños y perjuicios y por el deterioro causado a la salud o al medio ambiente incluyendo la biodiversidad con sus elementos constitutivos. *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002.*

Sin perjuicio de las demás acciones legales a que hubiere lugar, el juez condenará al responsable de los daños al pago de indemnizaciones a favor de la colectividad directamente afectada y a la reparación de los daños y perjuicios ocasionados. Además condenará al responsable al pago del diez por ciento (10%) del valor que represente la indemnización a favor del accionante. *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002.*

Sin perjuicio de dichos pagos y en caso de no ser identificable la comunidad directamente afectada o de constituir ésta el total de la comunidad, el juez ordenará que el pago, que por reparación civil corresponda, se efectúe a la institución que deba emprender las labores de reparación conforme a esta ley. *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002.*

En todo caso, el juez determinará en sentencia, conforme a los peritajes ordenados, el monto requerido para la recuperación del daño producido y el monto a ser entregado a los integrantes de la comunidad directamente afectada. *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002.*

Establecerá la persona natural o jurídica que deba recibir el pago y efectuar las labores de reparación. *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002.*

Las demás por daños y perjuicios originados por una afectación al ambiente, se tramitarán por vía verbal sumaria. *“Ley de Gestión Ambiental”, Quito 2002.*

Ley Orgánica de la Salud

Título Preliminar.

Capítulo II – De la autoridad sanitaria nacional, sus competencias y responsabilidades

Art. 6.- Es responsabilidad del Ministerio de Salud Pública: numerales: *“Ley Orgánica de Salud”, Quito 1998.*

15.- Regular, planificar, ejecutar, vigilar e informar a la población sobre actividades de salud concernientes a la calidad del agua, aire y suelo; y,

promocionar espacios y ambientes saludables, en coordinación con los organismos seccionales y otros competentes; *“Ley Orgánica de Salud”, Quito 1998.*

16.- Regular y vigilar, en coordinación con otros organismos competentes, las normas de seguridad y condiciones ambientales en las que desarrollan sus actividades los trabajadores, para la prevención y control de las enfermedades ocupacionales y reducir al mínimo los riesgos y accidentes del trabajo. *“Ley Orgánica de Salud”, Quito 1998.*

Ley de la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

Capítulo II – De la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas.

Art.6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en los terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades. *“Ley de la prevención y control de la Contaminación Ambiental”, Quito.*

Art.7.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en coordinación con los Ministerios de Salud y del Ambiente, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor. *“Ley de la prevención y control de la Contaminación Ambiental”, Quito.*

Art. 8.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, fijarán el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos

a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen. *“Ley de la prevención y control de la Contaminación Ambiental”, Quito.*

Art. 9.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, también, están facultados para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta ley. *“Ley de la prevención y control de la Contaminación Ambiental”, Quito.*

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria.

Libro VI. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

4.2.3. Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Agua dulce y agua marina

4.2.3.1 Los puertos deberán contar con un sistema de recolección y manejo para los residuos sólidos y líquidos provenientes de embarcaciones, buques, naves y otros medios de transportes, aprobados por la Dirección General de la Marina Mercante y la Entidad Ambiental de Control. Dichos sistemas deberán ajustarse a lo establecido en la presente Norma, sin embargo los Municipios podrán establecer regulaciones más restrictivas de existir las justificaciones técnicas. *“TULAS”, Quito 2004.*

4.2.3.2 Se prohíbe todo tipo de descarga en:

a) Las cabeceras de las fuentes de agua. *“TULAS”, Quito 2004.*

b) Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinará el CNRH, Consejo Provincial o Municipio Local y, *“TULAS”, Quito 2004.*

c) Todos aquellos cuerpos de agua que el municipio Local, Ministerio del Ambiente, CNRH o Consejo Provincial declararen total o parcialmente protegidos. *“TULAS”, Quito 2004.*

4.2.3.3 Los reguladores que exploren, exploten, refinen, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias peligrosas susceptibles de contaminar cuerpos de agua deberán contar y aplicar un plan de contingencia para la prevención y control de derrames, el cual deberá ser aprobado y verificado por la Entidad Ambiental de Control. *“TULAS”, Quito 2004.*

4.2.3.4 Las normas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas.

Las normas guardarán siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva y deberán contar con los estudios técnicos y económicos que lo justifiquen. *“TULAS”, Quito 2004.*

En los tramos del cuerpo de agua en donde se asigne usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno. *“TULAS”, Quito 2004.*

4.2.3.5 Para el caso de industrias que capten y descarguen en el mismo cuerpo receptor, la descarga se hará aguas arriba de la captación. *“TULAS”, Quito 2004.*

4.2.3.6 Para efectos del control de la contaminación del agua por la aplicación de agroquímicos, se establece lo siguiente: *“TULAS”, Quito 2004.*

a) Se prohíbe la aplicación manual de agroquímicos dentro de una franja de cincuenta (50) metros, y la aplicación aérea de los mismos, dentro de una franja de cien (100) metros, medidas en ambos casos desde las orillas de todo cuerpo de agua, *“TULAS”, Quito 2004.*

b) La aplicación de agroquímicos en cultivos que requieren áreas anegadas artificialmente, requerirá el informe y autorización previa del Ministerio de Agricultura y Ganadería. *“TULAS”, Quito 2004.*

c) Además de las disposiciones contenidas en la presente Norma, se deberá cumplir las demás de carácter legal y reglamentario sobre el tema, así como los listados referenciales de la Organización para la Agricultura y Alimentos de Naciones Unidas (FAO). *“TULAS”, Quito 2004.*

4.2.3.7 Toda descarga a un cuerpo receptor de **agua dulce**, deberá cumplir con los valores **establecidos** en la tabla 12 (Ver Anexo 6). *“TULAS”, Quito 2004.*

Ley Orgánica de Régimen Municipal

Título I – Enunciados Generales.

Capítulo II – De los Fines Municipales.

Art. 11.- A la municipalidad le corresponde, cumpliendo con los fines que le son esenciales, satisfacer las necesidades colectivas del vecindario, especialmente las derivadas de la convivencia urbana cuya atención no compete a otros organismos gubernamentales. *“Ley Orgánica de Régimen Municipal”, Quito 2004.*

Literal 4.- Promover el desarrollo económico, social, medio ambiental y cultural dentro de su jurisdicción. *“Ley Orgánica de Régimen Municipal”, Quito 2004.*

Art. 14. Son funciones primordiales del municipio, sin perjuicio de las demás que le atribuye esta ley: *“Ley Orgánica de Régimen Municipal”, Quito 2004.*

Literal 16.- Prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente. *“Ley Orgánica de Régimen Municipal”, Quito 2004.*

Art. 149.- En material de higiene y asistencia social, la administración coordinara su acción con la autoridad de salud. *“Ley Orgánica de Régimen Municipal”, Quito 2004.*

Literal a.- Cuidar de la higiene y salubridad del cantón. *“Ley Orgánica de Régimen Municipal”, Quito 2004.*

Literal h.- Prestar servicios de inspección veterinaria para mataderos, mercados, lecherías y otros establecimientos similares. *“Ley Orgánica de Régimen Municipal”, Quito 2004.*

Literal j.- Velar sobre el fiel cumplimiento de las normativas legales sobre saneamiento ambiental. *“Ley Orgánica de Régimen Municipal”, Quito 2004.*

Código Penal

Título 5.- De los Delitos contra la Seguridad Pública. *“Código Penal”, Quito 2000.*

Capítulo X-A.- De los Delitos Contra el Medio Ambiente. “*Código Penal*”, Quito 2000.

Art. 437-B.- El que infringiere las normas sobre protección del ambiente, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley, si tal acción causare o pudiera causar perjuicio o alteraciones a la flora, fauna, el potencial genético, los recursos microbiológicos o la biodiversidad, será reprimido con prisión de uno a tres años. “*Código Penal*”, Quito 2000.

Aspectos legales del Muestreo y Caracterización de Aguas Residuales

El muestreo y caracterización del Recurso Agua está basado en la norma técnica ambiental que consta en TULAS LIBRO VI ANEXO I. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DEDESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA y las Ordenanzas 012 y 031 R.O:26 de 05-07-99 y R.O: 74 de 10-05-00. Bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y que es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado.
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos.
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros determinados en esta Norma Oficial Ecuatoriana, se aplicarán los métodos establecidos en el manual “Standard MethodsfortheExaminationof Water and Wastewater”, en su más reciente edición. Además deberán consideraran las siguientes Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN):

1. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.
2. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.

CAPÍTULO II

2. *DESARROLLO METODOLÓGICO*

2.1. *Descripción del área de estudio*

2.1.1. *Delimitación*

El presente trabajo de investigación, fue desarrollado en campo y en gabinete, para poder determinar los principales contaminantes generados por las aguas residuales mediante los respectivos análisis.

2.1.2. *Características socio-ambientales y división política.*

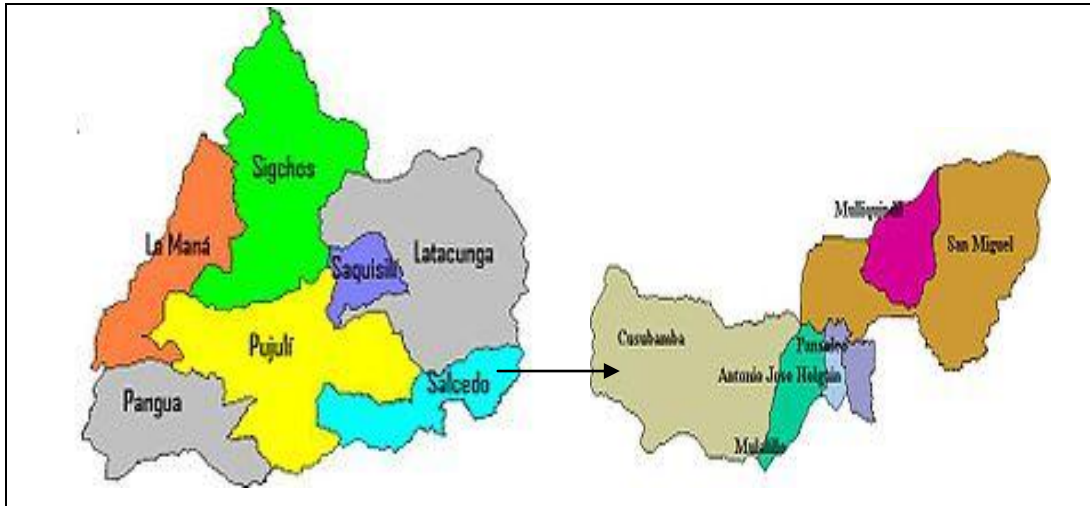
2.1.3. *Ubicación geográfica del lugar de estudio*

2.1.4. *División política*

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Salcedo
Parroquia	San Miguel
Sector	Barrio Nuestro Pueblo

2.1.5. Ubicación cartográfica

2.1.6. Mapa del Cantón Salcedo



Fuente: Enciclopedia Encarta Atlas Mundial

2.1.7. Antecedentes

En 1573 fue fundada como San Miguel de Molleambato; tuvieron que transcurrir 343 años para que se expida el Decreto de creación del Cantón el 19 de Septiembre de 1919 en la administración del Dr. Alfredo Baquerizo Moreno, con el nombre de San Miguel de Salcedo en honor al Príncipe San Miguel Patrono del Cantón.

2.1.8. Región geográfica

El Cantón Salcedo está ubicado en el suroriente de la Provincia de Cotopaxi, en el centro del Ecuador, es una ciudad importante en la producción agrícola y ganadera y popular por la preparación de los helados de fruta y pinol.

2.1.9. Sus límites son:

- Al norte: los cantones de Pujilí y Latacunga, con su parroquia Belisario Quevedo (Provincia de Cotopaxi).
- Al sur: los cantones de Ambato y Píllaro (Provincia de Tungurahua).
- Al este: la Cordillera Central de los Andes (Provincia de Napo).
- Al oeste: el cantón Pujilí con su parroquia de Angamarca (Provincia de Cotopaxi).

2.1.9.1. Superficie

El área total, se calcula en 533 Km², es decir, 53.300 hectáreas, los cuales representan un 8.09 % del total provincial.

2.1.9.2. Coordenadas

Las coordenadas geográficas son: 78 grados 35'n de longitud, 1 grado 1's latitud.

2.1.9.3. Altitud

Está a 2.683 m. sobre el nivel del mar.

2.1.9.4. Clima

Podemos clasificar en dos zonas Templada y Fría.

Zona templada: es notable en la parte baja y plana, tiene un clima delicioso que oscila entre los 13 a 20 grados.

Zona Fría: a partir de los 3.000 metros de altura en el páramo, se presenta el clima frío con vientos helados propios de estas regiones.

2.1.9.5. *Temperatura*

En todo el cantón hay una temporada un tanto fría y ventosa entre los meses de Junio y Agosto, pero entre los meses de febrero y Marzo son días muy calurosos.

Temperatura promedio varía de 12 a 18 °C.

2.1.9.6. *Orografía*

Es muy irregular, va desde las profundidades cañadas de Yacchil, Yanayacu y Tigualo (2592 msnm) hasta los picachos de las cordilleras central y occidental, más de 30 de ellos rebasan los 4000 msnm, pasando por alargados valles como los de Nagsichi, Cutuchi, Yanayacu y Salache; se podría decir que el relieve lo conforman un conjunto de mesetas a diverso nivel, lomas tendidas y altos picachos.

2.1.9.7. *Suelos*

Un buen porcentaje del territorio Salcedense está cubierta de tierra negra bastante impermeable y que por lo tanto mantiene la humedad que percibe, los suelos están formados por estratos de compacidad media de depósitos arenosos eólicos volcánicos que yacen sobre material más consolidado correspondiente a Cangahua, en el cantón Salcedo hay 13.116 unidades de producción agropecuaria, (U.P.A) con un total de 41.013 ha. de superficie cultivada.

2.1.9.8. Hidrología

Está constituida por cuatro ríos, sus arroyos tributarios, y las lagunas que los dan origen o alimentan:

Río Cutuchi.- Es el más caudaloso de los cuatro. Salcedo es ribereño, desde la desembocadura del salache, hasta la desembocadura del Yanayacu. De este río se han captado algunos canales de regadío que humedecen tierras salcedenses, Uno de ellos, también pasa a irrigar la provincia de Cotopaxi.

Río Nagsichi.- Desde su origen en el riachuelo Chilcatingo o Tororumi, hasta la desembocadura del arroyo estacional Chirinche, sirve de límite entre los cantones Salcedo y Pujilí. Desde el costado salcedense, confluyen hacia el Nagsichi, los riachuelos: Gradaspungo, Quispicacha, Sunfo, Chinchiloma, Atocha, Zamora y Chirinche.

Río Yanayacu.- Nace en la pequeña laguna Payatambo, como un arroyo del mismo nombre de la laguna, desagua en la laguna Quillopaccha, sale de ella con un caudal mayor y con el nombre de esta última laguna. Más abajo, confluye casi en el mismo sitio con los pequeños ríos, Talatag y Pisayambo, toma el nombre de Chagrasacha. Recibe un nuevo Afluente el Cuchihuasi, y cambia de nombre, Yanayacu o Guapante.

Río Salache.- Se forma por la confluencia de tres riachuelos pujilenses: Patoa, Isinche y Pujilí. Sirve de límite parcial entre los cantones de Salcedo y Latacunga. Los tres últimos ríos mencionados, son afluentes del Cutuchi.

Lagunas.- En el páramo occidental se ubica tres lagunas: Yanacocha, Condorcocha y Cochaurco. Además un extenso sector pantanoso en el alto del páramo, da lugar al nacimiento de riachuelos tributarios del Nagsichi.

Con origen en vertientes profundas, la verde laguna de Yambo se ubica en la parroquia Pansaleo, por su borde occidental cruzan, la carretera Panamericana y las paralelas del ferrocarril. Los paramos del extremo oriente son pantanosos dando origen a más de cien lagunas compartidas con los cantones: Latacunga de Cotopaxi, Píllaro de Tungurahua y Tena del Napo. Sector actualmente constituido como Parque Nacional Llanganates

Fuente: Oswaldo Navas Albán “Ecoturismo en el cantón Salcedo”

2.1.9.9. Precipitación

La precipitación total anual promedio en el área de Latacunga y Rumipamba – Salcedo es de 219 mm (inferior a 250 mm). Las lluvias (precipitaciones) muestran un patrón que coincide con la distribución de temperaturas antes mencionada, de tal manera que el período comprendido entre junio y agosto se registran los niveles de precipitación más bajos del año (18 – 23 mm). Los restantes meses del año presentan valores mensuales entre 41 mm y 66 mm, donde el período febrero – mayo registra valores mensuales por encima de los 50 mm, registrándose niveles de similares características en octubre y diciembre.

2.1.9.10. Salud

En el aspecto de salud, también son notorias las diferencias entre el área urbana y rural. En el área urbana los problemas se refieren más a la insuficiente cobertura y calidad de los servicios de salud (se atiende básicamente: salud materna infantil y emergencias) y de salubridad (recolección y disposición de basura, sistemas de acueducto y alcantarillado principal) mientras en el área rural los problemas de salud se refieren más a la escasa prestación del servicio médico y a la inexistencia de programas de salubridad.

2.1.9.11. Agua potable

La ciudad de San Miguel de Salcedo cuenta con una red de distribución de agua potable formada principalmente por tuberías de asbesto cemento, pero existe sectores con tuberías de PVC en los alrededores del centro de la ciudad.

Actualmente se encuentra, en la mayor parte, eliminadas las redes con tuberías de polietileno que abastecen a los barrios periféricos.

Los componentes de la red existente de agua potable suman aproximadamente 33.500 m. La red de distribución de la ciudad, especialmente la tubería de asbesto cemento, dado el incremento de caudal presenta fugas por el desgaste de los empaques de caucho en las uniones.

En cuanto a las conexiones domiciliarias, el 85% han sido instaladas con tuberías de polietileno y hierro galvanizado en un 15% además cuenta con llaves de corte y respectivo medidor, de los cuales un 55% se encuentran dañadas.

Se presentan un gran desperdicio de agua a nivel red de distribución, esto en mayor cantidad en los usuarios denominados públicos cuyo consumo de agua no es facturado dando un total aproximado del 40% entre todos usuarios.

Las tuberías e instalación se encuentran en buen estado, pero las fugas por lo general son en las llaves que no cierran herméticamente, en fregaderos y lavabos.

2.1.10. Diagnóstico de la situación actual de las aguas residuales del Cantón Salcedo

Un significativo porcentaje del 83% de la población cuenta con un sistema de alcantarillado, apenas un 17 % del sector urbano carecen de este servicio, la Ciudad de Salcedo cuenta con un sistema de alcantarillado combinado constituido por un sinnúmero de descargas hacia el Río Cutuchi y hacia la Quebrada Compadre Huayco, con el consecuente aporte de contaminantes ocasionando así alteración a los factores ambientales, la contaminación de los recursos naturales se ha venido presentando desde hace muchos años atrás, por causa de las descargas del sistema de alcantarillado de la Ciudad de Salcedo.

El Cantón Salcedo en la actualidad cuenta con 2 Plantas de Tratamiento de aguas residuales para la Parroquia de Santa Ana, Barrio Rumipamba de las Rosas y la Parroquia Matriz casi en su totalidad. Algunas descargas del Barrio de Rumipamba de las Rosas y del Camal desembocan al Río Cutuchi y otras descargas hacia la Quebrada Compadre Huayco procedentes de una parte del Barrio Nuestro Pueblo, las mismas que no son tratadas causando contaminación del cuerpo receptor.

El aspecto de mayor importancia consiste en el elevado riesgo microbiológico que tiene este tipo de aguas residuales puesto que a través del agua de la corriente en la que son descargadas pueden transmitir varias enfermedades de tipo viral, bacteriano y parasitario.

En el presente caso, adquiere también relevancia el impacto de residuos líquidos originados por las siguientes actividades industriales, comerciales y de servicios.

Aguas residuales generadas en los procesos productivos de las industrias asentadas en la ciudad y de actividades manufactureras artesanales que por su ubicación, afectan principalmente las aguas del Río Cutuchi. Estas aguas residuales implican normalmente altas cargas de DBO/DQO, presencia de metales pesados además de desmejorar la estética de las corrientes al colorear sus aguas.

Aguas residuales de centros de salud (normalmente con alto riesgo microbiológico).

Aceites usados y aguas con residuos de solventes generados en los procesos de lubricación de vehículos y mantenimiento de equipamiento industrial (películas de aceites reducen el potencial de reaeración de los ríos y desmejoran estéticamente las corrientes de agua.

Descargas puntuales de elevadas cargas orgánicas, correspondientes a establecimientos especiales tales como algunos edificios de servicios hoteleros, públicos y educativos, en los que existe elevada concurrencia de personas.

Es importante precisar que la mitigación de impactos originada por este y otros tipos de descargas y emisiones industriales, amerita una política ambiental específica del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Salcedo relacionada con el catastro, regulación y control de actividades especiales de mediano y alto impacto, que promueva su mitigación en la fuente a través de programas de producción más limpia tendientes a minimizar la producción de emisiones de gases, ruidos, residuos sólidos y líquidos y a manejar adecuadamente los residuos finales.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón Salcedo (Dirección de Agua Potable y Alcantarillado)

2.1.4 Diagnóstico y ubicación de la quebrada Compadre Huayco

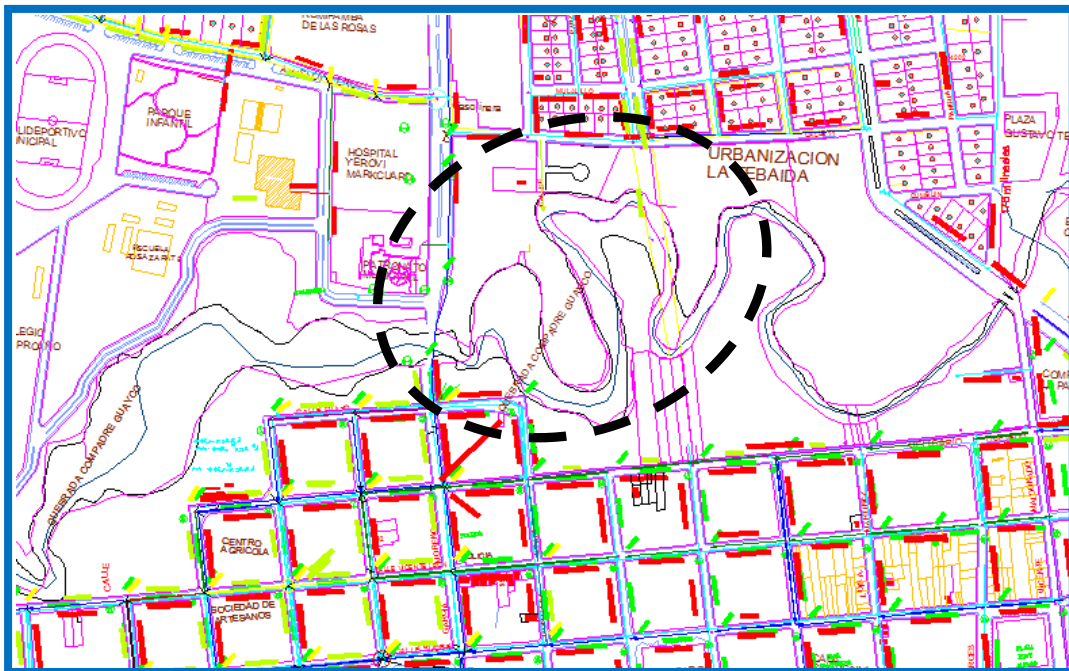
La Quebrada Compadre Huayco nace en la parte Oriente de la Parroquia Mulliquindil (Santa Ana), mide aproximadamente 7.8 kilómetros, tiene una área de escurrimiento alrededor de 370 hectáreas.

Esta quebrada es la que divide entre el Centro y el Norte de la Ciudad de Salcedo, se une con la Quebrada Langaza al Nororiente de Salcedo en el sector de la Palmira y la Tebaida, es un afluente más que desemboca en el Río Cutuchi.

La contaminación de la quebrada se viene presentando desde el asentamiento poblacional la misma que a su vez ha ido incrementando debido al crecimiento poblacional y a la falta de concienciación de toda la población.

En la actualidad aún existen algunas descargas domiciliarias que desfogan hacia la Quebrada Compadre Huayco, es el caso de una parte del Barrio Nuestro Pueblo que descarga adjunto al puente de la calle García Moreno la misma que ha sido tomada en cuenta para nuestro tema de estudio.

Imagen 4. Quebrada Compadre Huayco



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón Salcedo (Dirección de Agua Potable y Alcantarillado)

Imagen 5. Punto de descarga de las aguas residuales



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón Salcedo (Dirección de Agua Potable y Alcantarillado)

2.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS

2.2.1. Métodos:

2.2.1.1. Inductivo-Deductivo

Estos métodos que van de lo particular a lo general, y viceversa respectivamente, se aplicó durante toda la investigación, porque se realizó la caracterización del lugar de estudio, conociendo así los aspectos principales y la estructuración de la situación actual de la Quebrada Compadre Huayco.

2.2.1.2. Descriptivo.

Este método, se empleó en el desarrollo del diagnóstico y caracterización de las aguas residuales que descargan en la Quebrada Compadre Huayco, el cual permitió la obtención de los resultados mediante los análisis realizados, en relación al tema de estudio, sus causas y efectos socio-ambientales.

2.2.1.3. Cuasi Experimental

Por medio de este método se verificó, el grado de contaminación que presentan las aguas residuales, mediante la obtención de los resultados a través de los respectivos análisis de laboratorio.

2.2.2. Técnicas

2.2.2.1 Observación

Esta técnica fue la primera y más importante ya que permitió recopilar información, destacar características, identificar el lugar de descarga de las aguas residuales en estudio, para concretar técnicamente el diagnóstico de la situación actual de la misma.

En ésta técnica se realizó visitas de campo así como también observaciones en el sitio, permitiendo obtener información confiable del lugar de estudio.

2.2.2.2 Análisis Documental

Mediante esta técnica se recopiló información en documentos escritos, tales como: textos, folletos, revistas, documentales, archivos, informes, periódicos, documentos de investigaciones anteriores, etc.

2.2.2.3 Investigativo

Para poder formular los lineamientos técnicos en lo que respecta a la propuesta del tratamiento biológico de las aguas residuales, se basa en las normativas legales nacionales y locales vigentes de nuestro país.

2.2.2.1. Muestreo

Se empleó esta técnica para la recolección de muestras de aguas para realizar los respectivos análisis que permitieron identificar la calidad del agua.

2.3. PROCEDIMIENTOS Y TOMA DE MUESTRAS

2.3.1. Toma de muestras

La finalidad perseguida al establecer estas recomendaciones, es la de proporcionar una metodología de toma de muestras que garanticen su representatividad, así como su conservación en las condiciones más adecuadas durante el tiempo transcurrido entre la toma y el análisis por el laboratorio.

Se realizó In Situ, en diversas frecuencias de tiempo la toma de muestras, se efectuó el muestreo compuesto para el posterior análisis de las aguas residuales, el cual permitió que con la ayuda del Analista del Centro de Investigación y Control Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional, se logró desarrollar de una manera eficaz la toma de las muestras.

2.3.2. Número de muestras

Para nuestro estudio se realizó dos análisis de laboratorio en diferentes fechas cada uno, para lo cual se aplicó la toma de muestra compuesta pues se tomaron varias alícuotas espaciadas temporalmente (con frecuencias variables, minutos, horas) la misma que se colocó en los recipientes de medida, al final de la toma de muestras se unificaron las submuestras para proceder a llenar los envases.

2.3.3. Manejo y conservación

Fue muy importante escoger y preparar los recipientes que contenían las muestras para su análisis.

2.3.4. Recipientes

Los recipientes empleados en la toma y almacenamiento de muestras para el análisis fueron dos recipientes de medida, dos frascos de vidrio ámbar de un litro, dos botellas de plástico de cuatro litros y un recipiente estéril para la muestra biológica.

2.3.5. Preparación de recipientes

Los envases una vez preparados se enjuagó tres veces con la misma agua a muestrear para de esta manera esterilizarlos.

2.3.6. Llenado de recipientes

No llenamos los envases completamente debido a que las muestras iban a ser transportadas, preferiblemente dejamos un espacio de aire de aproximadamente 1% de la capacidad del envase para evitar el agotamiento del oxígeno.

2.3.7. Identificación de muestras

Los recipientes que contenían las muestras fueron marcados de una manera clara y permanente, la cual permitió que en el laboratorio se identificarán sin error.

En el momento del muestreo se anotó todos los detalles que ayudaron a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, naturaleza y cantidad de los preservantes adicionados, tipo de análisis a realizarse).

2.3.8. Transporte de muestras

Durante la transportación, las muestras fueron protegidas y selladas de manera que no se deterioren o se pierdan cualquier parte de ellos durante el transporte, los empaques protegieron a los recipientes de la posible contaminación externa.

2.3.9. Conservación de la Muestra

Para la conservación de la muestra se adicionó refrigerante artificial (bolsas de gel) lo cual permitió mantener las muestras a una temperatura baja para evitar una modificación significativa de los resultados del mismo.

En la toma y tratamiento de muestras de agua no hay directrices generales que cubran todas las situaciones, pudiéndose dejar al analista la elección de la técnica más idónea para conseguir que la muestra recogida sea homogénea.

2.3.10. Equipos de muestreo utilizados

- 3 recipientes de medida
- Papel indicador de pH
- Cronómetro
- 2 Frasco de vidrio ámbar de 1 litro
- 2 botellas de plástico de 4 litros

- 1 recipiente estéril para muestra biológica
- Refrigerante artificial (bolsas de gel)

2.3.11. Interpretación de resultados

Tabla 10. Resultados de los análisis de las aguas residuales que se encuentran fuera de los límites permisibles.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO DEL ANÁLISIS 1	RESULTADO DEL ANÁLISIS 2	LÍMITE PERMITIDO cause de agua	CONDICIÓN C/NC-/NC+
ACEITES Y GRASAS	mg/l	34	85	5.0 según art.4.2.3.7. Tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	FUERA DEL RANGO
CADMIO	mg/l	0,03	0.03	0.02según art.4.2.3.7. Tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	FUERA DEL RANGO
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	93x10 ⁴	115x10 ⁵		FUERA DEL RANGO
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	240x10 ⁶	320X10 ⁶		FUERA DEL RANGO
DBO5	mg/l	159,3	372	100 según art.4.2.3.7.tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	FUERA DEL RANGO
DQO	mg/l	482	716	250 según art.4.2.3.7. tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	FUERA DEL RANGO

FENOLES	mg/l	0,027	0,34	0.2 según art.4.2.3.7. tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	FUERA DEL RANGO
NITRATOS	mg/l	13,1	15,4	10 según art. 4.2.3.7 tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	FUERA DEL RANGO
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/l*h	0,5	12,7	1.0 según art. 4.2.3.7 tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	FUERA DEL RANGO
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	94	138	100 según art. 4.2.3.7 tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	FUERA DEL RANGO
TENSOACTIVOS (detergentes aniónicos)	mg/l	1,65	2,18	0.5 según art. 4.2.3.7 tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	FUERA DEL RANGO

2.3.12. Análisis de los resultados

Aceites y grasas.- En el resultado de los análisis de las aguas residuales se encuentra con una concentración de 8,5 mg/l, la misma que se encuentra fuera de los límites permisibles según art.4.2.3.7, de la tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce del TULAS.

Cadmio.- Se encuentra con una concentración de 0,03 mg/l, la misma que se encuentra fuera de los límites permisibles según art.4.2.3.7, de la tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Coliformes fecales.- Como se puede observar en la tabla antes mencionada este parámetro de igual manera se encuentra fuera de los límites permisibles.

Coliformes totales.- Este parámetro de igual forma se encuentra fuera de los límites permisibles.

DBO5.- Se encuentra con una concentración de 372 mg/l, lo cual nos indica que se encuentra fuera de los límites permisibles según art.4.2.3.7, de la tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

DQO.- Tiene un alto contenido de concentración de 716 mg/l, lo cual indica que se encuentra fuera de los límites permisibles según art.4.2.3.7, de la tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Fenoles.- Su nivel de concentración no es muy alto con 0,34 mg/l, pero de igual manera se encuentra fuera de los límites permisibles.

Nitratos.- El contenido de nitratos es de 15,4 mg/l, lo cual nos indica que se encuentra fuera de los límites permisibles según art.4.2.3.7, de la tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Sólidos sedimentables.- Se puede observar que el nivel de sólidos es de 12,7 mg/l*h, que de igual manera se encuentra fuera de los límites permisibles según art.4.2.3.7, de la tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Sólidos suspendidos.- Estos se encuentran con un 138 mg/l de sólidos en suspensión lo que indica que se encuentra fuera de los límites permisibles según art.4.2.3.7, de la tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Tensoactivos (detergentes).- En este parámetro debido al lavado de ropa y aseo personal se obtiene un 2.18 mg/l, lo cual nos indica que se encuentra fuera de los

límites permisibles según art.4.2.3.7, de la tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN TRATAMIENTO BIOLÓGICO PARA LAS AGUAS RESIDUALES, MEDIANTE LÁMINAS FILTRANTES.

3.1. Introducción

Una vez que se han establecido las características ambientales actuales del área de influencia, se procede a realizar la propuesta de tratamiento biológico mediante láminas filtrantes, el mismo que ayudará a conservar la Quebrada Compadre Huayco, mitigando así la contaminación ambiental.

Mediante la propuesta de implementación del tratamiento Biológico se plantea un conjunto de actividades para la construcción del sistema de láminas filtrantes, la misma que es necesaria para la recuperación de la quebrada, por medio de la propuesta de implementación se persigue fundamentalmente prevenir y mitigar, los impactos ambientales negativos que presenta la Quebrada Compadre Huayco.

Es importante destacar que el tratamiento biológico es un método esencial para el tratamiento de las aguas residuales, ya que tiene un alto nivel de absorción de contaminantes permitiendo así mitigar la contaminación ambiental y de esta manera mejorar la calidad de vida de los habitantes de este sector los cuales se encuentran afectados de una u otra forma.

3.2. Objetivo de la propuesta

Elaborar una propuesta de Tratamiento Biológico de las aguas residuales, para mitigar la contaminación ambiental, en la Quebrada Compadre Huayco, del Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

3.3. Justificación de la propuesta

Toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos, la descontaminación de las aguas residuales es una operación muy importante, sea para cumplir con normas ambientales o para evitar impactos negativos al ambiente.

En tal virtud de las crecientes demandas de reuso de agua, y de los reglamentos de la normativa ambiental, es necesario disponer de sistemas eficientes de tratamiento de aguas residuales. Tales sistemas deben garantizar la remoción de compuestos contaminantes, según establece los criterios de la calidad de agua. La presente propuesta plantea el uso de tratamiento biológico mediante la implementación de láminas filtrantes, como una alternativa para el tratamiento de aguas residuales.

3.4. Desarrollo de la propuesta

3.4.1. Puntos que se deben tomar en cuenta antes de la construcción de las láminas filtrantes

El caudal de la investigación es uno de los aspectos que se deben tomar muy en cuenta debido a que por medio de él dependerá el área a necesitar, el caudal de nuestro estudio es de 1.8 litros por segundos, para sacar el caudal en metros cúbicos por día se realizó la siguiente operación:

$$1.8 \text{ lt/s} * 1\text{m}^3/1000 \text{ lt} * 60\text{s}/1\text{mi} * 60\text{mi}/1\text{h} * 24\text{h}/1\text{día} = 155.52 \text{ m}^3/\text{día}$$

Ley de Stokes

V_s = velocidad de sedimentación

g = gravedad

P_p = densidad de las partículas

P = densidad del agua

μ = viscosidad

d^2 = densidad del grano

s = espacio

t_s = tiempo de sedimentación

H = altura

B = ancho

L = largo

Q = caudal

V_p = velocidad de paso

AH = área hidráulica

T_p = tiempo de paso

$$V_s = g/18 * (P - \rho) / \mu * d^2$$

$$V_s = 9,8\text{m/s}/18 * (2500 \text{ kg/m}^3 - 1000\text{kg/m}^3 / 1,1457 \times 10^{-3}) * (0,03\text{mm})^2$$

$$V_s = 0,54\text{m/s} * (2,5 \times 10^3 \text{kg/m}^3 - 1,0 \times 10^{-3} / 1,1457 \times 10^{-3}) * (3 \times 10^{-5})^2$$

$$V_s = 0,54\text{m/s} * ((2,5 - 1) \times 10^3 / 1,1457 \times 10^{-3}) * (3 \times 10^{-10})$$

$$V_s = 0,54\text{m/s} * 0,87 \times 10^{-6} * 3 \times 10^{-10}$$

$$V_s = 1,40 \times 10^{-4} \text{ m/s} = 0,00014\text{m/s}$$

$$V_s = S/t_s = H/t_s$$

$$t_s = H/V_s = 1\text{m} / 1,40 \times 10^{-4} \text{m/s} = 0,71 \times 10^4 \text{s} = 7100\text{s} = 1,97 \text{ horas}$$

$$Q=0,0018\text{m}^3/\text{s} \quad B= 3\text{m}$$

$$H= 1\text{m} \quad L= 4,50\text{m}$$

$$V_p= Q/AH = (0,0018\text{m}^3/\text{s})/3\text{m} \cdot 1\text{m} = 6 \times 10^{-4} = 0,0006 \text{ m/s}$$

$$V= s/t \rightarrow t_p= s/v$$

$$t_p= 4,50 \text{ m} / 0,0006 \text{ m/s} = 7500 \text{ s} = 2.08 \text{ horas}$$

$$t_s = 1,97 \text{ horas} < t_p = 2.08 \text{ horas}$$

Según los estudios realizados en Colombia por TRANSFORM ECOSKANDIA LTDA, han obtenido excelentes resultados en los sistemas de tratamientos de aguas residuales por medio de las láminas filtrantes, recomienda utilizar una área de 1800 metros cuadrados para un caudal de 173 metros cúbicos (Ver anexo 5), de esta manera se obtendrá un tratamiento efectivo, la misma que hemos tomado en cuenta para calcular el área a necesitar en nuestro estudio para lo cual realizamos la siguiente operación.

$$173 \text{ m}^3/\text{día} \text{-----} 1800 \text{ m}^2$$

$$155.52 \text{ m}^3/\text{día} \text{-----} X$$

$$X= 1618 \text{ m}^2$$

Para la construcción del sistema de láminas filtrantes de nuestro estudio necesitamos 1620 m² (54 metros de largo por 30 metros de ancho).

De igual manera para saber cuántos metros cúbicos contiene la fosa multiplicamos el largo por el ancho y por la altura.

$$54\text{m largo} \times 30\text{m ancho} \times 0.2\text{m altura} = 324\text{m}^3.$$

324m³ es la cantidad de agua que puede retener la fosa.

Para poder determinar el tiempo de retención del agua en la fosa realizamos lo siguiente:

$$155.52 \text{ m}^3 \text{ ----- } 1 \text{ día}$$

$$324 \text{ m}^3 \text{ ----- } x$$

$$X = 2 \text{ días}$$

El tiempo de retención del agua residual en la fosa, desde el momento que ingresa al tanque separador hasta su salida es, de dos días aproximadamente según los cálculos realizados.

3.4.1.1. Las Rejillas

Con ésta se eliminará parte de la polución más visible como: cuerpos voluminosos, trapos, palos, fundas y materiales similares, que llegan flotando o en suspensión desde los colectores de entrada, las rejillas son muy indispensables y su limpieza es manual.

3.4.1.2. Tanque separador de sólidos - sedimentador

Contamos con un tanque separador de sólidos con tres compartimientos, el mismo que trabaja como retenedor de sólidos medianos y separador de grasas, en el primer compartimiento se retendrá los sólidos medianos y grasas, en el segundo y tercero sólidos finos y grasas, a la vez el tanque de retención de sólidos trabajará como sedimentador de lodos los mismos que serán removidos de acuerdo a la necesidad y serán trasladados a un determinado lugar para su debido

tratamiento, estos compartimientos son muy importantes ya que en el proceso de las láminas filtrantes se debe evitar que ingresen sólidos que puedan saturar la porosidad del sistema.

3.4.2. Construcción de las láminas filtrantes

3.4.2.1. Selección del terreno

El terreno para el tratamiento de las aguas residuales mediante láminas filtrantes debe tener una área de 1,620 m², este tratamiento se plantea construir en la parte superior de la quebrada Compadre Huayco, ubicado a 200 metros del puente de la calle García Moreno, debido a que está alejado de las viviendas del sector, cuenta con el área suficiente y de esta manera evitará cualquier tipo de inconvenientes ambientales hacia la población.

3.4.2.2. Excavación

La excavación del área antes mencionada por una profundidad de 0.5 m, de lo cual solo se rellenará material pétreo los 0.4 m, esta profundidad es recomendada para evitar la pudrición de las aguas y así evadir que los malos olores sean intensos.

3.4.2.3. Geomembrana

En este punto se debe instalar la geomembrana para evitar la contaminación del subsuelo y de esta manera no contaminar el agua subterránea.

3.4.2.4. Incorporación del material pétreo

a.- Piedra bola: se incorporará piedra bola como primer filtro y como base a una altura de 0.2 m en todo el área, para lo cual se necesita 324 m³ de grava (27 volquetas de 12 m³) del material antes mencionado.

b.- Ripio: se añadirá ripio de 3/4 como sub base a una altura de 0.1 m en todo el área, para lo cual se necesita 162 m³ (13.5 volquetas de 12 m³) del material antes mencionado.

c.- Lastre fino: se incorporará lastre fino en la superficie a una altura de 0.05 m en todo el área, para lo cual se necesita 162 m³ (13.5 volquetas de 12 m³) del material antes mencionado.

Es necesario evitar que en lo posible la fosa provista de material pétreo no contenga ningún tipo de nutrientes para de esta manera obligar a las plantas a que se alimenten de la materia orgánica que contiene el agua a tratar.

3.4.2.5. Selección de las plantas

3.4.2.5.1. Tipo de planta

Existe un gran número de plantas que pueden ser válidas para este fin, la planta que hemos elegido es el carrizo (*Phragmites sp.*) debido a que es una planta que resiste a climas fríos y a su poder de absorción de los contaminantes que contienen las aguas servidas, las plantas de carrizos por ser familia de las bambusáceas retienen en su corteza los metales pesados que son absorbidas por medio de sus raíces.

3.4.2.6. *Número y siembra de plantas*

Se recomienda sembrar a una distancia de 0.4 metros, lo cual indica que para el área antes mencionada se necesitará 9,916 plantas.

3.4.2.7. *Duración de las plantas*

Las plantas a utilizar son perennes, por lo que la duración activa del filtro es ilimitada si se mantiene adecuadamente, principalmente si no falta el agua en los canales y se controlan las posibles plagas o enfermedades.

3.4.2.8. *Fijación de las plantas*

Las plantas una vez sembradas se mantendrán en condiciones de humedad continua para favorecer su crecimiento hasta que llegan a desarrollar una estructura superficial continua, al entrelazarse las raíces y rizomas de las plantas iniciales y de las nuevas plantas formadas a partir de los rizomas.

3.4.2.9. *Entrada en funcionamiento*

Una vez fijadas, las plantas comenzarán de inmediato su acción depuradora. Sin embargo, el funcionamiento con eficacia plena lo alcanza al cabo de un año, aunque en climas tropicales el proceso es más rápido.

3.4.2.10. *Tratamientos de las plantas*

El único cuidado agronómico es el tratamiento posible de plagas o enfermedades que pudieran sufrir las plantas y el segado periódico de la biomasa producida en la parte aérea de las plantas (2 o 3 veces en el año).

3.4.2.11. *Producción de biomasa*

El crecimiento de las plantas produce una gran cantidad de biomasa, por lo que es necesario cortar periódicamente. El volumen de biomasa producido varía en función de las condiciones climáticas de la zona en que esté situado el sistema, principalmente, con la temperatura ambiente, pero siempre es muy abundante debido a que las plantas disponen de agua y nutrientes sin limitación.

La biomasa recolectada tiene las siguientes aplicaciones:

- Como combustible.
- Para la producción de compost para enmienda de tierras y fertilización.
- Para industria de artesanía local que utilice los juncos o espadañas secos (asientos de sillas, paneles de construcción.).

3.4.2.12. Presupuesto

Tabla 11. Presupuesto

Denominación	Cantidad	Unidad	Precio U. \$	Precio T.
Construcción del tanque separador	10	m3	40	400
Excavación	648	m3	3	1944
Compra e instalación de Geomembrana	648	m2	6	3888
Adquisición de Piedra bola	27	m3	60	1620
Adquisición de Ripio	13.5	m3	60	810
Adquisición de lastre fino	13.5	m3	60	810
Adquisición de Plantas	9,916	Planta	0.10	991.6
Total				10,463.6

3.4.2.13. *Los principales mecanismos de depuración que actuarán en las láminas filtrantes son los siguientes:*

Eliminación de sólidos en suspensión: Los sólidos se eliminan por sedimentación, decantación, filtración y degradación a través del conjunto que forma el sustrato de las láminas filtrantes con las raíces y rizomas de las plantas.

Eliminación de materia orgánica: La eliminación de la materia orgánica del agua es realizada por los microorganismos que viven adheridos al sistema radicular de las plantas y que reciben el oxígeno a través del sistema de aireación muy especializado comentado anteriormente. Una parte de la aireación del agua también se realiza por difusión del oxígeno del aire a través de la superficie del agua. También se elimina una parte de la materia orgánica por sedimentación.

Eliminación de nitrógeno: El nitrógeno se elimina por diversos procesos: absorción directa por las plantas y, en menor medida, por fenómenos de nitrificación-desnitrificación y amonificación, realizados por bacterias.

Eliminación de fósforo: El fósforo se elimina por absorción de las plantas, absorción sobre las partículas de arcilla y precipitación de fosfatos insolubles.

Eliminación de microorganismos patógenos: Por filtración y absorción en partículas de arcilla, acción predatoria de otros organismos (bacteriófagos y protozoos), toxicidad por antibióticos producidos por las raíces y por la radiación UV contenida en las radiaciones solares.

Metales traza: Tienen una alta afinidad por absorción y complejación con materia orgánica y pueden ser acumulados en las láminas filtrantes. También existen transformaciones microbianas y asimilación por las plantas.

En todo el proceso de tratamiento es necesario el tiempo de retención del agua en la fosa hasta recorrer todo el área y salir nuevamente a su cauce normal, la eficiencia de este tratamiento lo podemos verificar y controlar con un análisis de laboratorio, de ser necesario se deberá incorporar una fosa con carbón activado

para la retención de olores y por último se podría añadir una dosis de cloro dependiendo a la calidad de agua obtenida.

3.4.2.14. *Ventajas de las láminas filtrantes*

- Fáciles de mantener.
- Eficaces y confiables para el tratamiento de aguas residuales.
- Condiciones aerobias y anaerobias.
- No necesita adición de de agentes químicos.
- No hay espejos de agua, no hay crecimiento de vectores.
- Requerimientos de energía (eléctrica o combustible) mínimos.
- Eficiencia mayor con el tiempo.
- Remociones hasta del 98%.
- Flexible a variaciones en las características del agua residual.
- Paisajístico, no genera impacto visual.
- Costos de mantenimiento mínimos.
- Puede proporcionar beneficios ecológicos.
- Reconocidos como una buena alternativa de tratamiento por muchos reguladores y grupos ambientales (Gamonal, 2002).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados y a los objetivos propuestos se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- La situación actual de la Quebrada Compadre Huayco se encuentra en condiciones ambientales desfavorables porque existe descarga de aguas residuales, la misma que presenta un caudal de 1.8 litros por segundo, causando así alteración a diversos ecosistemas existentes.
- Mediante la caracterización de las aguas residuales procedentes de una parte del Barrio Nuestro Pueblo que descargan adjunto al puente de la calle García Moreno se pudo determinar el grado de contaminación mediante sus respectivos análisis.
- Concluido el trabajo investigativo, se puede observar los parámetros que se encuentran fuera de los límites permisibles según art.4.2.3.7, de la tabla 12 límites de descarga a un cuerpo de agua dulce del TULAS.
- Una vez analizada e interpretada la composición de las aguas residuales se detectaron alternativas de tratamiento que minimicen el impacto al medio ambiente y a la salud del hombre.

RECOMENDACIONES

- Anotar en el momento del muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora de muestreo, nombre de la persona que realizó el muestreo, tipo de análisis a realizarse, etc.).
- Los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o pierda cualquier parte de ellos durante el transporte, asegurando así que las mismas estén libres de contaminación.
- En el proceso de descontaminación por medio de láminas filtrantes se deberán utilizar carrizo (*Phragmites communis*) debido a su adaptabilidad a climas fríos y por su porcentaje de absorción de los diferentes contaminantes, ayudando así al proceso de purificación biológica.
- Las autoridades competentes, deben tomar en cuenta las investigaciones y propuesta realizadas ya que van a solucionar la problemática ambiental existente en la Quebrada Compadre Huayco.
- Elaborar compañías educativas, de concienciación y cuidado al medio ambiente orientadas a prevenir la incorporación de desechos de naturaleza peligrosa a las aguas. Los actores locales (GAD Municipal, ONG, instituciones privadas y educativas, etc.).
- Implementar el tratamiento de las aguas residuales por medio de las láminas filtrantes ya que es un tratamiento biológico fácil de manejar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

1. ALVARADO. “Tratamiento biológico de aguas residuales” Editorial 2012, Segunda Edición. Página 6.
2. Association, A.W.W., Calidad y Tratamiento de Agua 5th ed. 2002, Madrid: Mc Graw Hill.
3. BROCK. “Brock Biología de los Microorganismos 10ª Ed” Editorial 2003, décima edición. Página 27.
4. CRITES-TCHOBANOGLIOUS. “Tratamiento de Aguas Residuales con Pequeñas Poblaciones.” Editorial Emma Ariza H. Páginas 1, 244.
5. FAIR-GEYER-OKUN. “Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales” Editorial 1998, Limusa, S.A de CV. México.
6. K. PIATKIN “Microbiología” Editorial, Mir ISBN 1968 Página 9.
7. METCALF & EDDY, I., Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th ed. 2003, New York: McGraw-Hill.
8. NORIEGA. “Manual de Tratamiento de Aguas Negras” Editorial Limusa, S.A de CV. Páginas 41, 42, 43, 44.

9. Public Health Association (APHA). Mark J. Hammer and Mark J. Hammer, J., Water and Wastewater Technology Sixth ed. 2008 New Jersey Pearson Prentice Hall.
10. RAMALHO, R.S., Tratamiento de Aguas Residuales Segunda ed. 1993, Barcelona, España: Reverte S. A.
11. RAMALHO. “Tratamiento de aguas residuales” Editorial Reverté, S.A. 1996. Página 12.
12. ROMERO-ROJAS, J.A., “Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y Principios de Diseño.”, Editorial. E.E.C.d. Ingeniería. 1999, Santafé de Bogotá, Colombia.
13. TCHOBANOGLIOUS George. “Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización.” Ingeniería Sanitaria de Aguas Residuales. Editorial 1995, McGraw-Hill (Madrid).
14. TERENCE J. McGhee. “Abastecimiento de Agua y Alcantarillado” Ingeniería Ambiental Sexta Edición. Editorial Emma Ariza H.
15. WINKLER, M., “Tratamiento Biológico de Aguas Residuales.”, 1986, México Editorial Limusa S. A.

TESIS PUBLICADAS

1. LÓPEZ, Jessica. “Evaluación de la eficiencia de un reactor anaeróbico de flujo ascendente y manto de lodos UASB para el tratamiento de aguas residuales – escala laboratorio.” Presentada en la Universidad San Francisco de Quito, para la obtención de título en ingeniera química. Quito 2011.

2. ORTIZ, Diego. “Manual de tratamientos biológicos de aguas residuales para poblaciones medianas de la región sur del Ecuador.”. Presentada en la Universidad técnica de Loja, para obtener el grado de título en ingeniero civil. Loja 2011.
3. VALAREZO, Natazha. “Efecto de la concentración de la biomasa y la presencia de aceites vegetales, aceites vegetales quemados, sales e hidrocarburos en los lodos activados.” Presentada en la Universidad San Francisco de Quito, para la obtención de título en ingeniería ambiental. Quito 2010.

LEGISLACIÓN

1. ASAMBLEA CONSTITUYENTE (2008) Constitución Política del Ecuador Montecristi
2. CONGRESO NACIONAL (2000) Código Penal Quito.
3. CONGRESO NACIONAL (2002) Ley de Gestión Ambiental Quito
4. CONGRESO NACIONAL (1998) Ley Orgánica de la Salud Quito

LINKOGRAFÍAS

1. <http://www.monografias.com/trabajos10/contam/contam.shtml>
2. <http://documents.pageflipflapcom/h9FgmM89RkZIFzw#.UknMznIxDJc=&p=35>

3. <http://www.calameo.com/books/00027965945d7c6c1aad5>
4. http://www.who.int/drugresistance/AMR_Importance/es/
5. http://www.tebag.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=100&Itemid=168&lang=es
6. <http://www.biolodos.com/web/index.php/tecnolaminas-filtrantes>
7. http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/es/ [Consulta: 23 de Julio 2012].
8. http://www.psa.es/webesp/projects/solarsafewater/documents/libro/02_Capitulo_02.pdf [Consulta: 12 de Julio 2012].
9. <http://www.madrimasd.org/informacionidi/noticias/noticia.asp?id=25006>
10. <http://www.lenntech.es/glosario-agua.htm> [Consulta: 17 de Abril 2013].
11. http://www.elcastellano.org/glosario_ambiental.pdf [Consulta: 17 de Abril 2013].
12. <http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/TULAS.pdf/LIBRO%20VI%20Anexo%201.pdf> [Consulta: 22 de Abril 2013].
13. <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/manuales/glosarioES.pdf> [Consulta: 22 de Abril 2013].

ANEXOS Y GRÁFICOS

ANEXO 1. ÁREA DE ESTUDIO.



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón Salcedo (Dirección de Agua Potable y Alcantarillado)

ANEXO 2.
RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.



ANEXO 3.

RESULTADO DE LOS ANALISIS



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y CONTROL AMBIENTAL

Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte • Calle Ladrón de Guevara E 11-253
Tel.: (00593-2) 2 507 144 Ext.: 623 • Telefax: (00593-2) 2 221 306 • Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicam@server.epn.edu.ec
Quito – Ecuador



INFORME DE RESULTADOS

Quito, 24 de noviembre de 2011

No. IR11346

EMPRESA

Ref. ST11488

Solicitado por: MUNICIPIO DE SALCEDO

Atención: Ing. Mauricio Garrido

Teléfono: 092778985

Dirección: Salcedo

Fax:

Identificación de la muestra (cliente): ninguna

Origen: descarga doméstica

Fecha de recolección: 14 de noviembre de 2011

Tipo de muestra: compuesta

Responsable de toma de muestra: cliente

Tipo de envase: plástico

Llegó refrigerada: si

Se utilizó preservante: no

LABORATORIO

Número de ingreso al laboratorio: 1741

Fecha de ingreso al Laboratorio: 14 de noviembre de 2011

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	***LÍMITE Alcantarillado	***LÍMITE Cauce de agua	FECHA DEL ANÁLISIS	PROCEDIMIENTO
Aceites y grasas	mg/L	34	100	50	15/11/2011	APHA 5520 B, Gravimétrico
Cadmio	mg/L	0,03	0,02	0,02	23/11/2011	Espectrofotométrico
Coliformes fecales	NMP/100mL	93x10 ⁴			16/11/2011	APHA 9222 D
Coliformes totales	NMP/100mL	240x10 ⁶			14/01/2011	APHA 9222 C
*Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅	mg/L	159,3	120	70	15/11/2011	APHA 5210 B (PE/CICAM/06)
*Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L	482	240	123	15/11/2011	APHA 5220 D (PE/CICAM/01)
*Fenoles	mg/L	0,027	0,2	0,2	15/11/2011	APHA 5530 C, Colorimétrico (PE/CICAM/04)
Materia orgánica	%	0,0038			16/11/2011	APHA 2540 E
**Mercurio, Hg	ug/L	<0,1	0,01 mg/L	0,005 mg/L	23/11/2011	Absorción atómica
Nitratos	mg/L	13,1			21/11/2011	Colorimétrico
Nitritos	mg/L	0,119			21/11/2011	APHA 4500 - NO ₂ B, Colorimétrico
Plomo	mg/L	<0,1	0,5	0,2	23/11/2011	APHA 3500 - Pb B, Colorimétrico
Sólidos sedimentables	ml / L *h	0,5	10	1,0	15/11/2011	APHA 2540 F
Sólidos suspendidos	mg/L	94	95	53	16/11/2011	APHA 2540 D
Sólidos totales	mg/L	814			16/11/2011	APHA 2540 B
*Tensoactivos (detergentes aniónicos)	mg/L	1,648	0,5	0,5	21/11/2011	APHA 5540 C Colorimétrico / Anionic Surfactants as MBAS (PE/CICAM/03)

NOTA: ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA SOMETIDA A ENSAYO

*El Centro de Investigaciones y Control Ambiental está acreditado por el OAE en estos parámetros.

**Parámetros subcontratados

***Límites máximos permisibles por cuerpo receptor, según ordenanza 213, Tabla B.1: TODOS LOS SECTORES PRODUCTIVOS, EXCEPTUANDO AL SECTOR TEXTIL Y AL SECTOR DE BEBIDAS GASEOSAS, EMBOTELLADORAS CERVECERÍA.

Realizado por: Ing. Carola Fierro
RESPONSABLE TECNICO CICAM



Revisado por: M.Sc. Ing. Luis Jaramillo S.
DIRECTOR DE LABORATORIO



LAQUIFARVA

SERVICIO DE LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Noviembre 29 / 2012

	A	B	C	D	E	F
10630	ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO DE AGUAS					
10631						
10632	Informe de Laboratorio	No.	FQBA- 1534			
10633	Orden de trabajo		1534			
10634	Presentación	envase	polietileno			
10635	Contenido	ml	4000			
10636	Identificación		Agua de descarga a la Quebrada Compadreguaico			
10637	Cantón- Provincia		Salcedo- Cotopaxi			
10638	Empresa					
10639	Solicita		Sr. Alex Santiago Chicaiza			
10640	Fecha de muestreo		13-11-12			
10641						
10642				LIMITES SEGÚN NORMA		
10643	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	Alcantarillado	Cauce de agua	METODO
10644						
10645	Aceites y grasas	mg / L	85	100	50	Apha 5520 B
10646	D.B.O.	mg / L	372	120	70	Apha 5210 B
10647	D.Q.O.	mg / L	716	240	123	Apha 5220 D
10648	Fenoles	mg / L	0.34	0.2	0.2	Apha 5530 C
10649	Materia Orgánica	%	0.092			Apha 2540 E
10650	Nitratos	mg / L	15.4			Colorimétrico
10651	Nitritos	mg / L	0.89			Apha 4500 B
10652	Plomo	mg / L	0.2	0.5	0.2	Apha 3500 B
10653	Sólidos Sedimentables	ml / L	12.7	10	1	Apha 2540 F
10654	Sólidos en Suspensión	mg / L	138	95	53	Apha 2540 D
10655	Sólidos totales	mg / L	927			Apha 2540 B
10656	Agentes tensoactivos	mg / L	2.18	0.5	0.5	Apha 5540 C
10657						
10658	Coliformes Totales	NMP/ 100 ml	320 x 10 ⁶			Apha 9222 C
10659	Coliformes Fecales	NMP/ 100 ml	115 x 10 ⁵			Apha 9222 D
10660						

LAQUIFARVA
LABORATORIO QUÍMICO INTEGRAL

DR. ENRIQUE VAYAS L. M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc.

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado * Telefax: (03) 2422366 - 2423054 - 0984 069372
E-mail: envalo50@hotmail.es * Ambato - Ecuador

ANEXO 4.
ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DE LAS LÁMINAS FILTRANTES



ANEXO 5.

SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE LÁMINAS FILTRANTES EN COLOMBIA

TRANSFORM ECOSKANDIA LTDA.
LISTA DE REFERENCIA
SISTEMAS DE TRATAMIENTO LAMINAS FILTRANTES

MUNICIPIO	CLIENTE	CAUDAL m3/día	Area m2	Tipo de Agua
-----------	---------	---------------	---------	--------------

AGUAS DOMESTICAS MUNICIPIOS

57	Rionegro	MUNICIPIO DE RIONEGRO - CORNARE	173	1800	Doméstica
----	----------	---------------------------------	-----	------	-----------

AGUAS DOMESTICAS ESCUELAS Y COLEGIOS

58	Subachoque	FUNDACION CORONA	9	105	Escuela
59	Cali	FUNDACION FINES	2	23	Escuela
60	Cali	FUNDACION FINES	24	336	Escuela

AGUAS DOMESTICAS CLUBES

61	Cajicá	BALCONES DE BUENA VISTA	1	12	Recreación
62	Cajicá	BALCONES DE BUENA VISTA	1	12	Club
63	Barú	CLUB PUNTA IGUANA - CONSTRUCTORA OPAL	76	1200	Doméstica - Club
64	Paipa	CLUB MILITAR	50	600	Doméstica
65	Cajicá	CLUB EL RINCON	35	400	Doméstica
66	Guaymaral	CLUB CAMPESTRE GUAYMARAL	200	900	Doméstica
67	Chía	SAN JACINTO - INVERSIONES MAYORCA	43	450	Condominio - Club
68	Bogotá	CLUB LOS ARRAYANES	10	85	Doméstica
69	Bogotá	CLUB LOS ARRAYANES	2	21	Doméstica
70	Chía	CAPITAL TOWER	2	30	Doméstica
71	Chía	CONDOMINIO CARINA	35	280	Doméstica

ANEXO 6.

TABLA 12. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		⁸ Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁻	mg/l	1000
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

ANEXO 7.

DENSIDAD Y VISCOSIDAD DEL AGUA Calculadas de las tablas "International Critical"

Temperatura °C	Densidad (gr/cm ³)	Viscosidad Cinematica
0	0.99987	1.7923
1	0.99993	1.7321
2	0.99997	1.6741
3	0.99999	1.6193
4	1.00000	1.5676
5	0.99999	1.5188
6	0.99997	1.4726
7	0.99993	1.4288
8	0.99988	1.3874
9	0.99981	1.3479
10	0.99973	1.3101
11	0.99963	1.2740
12	0.99952	1.2396
13	0.99940	1.2068
14	0.99927	1.1756
15	0.99913	1.1457
16	0.99897	1.1168
17	0.99880	1.0888
18	0.99862	1.0618
19	0.99843	1.0356
20	0.99823	1.0105
21	0.99802	0.9863
22	0.99780	0.9629
23	0.99757	0.9403
24	0.99733	0.9186
25	0.99707	0.8975
26	0.99681	0.8774
27	0.99654	0.8581
28	0.99626	0.8394
29	0.99597	0.8214
30	0.99568	0.8039
31	0.99537	0.7870
32	0.99505	0.7708
33	0.99473	0.7551
34	0.99440	0.7398
35	0.99406	0.7251
36	0.99371	0.7109
37	0.99336	0.6971
38	0.99299	0.6839
39	0.99262	0.6711

Fuente: Tratamiento de Aguas Residuales, G. Rivas Mijares, 1978